

**OBTENCIÓN DE ACEITE LUBRICANTE A PARTIR DE CÁSCARA DE NARANJA A  
ESCALA LABORATORIO**

**GABRIELA ROJAS CASTRO**

**Proyecto integral de grado para optar por el título de  
INGENIERO QUÍMICO**

**Orientador**

**IVÁN RAMÍREZ MARÍN**

**MSc. Ingeniería Química**

**FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DE AMERICA**

**FACULTAD DE INGENIERÍAS**

**PROGRAMA DE INGENIERÍA QUÍMICA**

**BOGOTÁ D.C.**

**2023**

**NOTA DE ACEPTACIÓN**

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Nombre

Firma del director

Nombre

Firma del presidente del jurado

---

Nombre

Firma del jurado

---

Nombre

Firma del jurado

**Bogotá D.C. agosto de 2023**

## **DIRECTIVOS DE LA UNIVERSIDAD**

Presidente de la universidad y rector del claustro

Dr. Mario Posada García Peña

Consejero institucional

Dr. Luis Jaime Posada García Peña

Vicerrectora académica y de investigaciones

Dra. Alexandra Mejía Guzmán

Vicerrector administrativo y financiero

Dr. Ricardo Alfonso Peñaranda Castro

Secretario general

Dr. José Luis Macías Rodríguez

Decano facultad de ingenierías

Dra. Naliny Patricia Guerra Prieto

Director(a) de ingeniería química

ing. Nubia Liliana Becerra Ospina

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo de grado principalmente a mi abuela Luz María Camayo quien siempre fue la mayor inspiración y motivación en cada uno de los ámbitos de mi vida, quien siempre me aconsejó y apoyó en los momentos felices y difíciles logrando que me encuentre donde estoy ahora.

A mis padres Franky Didier Rojas Rojas y Melva Castro Camayo quienes siempre me han brindado su apoyo incondicionalmente en cada una de las etapas de mi vida y de esta carrera.

A mis hermanas Hannah Lucia Rojas Rincón y Evelyn Mariel Rojas Rincón quienes con su alegría me han acompañado a lo largo de la carrera y espero que puedan inspirarse y sepan que lograrán todos sus sueños, superando todos los obstáculos que se presenten.

A mi pareja Brayan Steven Pulido Robayo quien ha estado apoyándome en todos los momentos a lo largo de esta carrera y en quien hallé una motivación en los momentos difíciles y así continuar adelante.

A mis amigos que han sido ese apoyo y acompañamiento y con los cuales he convivido los momentos más felices y difíciles de la carrera.

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco principalmente a Dios por haberme permitido cursar la carrera de ingeniería química y ser la guía a lo largo de toda mi vida personal y académica.

A mis padres por todo su apoyo durante toda la carrera y su guía a lo largo de toda la vida académica lo que me ha permitido llegar hasta aquí.

A la Universidad de América por haber sido mi alma mater durante estos 6 años y a la cual puedo denominar mi segundo hogar.

A todos los profesores que me han impartido sus enseñanzas durante la carrera y quienes son inspiración.

A mi director Iván Ramírez Marín por su guía y apoyo durante el desarrollo de este proyecto para que pudiera llevarse a cabo de manera satisfactoria.

A la ingeniera Yenny Hernández Prieto y a todo el personal de los laboratorios de la universidad por todo su apoyo en la realización de la parte experimental de este proyecto.

A mi pareja Brayan Steven Pulido Robayo por su acompañamiento durante el desarrollo de este proyecto.

A mi familia por todo su apoyo y motivación durante cada etapa de mi vida y durante la carrera.

Las directivas de la Universidad de América, los jurados calificadores y el cuerpo docente no son responsables por los criterios e ideas expuestas en el presente documento. Estos corresponden únicamente al autor.

## TABLA DE CONTENIDO

	<b>Pág.</b>
<b>RESUMEN</b>	12
<b>INTRODUCCIÓN</b>	14
<b>OBJETIVOS</b>	16
<b>1. GENERALIDADES</b>	17
<b>1.1. Materia prima</b>	17
<i>1.1.1. Clasificación taxonómica</i>	18
<i>1.1.2. Clasificación morfológica</i>	19
<i>1.1.3. Fisonomía y composición química</i>	20
<i>1.1.4. Características de la cáscara de naranja</i>	22
<b>1.2. Marco referencial</b>	24
<i>1.2.1. Aceites lubricantes</i>	24
<i>1.2.2. Composición de los aceites lubricantes</i>	25
<i>1.2.3. Obtención de los aceites lubricantes</i>	27
<i>1.2.4. Pruebas fisicoquímicas para aceites lubricantes</i>	28
<i>1.2.5. Aceites y grasas de origen orgánico</i>	31
<i>1.2.6. Pruebas fisicoquímicas para aceites de origen orgánico</i>	32
<b>1.3. Marco legal</b>	34
<i>1.3.1. Aceites y grasas de origen orgánico</i>	34
<i>1.3.2. Aceites lubricantes</i>	36
<b>2. METODOLOGÍA Y EXPERIMENTACIÓN</b>	37
<b>2.1. Métodos de extracción de aceite esencial de naranja</b>	37
<i>2.1.1. Prensado en frío</i>	37
<i>2.1.2. Hidrodestilación</i>	37
<i>2.1.3. Extracción con fluidos supercríticos</i>	37
<i>2.1.4. Destilación por arrastre de vapor</i>	38
<i>2.1.5. Destilación con solvente</i>	38
<b>2.2. Selección de dos métodos de extracción</b>	38
<b>2.3. Experimentación</b>	40
<i>2.3.1. Pretratamiento de la materia prima</i>	40
<i>2.3.2. Destilación por arrastre de vapor</i>	41

2.3.3. <i>Destilación con solvente</i>	45
<b>2.4. Caracterización fisicoquímica del aceite de naranja</b>	54
2.4.1. <i>Densidad</i>	54
2.4.2. <i>Determinación de pH</i>	56
2.4.3. <i>Determinación de índice de refracción</i>	60
2.4.4. <i>Punto de humo</i>	62
2.4.5. <i>Índice de peróxidos</i>	63
2.4.6. <i>Índice de saponificación</i>	65
2.4.7. <i>Grado de acidez</i>	67
<b>3. FORMULACIÓN DEL ACEITE LUBRICANTE</b>	71
<b>3.1. Pruebas fisicoquímicas para el aceite lubricante con base de aceite esencial de naranja</b>	72
3.1.1. <i>Densidad</i>	72
3.1.2. <i>Viscosidad</i>	76
3.1.3. <i>Punto de humo</i>	80
3.1.4. <i>Índice de refracción</i>	81
3.1.5. <i>Determinación de pH</i>	82
3.1.6. <i>Resistencia a la corrosión</i>	89
3.2. <i>Discusión de resultados</i>	96
<b>4. DISEÑO CONCEPTUAL DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE ACEITE LUBRICANTE A ESCALA PILOTO</b>	98
4.1. <i>Descripción del proceso</i>	98
4.2. <i>Esquematización del proceso</i>	99
4.2.1. <i>Diagrama BFD</i>	99
4.2.2. <i>Diagrama PFD</i>	99
4.2.3. <i>Balance de materia global</i>	100
4.2.4. <i>Descripción de equipos</i>	101
<b>5. CONCLUSIONES</b>	111
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	113
<b>ANEXOS</b>	121

## LISTA DE FIGURAS

	Pág.
<i>Figura 1</i> Clasificación taxonómica de la naranja	19
<i>Figura 2</i> Árbol de naranja	20
<i>Figura 3</i> Fisionomía del fruto del naranjo	20
<i>Figura 4</i> Matriz cualitativa de selección de dos métodos de extracción de aceites esenciales	39
<i>Figura 5</i> Montaje para extracción con arrastre de vapor	42
<i>Figura 6</i> Diagrama de flujo del proceso de extracción por arrastre de vapor	43
<i>Figura 7</i> Montaje para extracción por destilación con solvente	46
<i>Figura 8</i> Primer ciclo del proceso de extracción con solvente	47
<i>Figura 9</i> Segundo ciclo del proceso de extracción con solvente	48
<i>Figura 10</i> Tercer ciclo del proceso de extracción con solvente	49
<i>Figura 11</i> Montajes adicionales de Soxhlet	50
<i>Figura 12</i> Equipo roto evaporador para la separación del aceite esencial y el solvente	52
<i>Figura 13</i> Diagrama de flujo del proceso de extracción por destilación con solvente	53
<i>Figura 14</i> Diagrama de flujo del proceso de determinación de densidad.	55
<i>Figura 15</i> Diagrama de flujo del proceso de determinación de pH.	57
<i>Figura 16</i> Diagrama de flujo del proceso de determinación de pH.	58
<i>Figura 17</i> Resultados de la determinación de pH con papel tornasol	59
<i>Figura 18</i> Resultado de la primera y segunda lecturas de pH.	59
<i>Figura 19</i> Resultado de la tercera lectura de pH.	60
<i>Figura 20</i> Diagrama de flujo del proceso de determinación del índice de refracción.	61
<i>Figura 21</i> Diagrama de flujo del proceso de determinación del punto de humo.	62
<i>Figura 22</i> Determinación del punto de humo.	63
<i>Figura 23</i> Diagrama de flujo del proceso de determinación del índice de peróxidos.	64
<i>Figura 24</i> Resultado de la prueba de índice de peróxidos	65
<i>Figura 25</i> Diagrama de flujo para el proceso de determinación de índice de saponificación.	66
<i>Figura 26</i> Diagrama de flujo para el proceso de determinación de grado de acidez.	68
<i>Figura 27</i> Diagrama de flujo del proceso de síntesis del aceite lubricante.	71
<i>Figura 28</i> Aceite lubricante formulado	72
<i>Figura 29</i> Diagrama de flujo del proceso de determinación de densidad.	73
<i>Figura 30</i> Peso de picnómetro con agua.	74
<i>Figura 31</i> Peso de picnómetro con aceite lubricante formulado	75
<i>Figura 32</i> Diagrama de flujo del proceso de determinación de la viscosidad.	77
<i>Figura 33</i> Diagrama de flujo del proceso de determinación del punto de humo.	80
<i>Figura 34</i> Diagrama de flujo del proceso de determinación del índice de refracción	82
<i>Figura 35</i> Diagrama de flujo del proceso de determinación de pH.	83
<i>Figura 36</i> Diagrama de flujo del proceso de determinación de pH.	84
<i>Figura 37</i> pH tomado con papel tornasol.	85
<i>Figura 38</i> Primera lectura de pH tomada con pHmetro.	86
<i>Figura 39</i> Segunda lectura de pH tomada con pHmetro.	87

<b>Figura 40</b> Tercera lectura de pH tomada con pHmetro	88
<b>Figura 41</b> Diagrama de flujo del proceso de prueba de resistencia a la corrosión.	90
<b>Figura 42</b> Alambre de cobre	91
<b>Figura 43</b> Prueba de corrosión a 50°C.	92
<b>Figura 44</b> Resultado de la prueba de corrosión a 50°C.	93
<b>Figura 45</b> Prueba de corrosión a 100°C	94
<b>Figura 46</b> Resultado de la prueba de corrosión a 100°C	95
<b>Figura 47</b> Diagrama de bloques del diseño del proceso de elaboración de aceite lubricante a escala piloto	99
<b>Figura 48</b> Diagrama de flujo de proceso del diseño del proceso de elaboración del aceite lubricante a escala piloto.	100
<b>Figura 49</b> Silo de almacenamiento	102
<b>Figura 50</b> Máquina peladora	103
<b>Figura 51</b> Máquina lavadora de frutas	104
<b>Figura 52</b> Horno secador	105
<b>Figura 53</b> máquina cortadora	106
<b>Figura 54</b> Extractor sólido-líquido	107
<b>Figura 55</b> Torre de extracción líquido-líquido	108
<b>Figura 56</b> Tanque mezclador con agitador	109
<b>Figura 57</b> Tanque de almacenamiento para aceite	110
<b>Figura 58</b> Diagrama BFD	122
<b>Figura 59</b> Diagrama PFD	123
<b>Figura 60</b> Hoja de datos de seguridad del aditivo Motor Protect	124

## LISTA DE TABLAS

	Pág.
<i>Tabla 1 Información nutricional de la naranja</i>	22
<i>Tabla 2 Composición química de la naranja valencia</i>	23
<i>Tabla 3 Perfil de ácidos grasos del aceite esencial de naranja</i>	24
<i>Tabla 4 Ácidos grasos</i>	32
<i>Tabla 5 Matriz cuantitativa de selección de dos métodos de extracción de aceites esenciales</i>	40
<i>Tabla 6 resultados de los ensayos de extracción con arrastre de vapor</i>	44
<i>Tabla 7 Tratamiento estadístico de la extracción con arrastre de vapor</i>	45
<i>Tabla 8 Especificaciones de los montajes Soxhlet</i>	51
<i>Tabla 9 tratamiento estadístico de la extracción con solvente</i>	54
<i>Tabla 10 Comparación de resultados</i>	70
<i>Tabla 11 Tiempo de caída de 15 cm</i>	78
<i>Tabla 12 Comparación de resultados</i>	96
<i>Tabla 13 Balance global del proceso de elaboración de aceite lubricante a escala piloto</i>	101

## RESUMEN

En la actualidad, los aceites lubricantes usados en la industria de la automoción y en otros procesos industriales que pueden ser usados en cualquier tipo de maquinaria son provenientes de procesos físicos aplicados al petróleo crudo, estos derivados son altamente contaminantes tanto en sus procesos de fabricación, así como en sus procesos de uso y de desecho.

Al conocerse los efectos nocivos para la salud humana y el medio ambiente que tienen los procesos que involucran los aceites lubricantes, se decidió realizar un estudio para sustituir las bases de este tipo de productos por bases orgánicas que fueran de una fácil degradación o que puedan brindar diferentes procesos de elaboración menos contaminantes al medio ambiente y que mantengan las propiedades de lubricación de los aceites provenientes de los procesos realizados al petróleo crudo.

Para el desarrollo de este proyecto se han realizado análisis concernientes a la extracción de aceites provenientes de material orgánico, específicamente de material vegetal con el fin de encontrarles una nueva aplicación potencial dentro del campo de la lubricación industrial y automotriz como bases para los aceites lubricantes usados en estas industrias.

El fin de este proyecto fue el de elaborar un aceite lubricante con base de aceite de naranja de manera que este pueda tener aplicaciones tanto en el campo de la lubricación industrial aplicado a diferentes maquinarias como en el campo de la lubricación de motores de automóviles, para esto se realizó la selección de los métodos de extracción de aceites esenciales mediante revisión bibliográfica y posteriormente escoger dos métodos óptimos de manera que pueda compararse la efectividad de cada uno de ellos en cuanto a concentración del aceite, tiempo de ejecución y disposición de recursos del laboratorio.

Una vez extraído el aceite esencial de naranja, se realizó la caracterización fisicoquímica de este, de manera que pueda compararse con la caracterización fisicoquímica de los aceites lubricantes obtenida de revisión bibliográfica, luego de comprobar que las características principales son cercanas a las de los aceites convencionales, se procederá a realizar la formulación del aceite lubricante adicionando un aditivo que mejorará la propiedad de viscosidad del aceite esencial de naranja y se realizarán las pruebas fisicoquímicas del aceite lubricante terminado (aceite esencial de naranja y aditivo) y se realizó el análisis y discusión de resultados.

Finalmente, se realizó la propuesta de diseño del proceso de producción del aceite lubricante con base de aceite esencial de naranja a escala piloto junto con las recomendaciones pertinentes y las conclusiones del proyecto.

**Palabras clave:** Aceite lubricante, residuos orgánicos, derivados del petróleo, aceite de origen orgánico, extracción de aceites.

## INTRODUCCIÓN

Actualmente los aceites lubricantes utilizados en la industria automotriz tienen como base el aceite mineral, este aceite está de hecho de petróleo altamente purificado, refinado y procesado.

Los aceites lubricantes derivados del petróleo son uno de los grandes contaminantes de esta industria, estos lubricantes se degradan originando sustancias tóxicas y metales pesados que se producen por la exposición a altas temperaturas y presiones dentro de las maquinarias y motores donde son utilizados.

Los residuos del aceite lubricante tienen un gran impacto ambiental negativo. En los ecosistemas acuáticos el aceite crea una película impermeable que provoca asfixia en los seres vivos que allí habitan, un litro de aceite lubricante puede contaminar hasta un millón de litros de agua.

Adicionalmente, este residuo se acumula en los organismos vivos que habitan en ecosistemas acuáticos y terrestres, puede contaminar el suelo cambiando sus propiedades químicas y biológicas alterando gravemente su fertilidad.

La quema de los aceites lubricantes tiene un gran potencial de calentamiento global, pues se descompone en gases tóxicos al contener plomo, fósforo, cloro, azufre y producir dióxido de carbono que es uno de los gases principales del efecto invernadero, esto debido a su origen en la industria del petróleo.

Los aceites usados pueden disponerse de pocas maneras y aun así pueden seguir siendo peligrosos para la salud humana y el medio ambiente; pueden ser reciclados para la producción de betún asfáltico para el uso de telas impermeabilizantes o en otros productos como pinturas, fertilizantes o asfaltos.

Es indispensable el reciclaje de los aceites minerales pues debido a su baja biodegradabilidad, sus componentes tóxicos tienen una alta permanencia a lo largo del tiempo.

Los residuos de naranja se producen en grandes cantidades a nivel mundial, la cáscara de naranja principalmente tiene un alto contenido de aceites esenciales, azúcares, ácidos y pigmentos que dificultan el proceso de compost.

Actualmente, los residuos de cítricos son aprovechados para la producción de biocombustibles como biogás y bioetanol, así como para la extracción de aceites esenciales que pueden ser utilizados en diferentes procesos industriales, principalmente en la industria cosmética; las cáscaras de naranja tienen un alto contenido de pectina que puede ser aprovechada como espesante.

La agroindustria colombiana desecha entre 15 y 25 toneladas de corteza de naranja semanalmente, para la producción de jugos cítricos, este residuo está siendo dispuesto directamente en rellenos sanitarios donde generan gases de efecto invernadero, contribuyendo al calentamiento global.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo general**

Desarrollar un aceite lubricante a partir de cáscara de naranja que pueda sustituir el aceite mineral derivado del petróleo

### **Objetivos específicos**

- Extraer el aceite esencial de la cáscara de naranja.
- Determinar la eficacia del aceite lubricante terminado mediante su caracterización fisicoquímica.
- Proponer el diseño conceptual del proceso a escala piloto.

## 1. GENERALIDADES

### 1.1. Materia prima

La naranja es un fruto cítrico y su forma puede ser redonda u oval, puede tener diferentes colores entre los que varían anaranjado, amarillo y rojo dependiendo de la especie o variedad.

Este fruto se cosecha principalmente en invierno, sin embargo, la disponibilidad está asegurada prácticamente durante todo el año pues hay diferentes países proveedores que tienen cosecha de naranja en determinados meses.

La naranja tiene usos en varias industrias: alimenticia, farmacéutica, cosmética y limpieza.

En la industria cosmética puede usarse para la fabricación de productos como mascarillas, exfoliantes, y tónicos para la piel especializados en combatir el acné, puede usarse en perfumería y aromaterapia por su contenido de linalool.

En la industria farmacéutica, la naranja es usada principalmente debido a su contenido de vitamina c en medicamentos contra los resfriados, también es usada en tratamientos contra la anemia debido a que se facilita la absorción de hierro y por su contenido de magnesio, se utiliza para medicamentos reguladores de la tensión.

La naranja tiene grandes aplicaciones en la industria alimenticia, pues además de que puede usarse el fruto para consumo directo y en jugo, se utiliza para la elaboración de saborizantes y en diferentes preparaciones gastronómicas.

Finalmente, en la industria de productos de limpieza, la naranja se utiliza para la elaboración de productos desinfectantes y aromatizantes para neutralizar malos olores.

El naranjo es una planta subtropical que no resiste a las bajas temperaturas, con temperaturas de -3°C la planta puede morir, durante el invierno, esta planta presenta una pausa total del crecimiento, en primavera sus ramas crecen nuevamente y empieza a florecer, los frutos comienzan su maduración en época de verano pues se necesitan temperaturas cálidas para que esto ocurra.

El naranjo es una planta que requiere de precipitaciones de alrededor de 1200mm, en caso de que estas no sean cubiertas es necesario recurrir al riego, el medioambiente óptimo para el crecimiento de la planta y la producción de frutos debe ser húmedo tanto en suelos como en atmósfera, también se necesita de luz solar abundante para las épocas de floración y fructificación.

Los suelos de cultivo deben tener una variación entre elementos gruesos y finos para garantizar el anclaje del árbol, la aireación y el paso de agua. El naranjo puede ser afectado por la salinidad en el suelo pues esta causa alteraciones hídricas, acumulación de iones tóxicos e interferencias con la absorción de nutrientes que provocan desequilibrios en el balance de minerales.

Para el diseño del cultivo de naranjo es necesario tener en cuenta el tamaño de la copa del árbol adulto y el tipo de maquinaria, esto depende del tipo de suelo y del clima principalmente, normalmente se puede estimar una cantidad de 400 árboles por hectárea.

Como esta planta requiere una gran cantidad de nutrientes es necesario contar con variedad de abonos y grandes cantidades de estos, lo que puede llegar a representar un alto costo de mantenimiento para los árboles.

El abono debe agregarse desde el inicio de la segunda brotación de la plantación, este debe ir acompañado de riego y no debe sobrepasarse de los 2 kg de abono por metro cúbico de agua.

Actualmente, en Colombia la variedad de naranja más cultivada es la naranja valencia, el territorio con mayor cultivo de esta variedad es el suroeste antioqueño, pues cuenta con las condiciones agroecológicas, infraestructuras y cercanía a los centros de producción y consumo. Esta variedad es la más cultivada debido a su fácil cuidado pues tiene menor grado de susceptibilidad a enfermedades, cambios climáticos y plagas en comparación con otras variedades como, por ejemplo, el tangelo.

Anualmente en Colombia se producen 497.226 toneladas de las cuales 271.637 toneladas se producen en el departamento de Antioquia, lo que hace que este departamento sea el líder en el mercado de los cítricos.

Colombia es exportador de naranja para islas como Martinica y Guadalupe. En reportes del ministerio de agricultura en 2017 se exportaron 28.130 toneladas de cítricos con destino a diferentes países del mundo. En el Boletín Técnico Encuesta Nacional Agropecuario del 17 de mayo del 2019 se destacó que la producción de fruta fue de más de 4 millones de toneladas, siendo la naranja el tercer cultivo con una participación de 456.301 toneladas que corresponden al 11.2%.

### ***1.1.1. Clasificación taxonómica***

## Figura 1

### *Clasificación taxonómica de la naranja*

Reino	<i>Plantae</i>
División	<i>Magnoliophyta</i>
Clase	<i>Magnoliopsida</i>
Subclase	<i>Rosidae</i>
Orden	<i>Sapindales</i>
Familia	<i>Rutaceae</i>
Género	<i>Citrus</i>
Especie	<i>Citrus sinensis (L.) Osb.</i>

*Nota.* Esta tabla muestra la clasificación taxonómica de la naranja dividida en reino, división, clase, subclase, orden, familia, género y especie. Tomado de: Agroalimentación-la naranja: cultivo y manejo de la naranja. [En línea] Disponible: <https://www.infoagro.com/citricos/naranja.htm> [Acceso: mar.14,2023]

### **1.1.2. Clasificación morfológica**

1.1.2. a. Porte. Tronco corto y ramas poco vigorosas, su altura varía entre los 6 y los 10 metros.

1.1.2. b. Hojas. Limbo grande, alas pequeñas y espinas no muy acusadas.

1.1.2. c. Flores. Estas sin ligeramente aromáticas, pueden encontrarse agrupadas con hojas o solas.

1.1.2. d. Fruto. Hesperidio. Consta de exocarpo, mesocarpo y endocarpo. El exocarpo también es conocido como flavedo y presenta vesículas que contienen los aceites, el mesocarpo también conocido como albedo es pomposo y de color blanco, el endocarpo más conocido como pulpa presenta tricomas con jugo.

## Figura 2

### Árbol de naranja

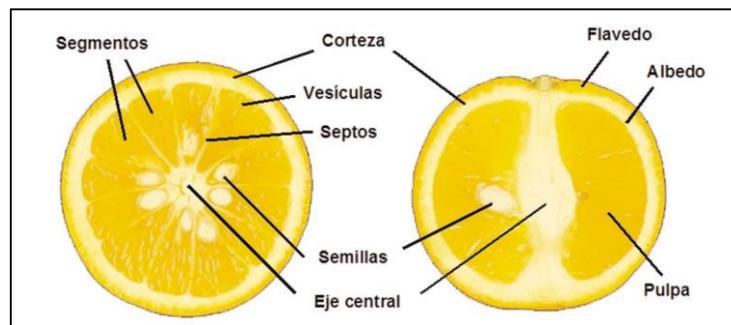


*Nota.* La figura muestra un árbol de naranja con frutos y las características típicas de sus ramas. Tomado de: Naranja, todo de este árbol frutal cítrico de tamaño mediano. [En línea] Disponible: <https://todoviveros.com/naranja/> [Accedido: mar.14,2023]

### 1.1.3. Fisionomía y composición química

## Figura 3

### Fisionomía del fruto del naranjo



*Nota.* La figura describe la anatomía de la naranja señalando los nombres de cada una de sus partes. Tomado de: Anatomía de una naranja: las partes de este fruto cítrico. [En línea] Disponible: <https://naranjasdongusto.com/anatomia-de-una-naranja-las-partes-principales-de-este-citrico/> [Accedido: mar.14,2023]

1.1.3. a. Flavedo. Es la corteza de la fruta, esta inicialmente tiene un color verde y va cambiando a colores amarillo, anaranjado o rojo según la variedad. Esta sirve como una capa protectora para la pulpa y permite que la fruta perdure un poco más en el tiempo.

1.1.3. b. Albedo. Es de color blanco y une la corteza con la pulpa de la naranja, es de sabor amargo y su grosor varía dependiendo de la variedad.

1.1.3. c. Endocarpo. Es la pulpa de la fruta y también comprende a las semillas según la variedad. Consta de vesículas más conocidas como gajos y allí se almacena el zumo, estas están divididas por membranas llamadas septos y su número varía según la especie.

La composición química de la naranja está ligada a la información nutricional de la misma, esta se podrá ver a continuación:

**Tabla 1**

*Información nutricional de la naranja*

Valor nutricional de la naranja en 100 g de sustancia comestible	
Agua (g)	87,1
Proteínas (g)	1
Lípidos (g)	0,2
Carbohidratos (g)	12,2
Calorías (kcal)	49
Vitamina A (U.I.)	200
Vitamina B1 (mg)	0,1
Vitamina B2 (mg)	0,03
Vitamina B6 (mg)	0,03
Ácido nicotínico (mg)	0,2
Ácido pantoténico (mg)	0,2
Vitamina C (mg)	50
Ácido cítrico (mg)	980
Ácido oxálico (mg)	24
Sodio (mg)	0,3
Potasio (mg)	170
Calcio (mg)	41
Magnesio (mg)	10
Manganeso (mg)	0,02
Hierro (mg)	0,4
Cobre (mg)	0,07
Fósforo (mg)	23
Azufre (mg)	8
Cloro (mg)	4

*Nota.* la tabla muestra la información nutricional con el contenido de cada una de las sustancias presentes en la pulpa. Tomado de: *Agroalimentación-la naranja: cultivo y manejo de la naranja. [En línea] Disponible: <https://www.infoagro.com/citricos/naranja.htm> [Acceso: mar.14,2023]*

**1.1.4. Características de la cáscara de naranja**

La cáscara de naranja contiene celulosa, pectina, hemicelulosa, limoneno y ácidos grasos.

El flavedo contiene carotenoides que oscila de 30 a 300 mg/kg de corteza fresca, los principales carotenoides reportados han sido neocromo, violaxantina, betacitraurina, luteoxantina, luteína y betacriptoxantina.

**Tabla 2**

*Composición química de la naranja valencia*

	Cáscara g/100g	Porción comestible g/100g	Jugo g/100g
Ácido cítrico	0,29	0,75	1,02
Cenizas	0,78	0,48	0,34
Grasa	0,23	0,30	0,29
Humedad	72,52	85,23	87,11
Proteínas	1,53	1,13	1,00
Azúcares reductores	5,56	4,69	4,99
Sacarosa	1,99	4,41	4,73
Total	7,55	9,1	9,72
SST	15,69	13,06	12,59
	mg/100g	mg/100g	mg/100g
Ácido ascórbico	136,5	39,5	43,5
Biotina	0,005	0,001	Trazas
Calcio	161,0	36,7	9,5
Carotenoides	9,9	3,4	2,8
Hierro	0,8	0,8	0,3
Magnesio	22,2	11,5	11,3
Fósforo	20,8	21,8	19,5
Potasio	212,0	173,0	163,0
Sodio	3,0	1,3	0,7
Azufre	21,0	11,5	8,5

*Nota.* La tabla muestra la composición química de la naranja en cada una de sus partes como cáscara, pulpa y zumo. Tomado de: trabajo de grado Fortificación de cáscara de naranja (*C. sinensis* var *Valencia*) por impregnación con miel. [Accedido: mar.14,2023]

**Tabla 3**

*Perfil de ácidos grasos del aceite esencial de naranja*

ácidos grasos	% en aceite de cáscara de naranja
Ácido caprílico	0,0
Ácido cáprico	0,0
Ácido láurico	0,0
Ácido mirístico	0,1
Ácido palmítico	27,7
Ácido palmitoleico	0,4
Ácido esteárico	5,9
Ácido oleico	27,7
Ácido linoléico	33,9
Ácido linolénico	3,6
Ácido araquídico	0,5
Ácido erúcido	0,1

*Nota.* La tabla muestra el porcentaje de contenido de ácidos grasos del aceite de cáscara de naranja. Tomado de: trabajo de grado *Incorporación de aceites esenciales de naranja (Citrus Sinensis) y mandarina (Citrus Reticulata) en la formulación de cremas de limpieza facial.* [Accedido: mar. 14,2023]

## **1.2. Marco referencial**

### ***1.2.1. Aceites lubricantes***

Los aceites lubricantes son sustancias que tienen como función principal la reducción del desgaste producido por la fricción ya que es capaz de crear una película protectora cubriendo las partes del motor, otra de sus funciones es mantener las piezas limpias y evitar la corrosión, también puede regular la temperatura dentro de la maquinaria propiciando la disipación de esta.

Los aceites lubricantes deben cumplir con ciertas propiedades para que puedan mantener su eficiencia, son las siguientes:

1.2.1. a. Viscosidad y su índice. La viscosidad de un lubricante puede determinar su eficiencia al momento de formar películas que permitan minimizar la fricción y el desgaste de las piezas de la maquinaria en la que se utiliza el lubricante.

El índice de viscosidad es el factor que determina cómo se comporta la viscosidad respecto a los cambios de temperatura, entre mayor sea el índice de viscosidad mejor será el rendimiento del lubricante.

1.2.1. b. Resistencia a la oxidación. La resistencia a la oxidación afecta directamente al índice de acides, pues el proceso de oxidación en un lubricante es lo que ocasiona la corrosión y disminuye el índice de viscosidad lo que afecta directamente el rendimiento del lubricante, un indicador de oxidación en el lubricante es su cambio de color por lo que tan pronto este cambie, será necesario reemplazar el lubricante por uno sin uso.

1.2.1. c. Resistencia a la corrosión. La resistencia a la corrosión está ligada con el aceite base que compone el lubricante, este no puede tener componentes que causen corrosión en los accesorios de la maquinaria en la cual será usado. Adicionalmente, estas bases tampoco podrán contener agua, salmuera o ácidos postcombustión, por lo que en caso de que el lubricante llegue a contaminarse con alguna de estas sustancias será necesario reemplazarlo.

1.2.1. d. Espuma. En los sistemas hidráulicos es importante que los lubricantes no se presente una formación de espuma, pues esta contribuye a la erosión de los materiales usados en las maquinarias, pues puede presentarse el fenómeno de la cavitación que puede provocarse por la presencia de gases en los lubricantes y estos gases son los que se almacenan en la espuma generada.

1.2.1. e. Compatibilidad con sellos. Las maquinarias pueden contar con sellos de caucho o de plástico y los lubricantes pueden entrar en contacto con ellos, esto puede ocasionar deterioro en dichos sellos por lo que se debe medir el efecto de los lubricantes en ellos.

### ***1.2.2. Composición de los aceites lubricantes***

Los lubricantes tienen una composición que consta de una base lubricante (aceite) y aditivos, las proporciones son entre el 70% al 90% de base y 30% al 10% de aditivos, estos son añadidos para mejorar las propiedades del aceite base o para agregar nuevas propiedades de manera que el rendimiento de este mejore.

Los principales objetivos de los aditivos son reducir el deterioro del lubricante, mejorar la protección de la superficie lubricada y mejorar las propiedades fisicoquímicas del lubricante.

1.2.2. a. Base de aceite mineral. Los aceites de este tipo pueden llegar a tener dos tipos de bases minerales: parafínica y nafténica. Las bases minerales parafínicas tienen índices de viscosidad elevados, esto indica que el lubricante tendrá un buen desempeño de adherencia. Las bases minerales nafténicas tienen menores índices de viscosidad, sin embargo, ofrecen puntos de congelación más bajos.

Estas bases se obtienen a partir de la destilación fraccionada del petróleo crudo en las refinerías y posteriormente son sometidas a otros procesos de refinación para el mejoramiento de sus propiedades.

1.2.2. b. Base de aceite sintético. Las bases de aceite sintético más usadas son polialfaolefinas (PAO), poliésteres, siliconas y condensados de óxidos de etileno y propileno.

Estas bases son producidas principalmente en laboratorios y posteriormente son reproducidas en los procesos a escala industrial, estas se fabrican a través de reacciones químicas de síntesis a diferencia de los aceites minerales que son obtenidos por el proceso físico de destilación fraccionada del petróleo crudo.

1.2.2. c. Aditivos que mejoran el índice de viscosidad. Estos son polímeros que tienen un elevado peso molecular lo que proporciona la viscosidad adecuada para que el lubricante pueda ser eficiente en un amplio rango de temperaturas de trabajo

1.2.2. d. Aditivos detergentes. Estos están formados por moléculas que rodean los depósitos de residuos que se producen por la combustión y la oxidación, de manera que se pueden mantener limpias las artes internas del motor por más tiempo.

1.2.2. e. Aditivos dispersantes. Son complementarios a los aditivos detergentes. Los aditivos detergentes arrancan los residuos de las piezas de la maquinaria y los aditivos dispersantes mantiene estos residuos en suspensión lo que puede evitar la formación de incrustaciones sobre la superficie de la maquinaria o en las partes internas del motor.

1.2.2. f. Aditivos depresores del punto de congelación. Estos aditivos se agregan principalmente a bases minerales parafínicas, pues modifican el punto de cristalización de las parafinas y pueden romper los cristales que se van formando en el aceite a medida que se presentan descensos de temperatura, lo que permite el arranque en frío del motor o de la maquinaria lubricada.

1.2.2. g. Aditivos antioxidantes. Estos aditivos tienen como objetivo inhibir la corrosión pues impiden el contacto de las superficies metálicas con el oxígeno presente, de manera que se evita la oxidación a altas temperaturas y asimismo la corrosión.

1.2.2. h. Aditivos anti-desgaste. Estos aditivos pueden complementarse con los aditivos que mejoran el índice de viscosidad pues protegen al motor o a la maquinaria del desgaste que puede producirse por el rozamiento de las piezas en movimiento.

1.2.2. i. Aditivos antiespumantes. La función de estos aditivos es mantener la tensión superficial del lubricante de manera que no se formará espuma que puede hacer que el aceite lubricante pierda sus propiedades y este se vuelva elástico.

### ***1.2.3. Obtención de los aceites lubricantes***

La fabricación de aceites lubricantes requiere de varias etapas y materiales básicos que se producen por la destilación al vacío de los residuos obtenidos de la destilación atmosférica del petróleo crudo. Como se ha mencionado anteriormente los lubricantes de origen mineral se dividen en dos grupos de acuerdo con la estructura molecular predominante ya sean aceites de base parafínica o aceites de base nafténica.

A su vez los aceites de base parafínica y los aceites de base nafténica se clasifican en dos grupos cada uno: Aceites de bajo índice de viscosidad de base nafténica o no extraídos, aceites nafténicos de índice de viscosidad medio o extraídos, aceites parafínicos de índice de viscosidad medio y aceites de alto índice de viscosidad de base parafínica.

La fabricación de aceites lubricantes de base mineral consta de 4 pasos: Reducción primaria, decoloración y estabilización, desparafinado y tratamiento final.

La reducción primaria consiste en la destilación al vacío de los residuos de la destilación atmosférica del crudo, dependiendo de la composición del crudo el producto puede contener elevados porcentajes de asfalto o de lubricantes pesados, estos lubricantes pesados son enviados a los depósitos de almacenamiento para ser decolorado y mejorar su calidad por medio de un proceso llamado desparafinado.

La decoloración y estabilización pueden llevarse a cabo en diferentes etapas del proceso de fabricación, usualmente se realizan antes y después del proceso de desparafinado. Actualmente,

existen dos procesos de decoloración para los aceites lubricantes: con ácido y arcilla y con hidrógeno.

La decoloración con ácido y arcilla se realiza en un sistema de agitadores dotados con un sistema de calentamiento y posteriormente se adiciona agua con el fin de eliminar la mayor cantidad de ácido posible. El aceite resultante se neutraliza y decolora con altas temperaturas, una vez realizada la decoloración por este método, la arcilla es separada por un proceso de filtración

El tratamiento con hidrógeno se realiza usando un reactor continuo y este además posee la ventaja de poder mejorar la calidad del aceite lubricante adicionalmente, cuenta con una gran flexibilidad operativa.

El desparafinado del aceite lubricante requiere del uso de un solvente, el más usado es el metil-etil-cetona disuelta en benceno, tolueno o ambos; esta mezcla de solvente se adiciona al aceite lubricante de manera que se forma una emulsión que posteriormente es enfriada para que las parafinas puedan ser precipitadas y luego separadas por filtración.

El tratamiento final del aceite lubricante depende del tratamiento de decoloración y desparafinado, de acuerdo con este podrá realizarse nuevamente un tratamiento de decoloración o una destilación de manera que pueda ajustarse el producto final a una especificación como lo puede ser la viscosidad o el punto de congelación.

#### ***1.2.4. Pruebas fisicoquímicas para aceites lubricantes***

1.2.4. a. Prueba de índice de viscosidad. Para esta prueba se toma en cuenta la temperatura pues es el factor más influyente en la medición de la viscosidad, pues a medida que la temperatura aumenta, la viscosidad disminuye y viceversa. Al momento de medir la viscosidad, se debe normalizar la temperatura para poder compararla con otros resultados sin tener que aplicar cálculos adicionales de corrección. La temperatura estándar para medir la viscosidad es de 40°C o 100°C.

El índice de viscosidad muestra cómo cambia la viscosidad por el efecto de las variaciones de temperatura, esto es relevante cuando se espera que las condiciones de trabajo del lubricante tengan variaciones de temperatura y en estas situaciones, será necesario conocer la viscosidad que se espera en dos puntos diferentes de temperatura para calcular el cambio de viscosidad.

1.2.4. b. Densidad. La densidad de los aceites lubricantes está establecida para considerarse al peso de un determinado volumen a una temperatura de referencia que es de 15,6°C (60°F) dividido por el peso de igual volumen de agua. El valor de la densidad puede expresarse simplemente como el resultado de la operación anterior, o también, expresarse por los conocidos grados API ( $^{\circ}API$ ).

La medida de grados API para la densidad de los aceites lubricantes es una expresión de cuanto pesa un producto derivado del petróleo en relación con el agua. Si el producto derivado del petróleo es más liviano que el agua y flota sobre ella, su grado API será mayor a 10, si por el contrario el producto derivado del petróleo es más pesado que el agua y se asienta en el fondo cuando es vertido en ella, el grado API de ese producto será menor a 10.

1.2.4. c. Acidez. La prueba de acidez se realiza en cajas de engranajes, motores y turbinas a gas y lubricantes hidráulicos, esta prueba mide el Número Total de Ácidos (TAN) evidencia los ácidos orgánicos débiles y los ácidos inorgánicos débiles presentes en el aceite. Los aceites tienden a ser ácidos debido a que reaccionan con el oxígeno presente.

A temperaturas altas la reacción química del aceite con el oxígeno ocurre de manera más rápida y puede causar una disminución en la viscosidad del aceite, esto ocurre principalmente en los motores.

1.2.4. d. Basicidad. La basicidad se mide con el Número de Basicidad Total (TBN) y este indicará la reserva alcalina que neutraliza los ácidos producidos durante la combustión, esta reserva alcalina es de gran importancia debido a que es la encargada de la prevención de la corrosión en las piezas del motor.

1.2.4. e. Contenido de agua. Esta prueba indica la cantidad de agua presente en el lubricantes, esta es muy común y es muy dañina para la eficiencia del lubricante y del motor. La presencia de agua en el lubricante puede causar corrosión, menor lubricación y degradación acelerada del aceite. Cuando el agua se infiltra en tanques de almacenamiento, esta puede producir bacterias, moho y otros crecimientos microbiológicos que pueden obstruir los filtros y, por tanto, corroer los sistemas de combustible.

Las principales causas de infiltración de agua en los lubricantes dentro de las maquinarias pueden ser fugas de refrigerante y condensación de la humedad atmosférica.

1.2.4. f. Ferrografía. La prueba de Ferrografía sirve para determinar el desgaste de la maquinaria y el aceite lubricante, los tipos de contaminantes presentes en el aceite lubricante y el rendimiento del aceite lubricante, así como permite controlar el diagnóstico y el estado de la maquinaria.

1.2.4. g. Punto de congelación. El punto de congelación o punto de fluidez es la constante que indica la mínima temperatura a la que fluye el aceite lubricante por los circuitos lubricados. La determinación de esta característica consta de un tubo de ensayo en el cual se vierte una cantidad determinada de aceite lubricante y se somete a bajas temperaturas, este irá espesándose hasta llegar a un momento en el que este aceite no fluirá al momento de inclinar el tubo. La temperatura del aceite en ese momento determinará el punto de fluidez y al continuar enfriando aproximadamente 5 grados más abajo, se producirá la congelación total del aceite lubricante.

1.2.4. h. Punto de inflamación. El punto de inflamación de un aceite lubricante es determinado por la temperatura mínima a la cual los vapores desprendidos se inflaman en presencia de una chispa o una llama de modo continuo.

El punto de inflamación tiene una relevancia vital en los mecanismos donde el aceite debe trabajar a temperaturas elevadas como los motores de combustión interna, en estos el punto mínimo de inflamación debe ser de 215°C. En caso de que los lugares de trabajo del aceite lubricante tengan la temperatura ambiente o ligeramente superior, el factor del punto de inflamación no tiene mucho interés pues todos los aceites lubricantes superan por mucho esta temperatura.

1.2.4. i. Prueba de oxidación. Para la determinación de la resistencia a la oxidación de un aceite lubricante, se debe medir el volumen de oxígeno que se fija por reacción química en un peso dado de aceite en tiempos determinados de trabajo que pueden variar entre 20 y 45 horas y a una temperatura constante de 120°C y se emplea un catalizador un alambre de cobre electrolítico.

1.2.4. j. Prueba de corrosión. Para la prueba de resistencia a la corrosión se debe sumergir una lámina de cobre pulida en un volumen específico de la muestra de aceite lubricante y esta se calienta a una temperatura y tiempo específicos para el material usado. Una vez ha pasado el tiempo de calentamiento para el cobre, debe retirarse la lámina de la muestra de aceite lubricante, se lava y se procede a evaluar el color y el nivel de ataque sobre la lámina.

1.2.4. k. Prueba de dispersión. La prueba de dispersión mide la dispersancia que es la capacidad del aceite lubricante para mantener los residuos dispersos a lo largo del circuito lubricado evitando

que estos se acumulen y puedan causar obstrucciones por encostramiento. La capacidad dispersante de un aceite lubricante depende del aceite base, los aceites sintéticos tienen la mejor capacidad dispersante, sin embargo, puede agregarse un aditivo dispersante a las demás bases para mejorar esta capacidad.

1.2.4. l. Prueba de cizalladura. Para la determinación de esta prueba se realizan pruebas de viscosidad con diferentes muestras de aceite lubricante después de varias horas de trabajo de manera que pueda evidenciarse la resistencia a la cizalladura que representa la resistencia del aceite lubricante a los esfuerzos mecánicos que pueden ocasionar la ruptura de algunas moléculas lo que afecta su eficiencia.

1.2.4. m. Prueba de resistencia a la presión. Actualmente, no existe un equipo que pueda medir directamente la máxima o la mínima resistencia a la presión de una capa de aceite lubricante. En los laboratorios se pueden medir las diferentes propiedades (untuosidad, resistencia de la capa de aceites, alta presión, presión extrema) por medio de sus efectos y con la ayuda de los bancos de pruebas que permiten provocar variaciones en los factores susceptibles de influenciar por la resistencia a la presión.

#### ***1.2.5. Aceites y grasas de origen orgánico***

Los aceites y grasas de origen orgánico son provenientes de material vegetal y animal, están constituidos por triglicéridos que son ésteres de una molécula de glicerina con tres ácidos grasos.

**Tabla 4***Ácidos grasos*

Ácido graso	Num. De C	Enl. Dobles	Estructura
Láurico	12	-	CH <sub>3</sub> -(CH <sub>2</sub> ) <sub>10</sub> -COOH (coco y semillas de palma)
Mirístico	14	-	CH <sub>3</sub> -(CH <sub>2</sub> ) <sub>12</sub> -COOH (nuez moscada, coco y semillas de palma)
Palmitico (s)	16	-	CH <sub>3</sub> -(CH <sub>2</sub> ) <sub>14</sub> -COOH (animales, casi todos los aceites vegetales)
Esteárico (s)	18	-	CH <sub>3</sub> -(CH <sub>2</sub> ) <sub>16</sub> -COOH (animales, cacao y casi todos los aceites vegetales)
Araquídico	20	-	CH <sub>3</sub> -(CH <sub>2</sub> ) <sub>18</sub> -COOH (cacahuete)
Palmitoleico	16	1	CH <sub>3</sub> -(CH <sub>2</sub> ) <sub>5</sub> -CH=CH-(CH <sub>2</sub> ) <sub>7</sub> -COOH (animales y vegetales)
Oleico	18	1	CH <sub>3</sub> -(CH <sub>2</sub> ) <sub>7</sub> -CH=CH-(CH <sub>2</sub> ) <sub>7</sub> -COOH (aceituna y almendra)
Linoleico	18	2	CH <sub>3</sub> -(CH <sub>2</sub> ) <sub>4</sub> -CH=CH-CH <sub>2</sub> -CH=CH-(CH <sub>2</sub> ) <sub>7</sub> -COOH (aceituna, girasol, soja)
Linolénico	18	3	CH <sub>3</sub> -CH <sub>2</sub> -CH=CH-CH <sub>2</sub> -CH=CH-CH <sub>2</sub> -CH=CH-(CH <sub>2</sub> ) <sub>7</sub> -COOH (lino)
Araquidónico	20	4	CH <sub>3</sub> -(CH <sub>2</sub> ) <sub>4</sub> -(CH=CH-CH <sub>2</sub> ) <sub>3</sub> -CH=CH-(CH <sub>2</sub> ) <sub>3</sub> -COOH (vegetales)
Erúxico	22	1	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>7</sub> CH=CH(CH <sub>2</sub> ) <sub>11</sub> COOH (colza, uva)

*Nota.* la tabla muestra los ácidos grasos más comunes de los triglicéridos con su estructura y sus orígenes. Tomado de: *Química orgánica industrial: Tecnología de grasas, aceites y ceras.* [En línea] Disponible: <https://www.eii.uva.es/organica/qoi/tema-02.php>. [Accedido: May.7,2023]

La mayoría de los ácidos grasos tiene un número par de átomos de carbono. Los ácidos grasos insaturados son, en la mayoría de los casos, isómeros cis, la presencia de los dobles enlaces cis altera la forma lineal de los ácidos grasos y les proporciona una forma angular lo que hace que presenten un mayor empaquetamiento y tengan puntos de fusión más elevados.

Cuanto mayor es el número de dobles enlaces en la estructura de los aceites y grasas, más inestable es el producto a la presencia del oxígeno del aire, esto hace que se formen hidroperóxidos y estos a su vez, forman aldehídos y cetonas lo que causa el sabor y aroma rancio de algunas grasas y aceites, aunque estos se encuentren en cantidades muy pequeñas.

### **1.2.6. Pruebas fisicoquímicas para aceites de origen orgánico**

1.2.6. a. Índice de acidez. Esta indica la cantidad de ácidos grasos, principalmente el ácido oleico. Los ácidos grasos presentes en la muestra, en condiciones de pH<7,0 reaccionan con un cromógeno desarrollando un color cuya densidad óptica, medida a 630 nm es proporcional a la concentración de acidez de la grasa.

1.2.6. b. Prueba de solubilidad. Como los lípidos son moléculas apolares y sin carga eléctrica tiene una característica particular y esta es su solubilidad, pues son insolubles en agua y solubles en solventes orgánicos (ácido acético glacial, éter de petróleo, cloroformo, entre otros) y en otros lípidos.

Hay algunos solventes que tiene un grado de polaridad como los alcoholes que presentan cierta polaridad en su grupo hidroxilo haciéndolos inmiscibles en los aceites, se espera que se formen dos capas debido a su densidad.

1.2.6. c. Prueba de ignición. Esta prueba consiste en acercar una muestra del aceite a una llama constante para observar la reacción en cuanto a su inflamabilidad, color aparente, vapores desprendidos y residuos después de la incineración, de esta manera se podrán medir las diferentes temperaturas a las que ocurre cada uno de estos fenómenos.

1.2.6. d. Índice de refracción. El índice de refracción es la relación de la velocidad de la luz en el vacío y la velocidad de la luz en el medio en el cual se calcula el índice, en el caso de las grasas y aceites, el índice de refracción aumenta con el grado de insaturación de los ácidos grasos contenidos en la muestra estudiada.

1.2.6. e. Índice de peróxidos. El índice de peróxidos mide el estado de oxidación inicial de un aceite y se expresa en miliequivalentes de oxígeno activo por kilogramo de grasa. Los peróxidos se originan, si el aceite no está protegido de la luz solar y del calor, como consecuencia el índice se peróxidos será mayor y disminuirá la capacidad antioxidante de los aceites.

1.2.6. f. Índice de yodo. El índice de yodo se refiere al número de insaturaciones presentes en un aceite o grasa y sirve para evaluar la calidad y pureza de la grasa o el aceite a estudiar. Este corresponde a la cantidad de yodo en gramos que reacciona con 100 g de cualquier grasa o aceite, saturando sus dobles enlaces.

Entre mayor sea la cantidad de yodo que reacciona con la grasa o aceite, mayor es la cantidad de dobles enlaces presentes en este y entre más alto sea el índice de yodo, menos estable es el producto a la oxidación.

1.2.6. g. Índice de saponificación. El índice de saponificación es la cantidad de hidróxido de potasio que se requiere para saponificar los ácidos grasos libres y combinados presentes en un gramos de grasa o de aceite y también ofrece una medida del peso molecular promedio de los triglicéridos que componen los ácidos grasos presentes en el aceite o grasa a estudiar.

Los ácidos grasos de cadena corta consumen mayor cantidad de hidróxido de potasio, lo que indica que tendrán un índice de saponificación mayor en comparación con los ácidos grasos de cadena larga que presentarán menores índices de saponificación.

### **1.3. Marco legal**

#### ***1.3.1. Aceites y grasas de origen orgánico***

Resolución 2154 de 2012 por la cual se establece el reglamento técnico sobre los requisitos sanitarios que deben cumplir los aceites y grasas de origen vegetal o animal que se procesen, envasen, almacenen, transporten, exporten, importen y/o comercialicen en el país, destinados para el consumo humano y se dictan otras disposiciones.

1.3.1. a. Aceites de origen orgánico. Los aceites de forma líquida deben cumplir con las siguientes condiciones generales:

1. El color, olor y sabor debe ser característico de cada producto.
2. El producto debe estar exento de olores y sabores extraños o rancios.
3. No se deben exceder los límites máximos de residuos de plaguicidas (LMR) en alimentos para consumo humano y en piensos o forrajes establecidos en la resolución 2906 de 2007 o en la norma que la modifique, adicione o sustituya.
4. Se deben cumplir los límites máximos establecidos en las normas nacionales o en las del *Codex Alimentarius* para los contaminantes.
5. No deben contener sustancias extrañas que puedan originar reacciones químicas, físicas o biológicas dentro del producto pues pueden ocasionar características nocivas a la salud.
6. Se permite cualquiera de los siguientes procesos tecnológicos o nuevos desarrollos tecnológicos de forma que se asegure el cumplimiento de los establecido en el presente reglamento técnico:
  - La clarificación por un proceso mecánico: sedimentación, centrifugación o filtración.
  - Se permite el desgomado enzimático, empleando sales, ácidos o álcalis autorizados.
  - Se permite la neutralización con soluciones acuosas alcalinas o el empleo de disolventes autorizados mediante el arrastre al vacío por vapor de agua o un gas inerte o destilación de alto vacío.
  - Se permite la decoloración por tratamiento con tierras decolorantes y carbón activado.

- Se permite la desodorización por tratamiento en corriente de vapor de agua a presión reducida.
  - Se permite el fraccionamiento por enfriamiento y separación.
  - En todos los depósitos de aceites sólidos, semisólidos y de alta viscosidad, deben instalarse sistemas de calefacción de tal manera que el producto se mantenga líquido y homogéneo cuando sea transferido o descargado.
7. En la elaboración de aceites comestibles (puros y mezclas), se podrán utilizar los aditivos establecidos en la reglamentación que para tal efecto expida el Ministerio de Salud y Protección Social.

1.3.1. b. Grasas de origen orgánico. Las grasas en estado sólido y semisólido deben cumplir con las siguientes condiciones generales:

1. El olor, color y sabor debe ser característico del producto.
2. El producto debe estar exento de olor y sabor extraño o rancio.
3. Las grasas de origen animal deben proceder de animales que estén en buenas condiciones de salud en el momento de su sacrificio y sean aptos para el consumo humano.
4. No deben exceder los límites máximos de residuos de plaguicidas (LMR) establecidos en la resolución 2906 de 2007, o en la norma que la modifique, adicione o sustituya.
5. Se debe cumplir con los límites máximos establecidos en las normas nacionales o en las del *Codex Alimentarius* para los contaminantes.
6. Las grasas no deben contener sustancias extrañas que en el producto originen reacciones químicas, físicas o biológicas que ocasionen características nocivas para la salud.
7. Se permite cualquiera de los siguientes procesos tecnológicos o nuevos desarrollos tecnológicos de forma que se asegure el cumplimiento de los establecido en el presente reglamento técnico:
  - La clarificación por un proceso mecánico como sedimentación, centrifugación, o filtración.
  - Se permite el desgomado enzimático, por el empleo de sales, ácidos o álcalis autorizados.
  - Se permite la neutralización empleando soluciones alcalinas o el empleo de disolventes autorizados, mediante arrastre al vacío con vapor de agua, gas inerte o destilación de alto vacío.
  - Se permite la decoloración por tratamiento con tierras decolorantes y carbón activado.

- Se permite la desodorización por tratamiento en corriente de vapor de agua a presión reducida.
  - Se permite el fraccionamiento por enfriamiento y separación.
8. En el caso de elaboración de grasas comestibles, margarinas y esparcibles, se autoriza el tratamiento de grasas por procedimientos tales como la hidrogenación, inesterificación y fraccionamiento.
  9. En la elaboración de grasas comestibles, margarinas, esparcibles, aliñado graso, preparado graso y otros productos grasos se podrán utilizar los aditivos establecidos en la reglamentación que para tal efecto expida el Ministerio de Salud y Protección Social.

### ***1.3.2. Aceites lubricantes***

Norma Técnica Colombiana 1295

*Petróleo y sus derivados. Aceites lubricantes para cárter de motores de combustión interna a gasolina, a operación dual gasolina/gas natural para vehículos (cuatro tiempos) y Diesel (cuatro y dos tiempos)*

Esta norma establece los requisitos que deben cumplir y los ensayos a los cuales deben someterse los lubricantes para cárter en motores de combustión interna, tanto los de encendido por chispa como los de encendido por compresión, que operan bajo las condiciones de las categorías del API: SF, SG, SH, SJ, SL, SM, SN, CF, CF-2, CF-4, CG-4, CH-4, CI-4, CI-4 PLUS y CJ-4.

Igualmente cubre los requisitos que deben cumplir y los ensayos a los cuales deben someterse los lubricantes para cárter en motores de combustión interna que operan bajo las condiciones de las categorías ILSAC: GF-2, GF-3, GF-4 y GF-5. Esta norma establece la clasificación y especificaciones que deben cumplir los aceites lubricantes para motores de combustión interna a gasolina, a operación dual gasolina/gas natural para vehículos de cuatro tiempos y Diesel de dos y cuatro tiempos, según su nivel de comportamiento y servicios típicos.

## 2. METODOLOGÍA Y EXPERIMENTACIÓN

### 2.1. Métodos de extracción de aceite esencial de naranja

A continuación, se presentan los métodos más utilizados para la extracción de aceites esenciales y posteriormente se realizará la selección de dos de estos para realizar la experimentación.

#### 2.1.1. *Prensado en frío*

Este procedimiento se aplica industrialmente para la extracción de aceites esenciales de la piel de frutas cítricas: naranja, limón, toronja, mandarina.

Este proceso consiste en prensar de forma mecánica la piel de las frutas con diferentes dispositivos. Junto con el aceite esencial se pueden obtener otras sustancias como colorantes liposolubles, proteínas, pectinas, entre otras sustancias por lo que el aceite esencial debe ser separado por el método de decantación y filtración.

Otro método de trabajo es picar la piel de las frutas y posteriormente se debe centrifugar. El aceite esencial se separa y se filtra. Un último método es punzar la superficie de la piel de las frutas con agujas y se pasa un flujo de agua sobre ella de manera que este flujo recoja el aceite y posteriormente pueda separarse por medio de decantación y filtración.

#### 2.1.2. *Hidrodestilación*

Durante este proceso se requiere que la piel de la fruta se encuentre en constante contacto con el agua de destilación de manera que los compuestos volátiles se difundan dentro de las células vegetales en el agua. El orden de destilación de los compuestos depende de la polaridad de la molécula y no de su volatilidad.

Los compuestos oxigenados de los aceites esenciales son el primer destilado en comparación con los compuestos hidrocarbonados, también los compuestos oxigenados presentan una velocidad de difusión mayor a la de los compuestos hidrocarbonados.

#### 2.1.3. *Extracción con fluidos supercríticos*

La extracción con fluidos supercríticos combina las características de la extracción con solventes y destilación con arrastre de vapor de agua.

Desde hace algún tiempo se conoce que los gases comprimidos a su estado líquido o supercrítico tiene propiedades de solventes y a su vez, una alta difusión; esto los hace convenientes para su uso

en la extracción de sustancias odorantes o similares que se encuentren contenidas en materias vegetales.

El estado supercrítico aparece a temperaturas y presiones más altas del punto crítico de una sustancia en particular; en este estado, las fases de líquido y vapor coexisten en un solo estado, estando en un equilibrio termodinámico.

Uno de los gases más usados en este método es el CO<sub>2</sub> en su estado supercrítico pues tiene una temperatura crítica de 31,1°C que no daña en absoluto los compuestos activos en el aceite esencial y una presión crítica de 73,8 bar, que es relativamente fácil de alcanzar.

#### ***2.1.4. Destilación por arrastre de vapor***

En este procedimiento, el vapor de agua se genera dentro de la llamada caldera de vapor, de esta manera el calentamiento del material vegetal es uniforme, la degradación del aceite esencial será eliminada debido a que el material vegetal no tiene contacto con la pared del destilados y el flujo de vapor puede dirigirse al sentido donde es más conveniente.

#### ***2.1.5. Destilación con solvente***

A escala laboratorio, este proceso se realiza por medio del equipo Soxhlet, el cual se define como la acción de separar con un líquido una fracción específica de una muestra, dejando el resto lo más íntegro posible.

Entre los solventes orgánicos más usados para la extracción de aceites esenciales por este método se encuentran el éter dietílico, hexano, ciclohexano, etanol, acetato de metilo, 1-butanol, 2-butanol, metil cetona, diclorometano, metil-1-propanol y propanol, es necesario tener en cuenta que hay algunas restricciones de uso para no sobrepasar los límites de residuos que estos puedan dejar en los productos obtenidos.

### **2.2. Selección de dos métodos de extracción**

Para la selección de dos métodos de extracción de aceite esencial de naranja se tendrá en cuenta la disponibilidad de materiales, equipos y reactivos en los laboratorios de la universidad, el tiempo de ejecución y la disposición de los recursos, es decir, que método será el que no genere desperdicios ni residuos peligrosos y se otorgará un puntaje a cada uno de estos criterios de manera que se realizará una sumatoria de cada uno de los criterios y los dos métodos que tengan el puntaje

más alto serán los que se llevarán a cabo en la etapa de experimentación para la extracción de aceite esencial de naranja.

A continuación, se presenta la matriz de selección de dos métodos de extracción

**Figura 4**

*Matriz cualitativa de selección de dos métodos de extracción de aceites esenciales*

Proceso	Disponibilidad	Tiempo de ejecución	Disposición de recursos
Prensado en frío	Este método se usa principalmente a escala industrial por lo que los equipos no se encuentran disponibles	Aproximadamente 5 horas	Debido a que no se requieren reactivos especiales, no se generan desechos peligrosos
Hidrodestilación	La universidad cuenta con los materiales disponibles, sin embargo se ocupa mucho espacio	Aproximadamente 5 horas	Alto gasto energético para mantener las condiciones de calentamiento
Arrastre de vapor	La universidad cuenta con los materiales, ocupa menos espacio que la hidrodestilación	Aproximadamente 4 horas	Alto gasto energético para mantener el calentamiento, bajo gasto de agua refrigerante
Extracción con fluidos supercríticos	La universidad no cuenta con los materiales ni con los equipos para la ejecución de este método	Aproximadamente 5 horas	Alto gasto energético para mantener las condiciones supercríticas
Destilación con solvente	La universidad cuenta con los materiales, no ocupa mucho espacio lo que permite realizar varios montajes simultáneos	Aproximadamente 3 horas	Bajo gasto de energía para mantener las condiciones de calentamiento, bajo gasto de agua refrigerante

*Nota.* La tabla muestra la selección de dos métodos de extracción de aceite esencial teniendo en cuenta diferentes parámetros para iniciar la etapa experimental del proyecto.

**Tabla 5**

*Matriz cuantitativa de selección de dos métodos de extracción de aceites esenciales*

Proceso	Disponibilidad	Tiempo de ejecución	Disposición de recursos	Total
Prensado en frío	1	3	3	7
Hidrodestilación	3	3	3	9
Arrastre de vapor	5	4	3	12
Extracción con fluidos supercríticos	1	3	2	6
Destilación con solvente	5	5	4	14

*Nota.* La tabla muestra la selección de dos métodos de extracción de aceite esencial teniendo en cuenta diferentes parámetros para iniciar la etapa experimental del proyecto.

En este caso los dos métodos de extracción de aceites esenciales con mayor puntaje de acuerdo con los parámetros establecidos son extracción con arrastre de vapor de agua y destilación con solvente con montaje Soxhlet.

## **2.3. Experimentación**

### **2.3.1. Pretratamiento de la materia prima**

Se recolectó la materia prima (cáscara de naranja) de comerciantes informales y restaurantes ubicados en la localidad de Kennedy que ofrecen en sus productos el jugo de naranja, así como de preparaciones propias.

A la materia prima se le realiza un tratamiento que consiste en retirar los residuos de pulpa y retirar el mesocarpo o albedo de la fruta, de esta manera queda el endocarpo que es el que será utilizado para la extracción del aceite, este debe ser lavado y secado, para el secado no es necesario aplicar calor de ninguna manera, basta con utilizar un paño absorbente limpio y seco.

Una vez la materia prima se ha secado esta se corta en pequeños trozos de aproximadamente 2 cm de largo por 2 cm de alto.

### ***2.3.2 Destilación por arrastre de vapor***

Para el desarrollo de este método se emplearon los siguientes materiales, equipos y reactivos: matraz de fondo redondo 250 ml (2), plancha de calentamiento (2), erlenmeyer 250 ml (1), tapones de caucho (2), condensador (1), alargadera (1), tubo de vidrio para tapón (1), termómetro (1), mangueras, pinzas, nueces, soportes, agua y material vegetal para la extracción de aceites esenciales.

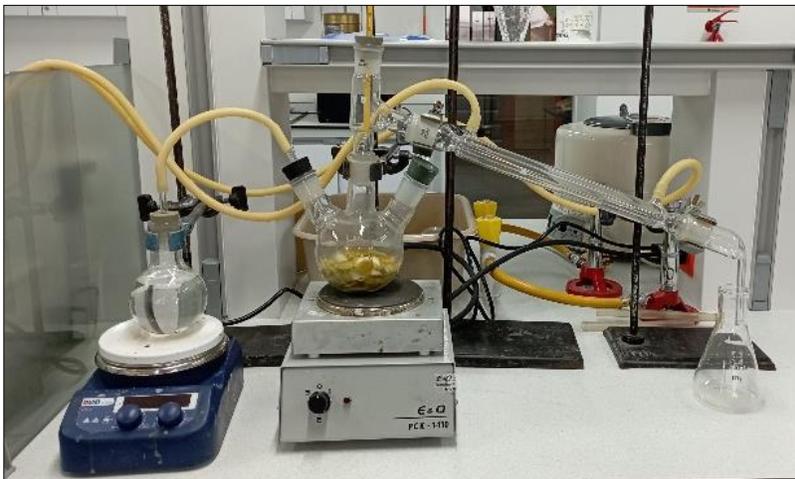
La destilación por arrastre de vapor consiste en 7 pasos:

1. Se carga el matraz destilador con 45g de la materia prima preparada.
2. Se introduce la cantidad de agua necesaria en el matraz generador de vapor, en este caso se usan 250 ml.
3. Se colocan los tapones de cierre en los matraces.
4. Se encienden las planchas de calentamiento que serán las fuentes de calor para el proceso.
5. En el momento en el que inicie la ebullición del agua y el vapor ingrese al matraz destilador se debe abrir el paso de agua refrigerante en el condensador.
6. Se debe tomar el tiempo de operación después de la caída de la primera gota de destilado en el erlenmeyer de recogida.
7. Cuando se obtenga el destilado total, debe separarse el aceite esencial del agua y para esto se utiliza un embudo de decantación.

Se realiza el montaje del sistema para realizar la extracción del aceite

## Figura 5

### *Montaje para extracción con arrastre de vapor*



*Nota. La figura muestra el montaje con los equipos necesarios para realizar la extracción de aceite esencial por el método arrastre de vapor de izquierda a derecha se encuentran plancha de calentamiento y balón generador de vapor, plancha de calentamiento y balón de material vegetal, condensador, alargadera y erlenmeyer.*

Se pueden identificar las zonas de todo el montaje de izquierda a derecha, se encuentran, zona de generación de vapor, zona de destilación, zona de condensación y zona de recogida.

En la zona de generación de vapor, se produce el vapor de agua que alimenta todo el proceso, se compone principalmente del matraz generador lleno con agua y una plancha de calentamiento que es la que proporcionará el calor necesario para llevar el agua a ebullición de tal manera que pueda generarse el vapor de trabajo.

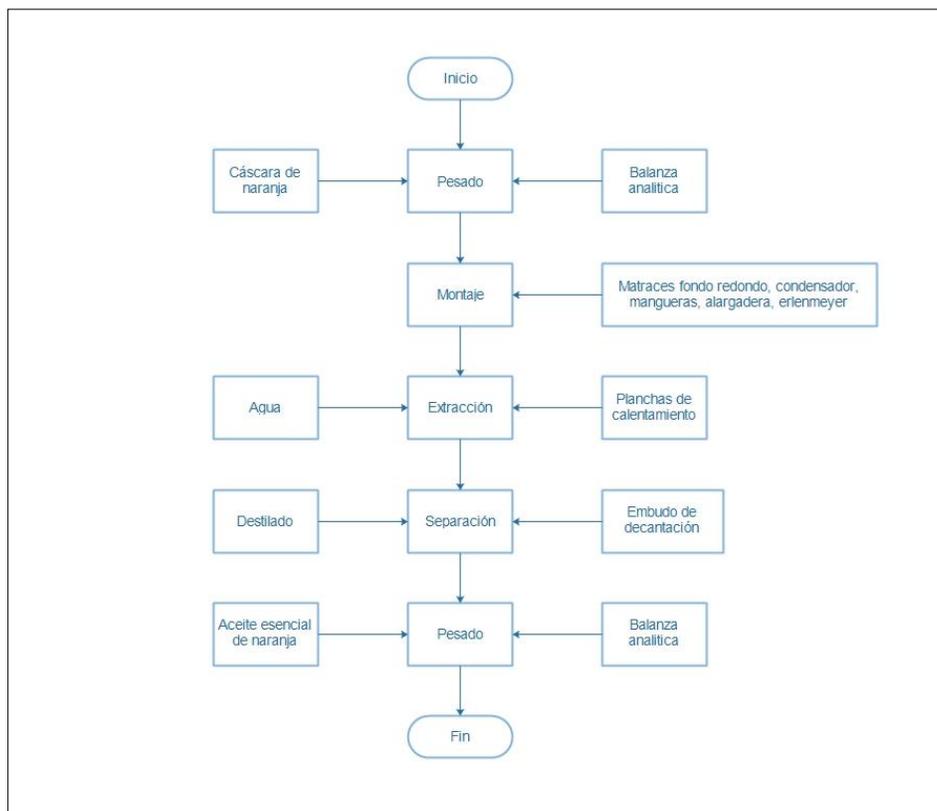
En la zona de destilación se encuentra la materia prima de la cual se extraerá el aceite, en este caso la cáscara de naranja, más precisamente el endocarpo, esta zona está compuesta por un matraz destilador de 250 ml que se encuentra conectado a la zona anterior mediante una manguera de manera que el vapor llegue a la parte inferior del matraz. Es indispensable que el vapor de agua tenga una correcta distribución dentro del matraz destilador, de manera que toda la materia prima tenga contacto con el mismo.

En la zona de condensación, se condensan los vapores obtenidos dentro del matraz destilador en un tubo condensador, el cual usa como refrigerante agua en contracorriente al vapor.

Finalmente, en la zona de recogida, se colecta el destilado obtenido, es decir el aceite y el agua condensada, esta zona se compone de un erlenmeyer colector y un codo de vidrio o alargadera que tiene una pequeña abertura de manera que el proceso pueda llevarse a cabo a presión atmosférica.

**Figura 6**

*Diagrama de flujo del proceso de extracción por arrastre de vapor*



*Nota.* El diagrama muestra el proceso resumido para la extracción por el método de arrastre con vapor.

2.3.2. a. Resultados. El tiempo que tardó en caer la primera gota del destilado fue de 1 hora y 38 minutos, posteriormente el tiempo que tardó en caer el resto del destilado fue de 1 hora y 3 minutos.

Después de realizar la separación del aceite esencial y el agua, se obtuvo un total de 3,87g de aceite esencial.

Posteriormente se realizó el procedimiento de arrastre de vapor dos veces más con 50g y 55g de materia prima para obtener un aceite con mayor concentración, sin embargo, estos dos ensayos no fueron exitosos pues el calor proporcionado al matraz destilador fue mayor al del matraz generador de vapor lo que provocó que la materia prima se quemara y por lo tanto el aceite también sufrió daños pues no entró en contacto con el vapor proveniente de la zona de generación de vapor.

En este caso se obtuvo un aceite con olor ahumado y color muy oscuro y en menor cantidad que en el primer ensayo, después de la separación por decantación, se obtuvo un total de 1,49g y 2,06 respectivamente de aceite esencial en condiciones no optimas por lo que no podrá ser usado para la formulación del aceite lubricante, pues puede contener compuestos no deseados que puedan afectar la salud del lubricante y por consiguiente su efectividad.

**Tabla 6**

*resultados de los ensayos de extracción con arrastre de vapor*

Montaje	Masa de carga (g)	Cantidad de aceite obtenido
1	45	3,87
2	50	1,49
3	55	2,06

*Nota. La tabla muestra los resultados de cada uno de los ensayos realizados para la extracción de aceite con el método de arrastre de vapor.*

El tiempo total de los ensayos por este método fue aproximadamente de 8 horas.

A continuación, se presenta el tratamiento estadístico a la extracción con solvente, en este caso se usó la varianza como método de dispersión de datos.

**Tabla 7**

*Tratamiento estadístico de la extracción con arrastre de vapor*

media	varianza
2,473	1,029

*Nota.* La tabla muestra la dispersión de datos a través del método de varianza aplicado a los datos obtenidos del método de extracción con arrastre de vapor.

En este caso se puede observar una dispersión de datos pequeña, sin embargo, se muestra que la cantidad de aceite obtenido es muy pequeña de acuerdo con la cantidad de materia prima utilizada lo cual genera una media de 2,47 y esto indica que el método de arrastre de vapor no es muy efectivo, esto también indica que es más propenso a fallar como ocurrió en los dos últimos ensayos ejecutados en los cuales el aceite resultante no estaba en las condiciones necesarias para la formulación del lubricante.

### **2.3.3. Destilación con solvente**

Para el desarrollo de este método se emplearon los materiales, equipos y reactivos a continuación: matraz aforado de fondo plano 250 ml (2), digestor Soxhlet de 100 ml (2), condensador de bolas (2), plancha de calentamiento (2), perlas de ebullición, papel filtro, mangueras, alcohol etílico al 96% y material vegetal para la extracción de aceites esenciales.

Se realiza el montaje del sistema Soxhlet para extracción con solvente

## Figura 7

### *Montaje para extracción por destilación con solvente*



*Nota. La figura muestra el montaje con los equipos necesarios para la extracción de aceites esenciales por el método de destilación con solvente de arriba hacia abajo condensador, digestor soxhlet, balón de destilación y plancha de calentamiento.*

El método de extracción de aceites esenciales por destilación con solvente consta de 7 pasos:

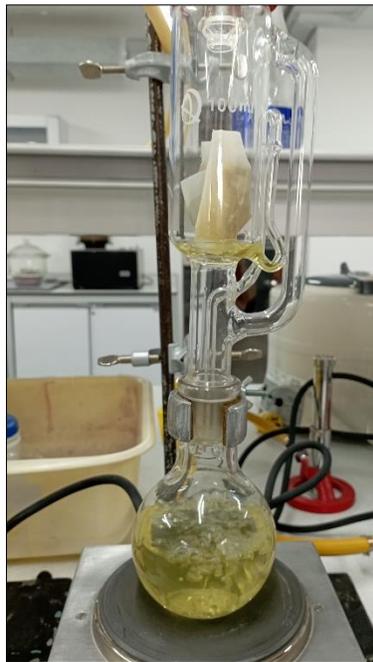
1. En el matraz de fondo redondo se debe introducir la cantidad necesaria de solvente, en este caso 150 ml de alcohol etílico al 96% y adicionar 15 perlas de ebullición.
2. En un papel filtro doblado en forma de bolsillo se debe colocar el material vegetal que se va a usar para la extracción del aceite esencial, en este caso se colocan 15 g de la cáscara de naranja previamente tratada.
3. El papel filtro lleno con la materia prima se introduce en el digestor Soxhlet y este se encaja en la boca del matraz lleno previamente con el solvente.

4. Empezar a calentar el matraz con la plancha de calentamiento graduando la cantidad de calor para impedir la ebullición violenta del alcohol.
5. Abrir el paso de agua refrigerante en el condensador de bolas.
6. Continuar el calentamiento durante una hora aproximadamente. Al cabo de este tiempo el alcohol habrá extraído gran parte de los compuestos fijos del material vegetal.
7. Comprobar el color.

Se realizan 3 ciclos del proceso de manera que el aceite resultante tenga una mayor concentración.

### **Figura 8**

*Primer ciclo del proceso de extracción  
con solvente*



*Nota. La figura muestra el resultado del primer ciclo del proceso de extracción de aceite esencial por el método de destilación con solvente.*

## Figura 9

*Segundo ciclo del proceso de extracción con solvente*



*Nota. La figura muestra el resultado del segundo ciclo del proceso de extracción de aceite esencial por el método de destilación con solvente.*

## Figura 10

*Tercer ciclo del proceso de extracción con solvente*



*Nota. La figura muestra el resultado del segundo ciclo del proceso de extracción de aceite esencial por el método de destilación con solvente.*

Simultáneamente se realizan dos montajes de Soxhlet adicionales para obtener una mayor cantidad de aceite concentrado en menor tiempo.

## Figura 11

### *Montajes adicionales de Soxhlet*



*Nota.* La figura muestra los montajes adicionales realizados para la extracción de aceite esencial por el método de destilación con solvente.

**Tabla 8***Especificaciones de los montajes Soxhlet*

Montaje	Masa de carga (g)	Solvente	Volumen de solvente (ml)	Ciclos	Tiempo promedio por ciclo	Cantidad de aceite obtenido (g)
1	15	Etanol al 96%	150	3	30:25:00	5,9
2	15	Etanol al 96%	150	3	28:54:00	5,8
3	15	Etanol al 96%	150	3	25:47:00	6,2
4	15	Etanol al 96%	150	3	27:13:00	5,8
5	15	Etanol al 96%	150	3	24:10:00	5,9
6	15	Etanol al 96%	150	3	23:58:00	6,1

*Nota.* La tabla muestra las especificaciones de entrada y salida durante el proceso de extracción de aceite esencial por el método de destilación con solvente.

Una vez se obtiene el destilado es necesario realizar una separación pues el aceite se encuentra mezclado con el solvente que en este caso es el etanol al 96%. Para esta separación se hace uso de un equipo roto evaporador y este debe calibrarse con una temperatura de 50°C y 100 rpm de manera que el etanol pueda ser separado del producto de interés, es decir, el aceite esencial.

El tiempo de este proceso de separación es de 30 minutos y el etanol separado no puede ser reutilizado para procesos que lo requieran puro, pues puede contener trazas de aceite, así como de pectinas, este puede usarse para la desinfección de superficies o puede pasar por un proceso de purificación de manera que pueda reutilizarse para otro tipo de ensayos o prácticas de laboratorio.

## Figura 12

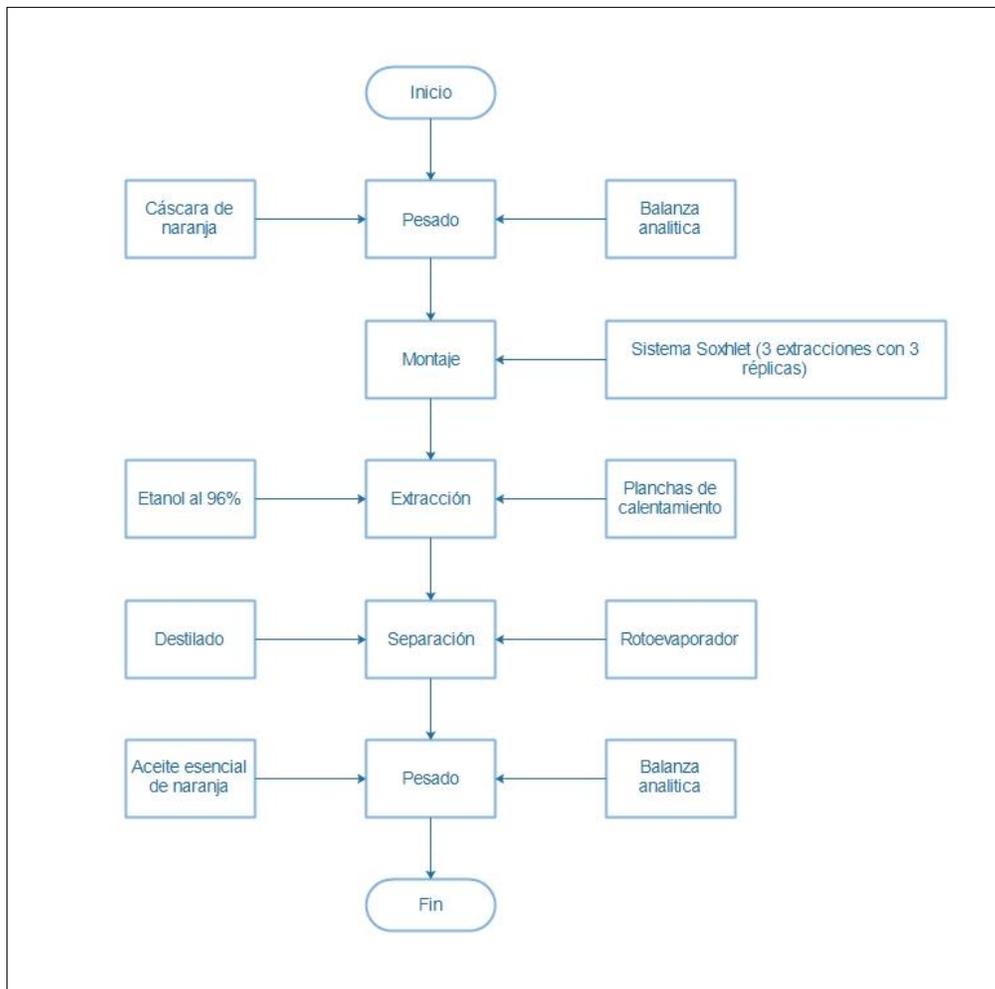
*Equipo roto evaporador para la separación del aceite esencial y el solvente*



*Nota. La figura muestra el equipo usado para la separación del destilado obtenido del proceso anterior de extracción con solvente.*

**Figura 13**

*Diagrama de flujo del proceso de extracción por destilación con solvente*



*Nota.* El diagrama muestra el proceso resumido para la extracción por el método de destilación con solvente.

2.3.3. a. Resultados. Después de realizar la separación del aceite esencial y el etanol, se obtuvo un total de 5,9 g aproximadamente de aceite esencial por cada uno de los montajes soxhlet, se realizaron 6 montajes por lo que en total el aceite obtenido fue 35,4 g con una alta concentración debido a los 3 ciclos de extracción realizados en cada montaje.

El método de extracción de aceite esencial por destilación con solvente fue más efectivo que el de arrastre con vapor pues todos los ensayos resultaron satisfactorios y se obtuvo una mayor cantidad de aceite en menor tiempo.

El aceite obtenido no presenta ningún olor o textura extraños que impidan su uso para la formulación del aceite lubricante por lo que será utilizado con tranquilidad para las pruebas de caracterización fisicoquímicas y para la formulación del aceite lubricante.

A continuación, se presentará el tratamiento estadístico a la experimentación de extracción con solvente, en este caso se realizó la varianza como método de dispersión de datos

**Tabla 9**

*Tratamiento estadístico de la extracción con solvente*

media	varianza
5,95	0,0225

*Nota.* La tabla muestra la dispersión de datos a través del método de varianza aplicado a los datos obtenidos del método de extracción con solvente.

En este caso se puede observar que la dispersión de datos es pequeña y con una media de 5,95, esto se debe a que cada una de las extracciones realizadas en los montajes de soxhlet dio como resultado una cantidad de aceite muy cercana entre sí, esto debido a que las características de las frutas usadas como materia prima eran muy similares, esto es importante para mantener el rendimiento en cada una de las extracciones.

## **2.4. Caracterización fisicoquímica del aceite de naranja**

Una vez obtenido el aceite se realiza la caracterización fisicoquímica de este, de esta manera podrá compararse con las características fisicoquímicas de los lubricantes convencionales para determinar si este tendrá la misma eficacia.

### **2.4.1. Densidad**

Los materiales y reactivos necesarios para la determinación de esta característica son: picnómetro de 25ml, balanza analítica y aceite esencial de naranja obtenido por los procesos descritos anteriormente.

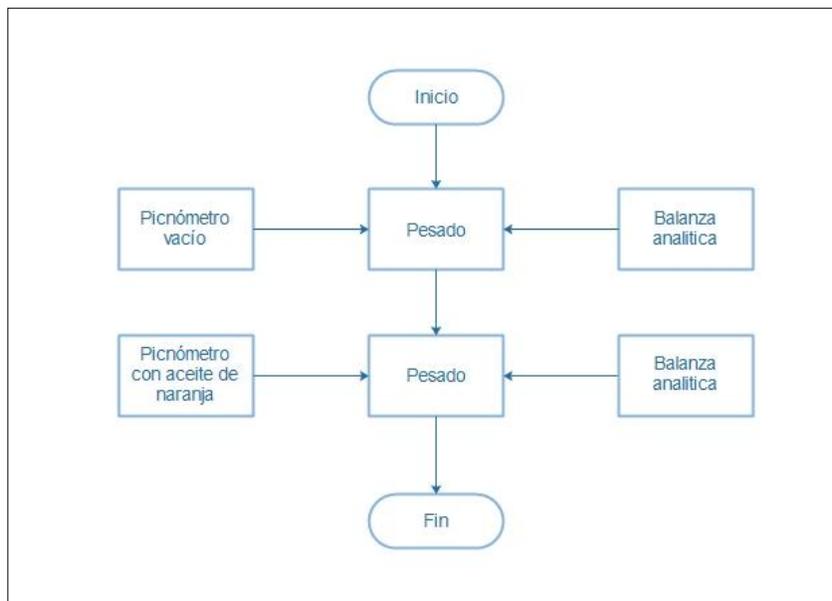
La determinación de la densidad del aceite obtenido consta de 4 pasos:

1. Se pesa el picnómetro vacío y seco.

2. Se llena el picnómetro con el aceite a estudiar y se pesa.
3. Se restan los pesos registrados.
4. Se halla la densidad.

**Figura 14**

*Diagrama de flujo del proceso de determinación de densidad.*



*Nota.* El diagrama muestra el proceso resumido para la determinación de la densidad del aceite esencial obtenido.

2.4.1. a. Resultados. El picnómetro usado tenía un volumen de 25 ml y el peso registrado de este vacío y seco fue de 17,6 g y el peso del picnómetro lleno con el aceite esencial de naranja registrado fue de 39,6.

Se calcula la masa del aceite restando la masa del picnómetro vacío a la masa del picnómetro lleno, entonces:

$$39,6\text{g} - 17,6\text{g} = 22\text{g}$$

Se calcula la densidad con la fórmula

$$\rho = \frac{m}{v}$$

Donde m corresponde a la masa del aceite obtenido.

Donde  $v$  corresponde al volumen del picnómetro

Donde  $\rho$  corresponde a la densidad

Entonces

$$\rho = \frac{22 \text{ g}}{25 \text{ ml}}$$

$$\rho = 0,88 \text{ g/ml}$$

#### **2.4.2. Determinación de pH**

Los materiales, equipos y reactivos necesarios para la determinación del pH son: papel tornasol con su empaque, pHmetro y aceite esencial de naranja obtenido por medio de los procesos descritos anteriormente.

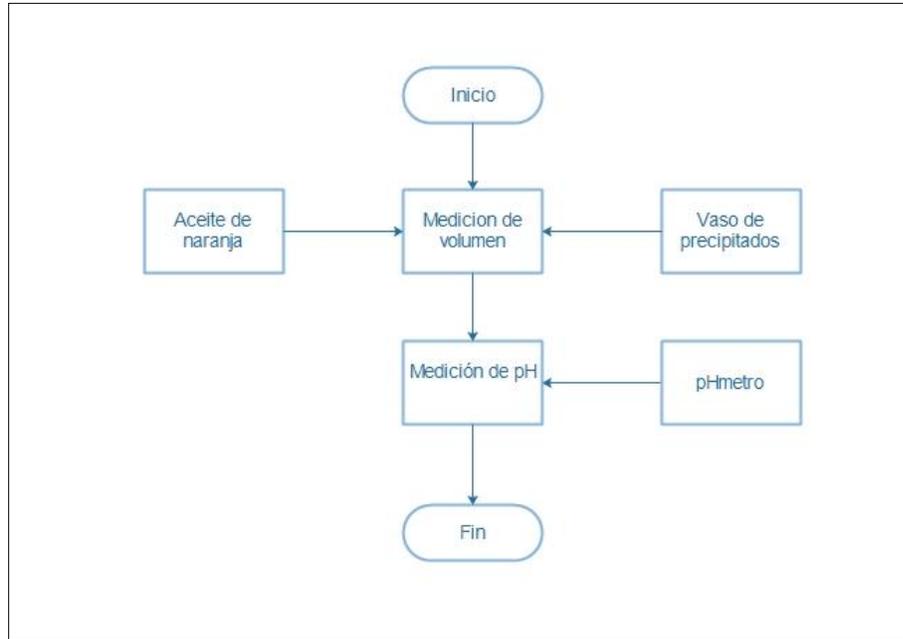
La determinación del pH del aceite se realiza con dos métodos diferentes, uno es con pHmetro y el otro es con papel tornasol.

2.4.2. a. pHmetro. La determinación de la densidad usando pHmetro consta de 5 pasos:

1. En un vaso de precipitados de 100ml agregar una cantidad del aceite a estudiar.
2. Introducir el pHmetro en la muestra.
3. Esperar que el dispositivo muestre el valor y que este sea constante, mínimo 15 segundos.
4. Documentar el valor.
5. Realizar 3 réplicas para determinar un promedio correcto.

**Figura 15**

*Diagrama de flujo del proceso de determinación de pH.*



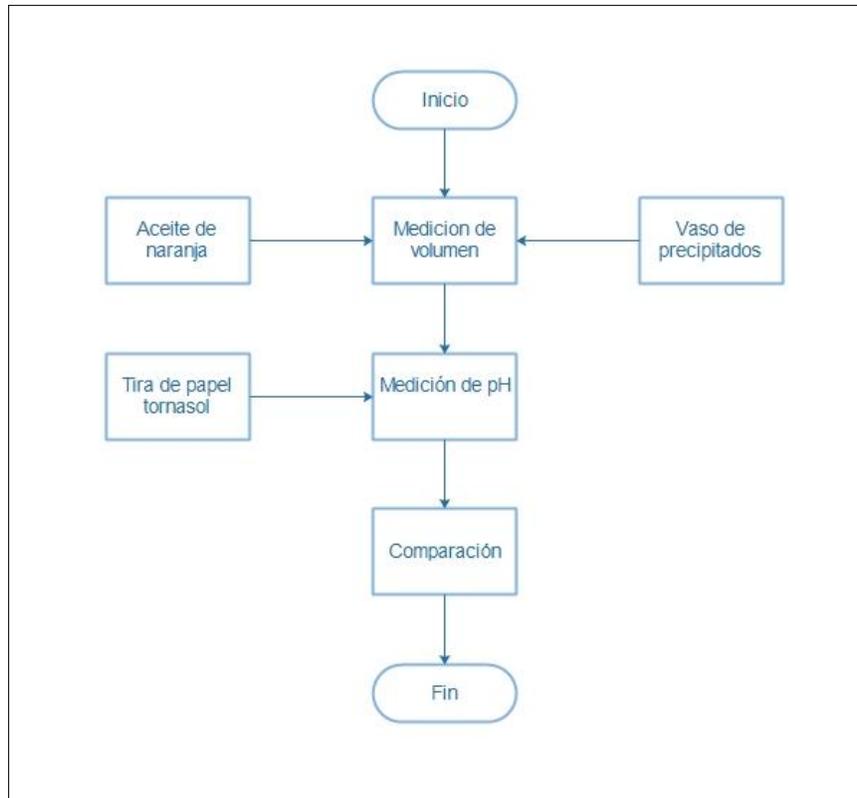
*Nota.* El diagrama muestra el proceso resumido para la determinación del pH con el instrumento pHmetro del aceite esencial obtenido.

2.4.2. b. Papel tornasol. La determinación del pH usando papel tornasol consta de 5 pasos:

1. Tomar una tira del papel tornasol
2. Sumergir la tira en el vaso de precipitados de 100ml que contiene la muestra del aceite obtenido.
3. Compararlo con la clasificación suministrada por el empaque del papel tornasol.
4. Documentar el valor.
5. Realizar 3 réplicas para determinar un promedio correcto

**Figura 16**

*Diagrama de flujo del proceso de determinación de pH.*



*Nota.* El diagrama muestra el proceso resumido para la determinación del pH del aceite esencial obtenido con papel tornasol.

2.4.2. c. Resultados. Con el papel tornasol las tres réplicas arrojaron un pH de 4, lo que indica que el aceite de naranja es ligeramente ácido, lo que es compatible con los aceites lubricantes convencionales.

### Figura 17

*Resultados de la determinación de pH con papel tornasol*

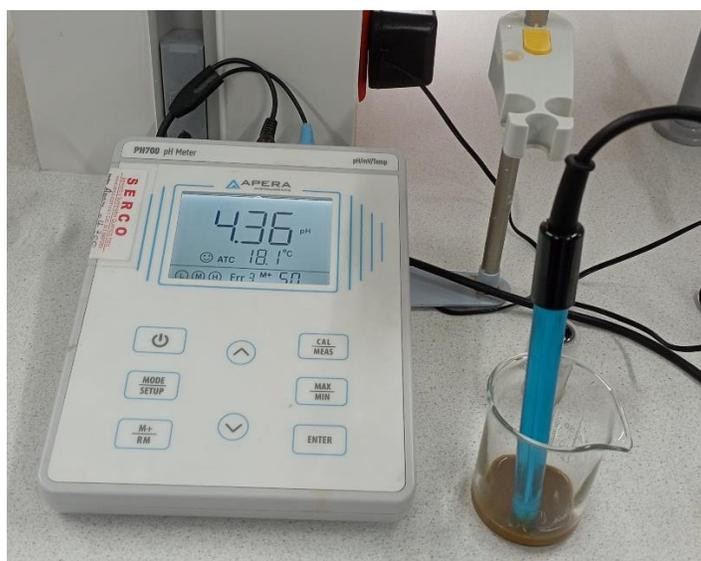


*Nota. La figura muestra la comparación de la tira de papel tornasol con la guía de su empaque para determinar el pH registrado.*

Con el pHmetro se registraron tres lecturas de pH, la primera fue de 4,36; la segunda se mantuvo en 4,36 y la tercera arrojó una lectura de 4,34.

### Figura 18

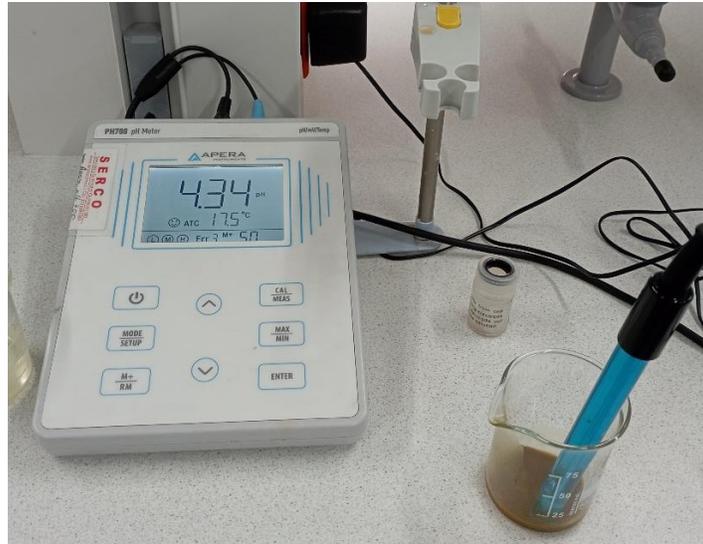
*Resultado de la primera y segunda lecturas de pH.*



*Nota. La figura muestra los resultados de las dos primeras lecturas obtenidas con el pHmetro.*

## Figura 19

*Resultado de la tercera lectura de pH.*



*Nota. La figura muestra el resultado de la tercera lectura obtenida con el pHmetro.*

Con estas lecturas se realiza el promedio de los resultados, sumándolos y luego dividiéndolos en la cantidad de réplicas realizadas, entonces:

$$4,36 + 4,36 + 4,34 = 13,06$$

$$13,06/3= 4,35$$

Con este procedimiento se determina un pH más específico de 4,35 para el aceite de naranja, se puede decir que es ligeramente ácido por lo que concuerda con el pH de los aceites lubricantes convencionales.

### **2.4.3. Determinación de índice de refracción**

Para la determinación del índice de refracción se usarán los siguientes equipos y reactivos: refractómetro de Abbé, agua destilada y muestra de aceite esencial de naranja.

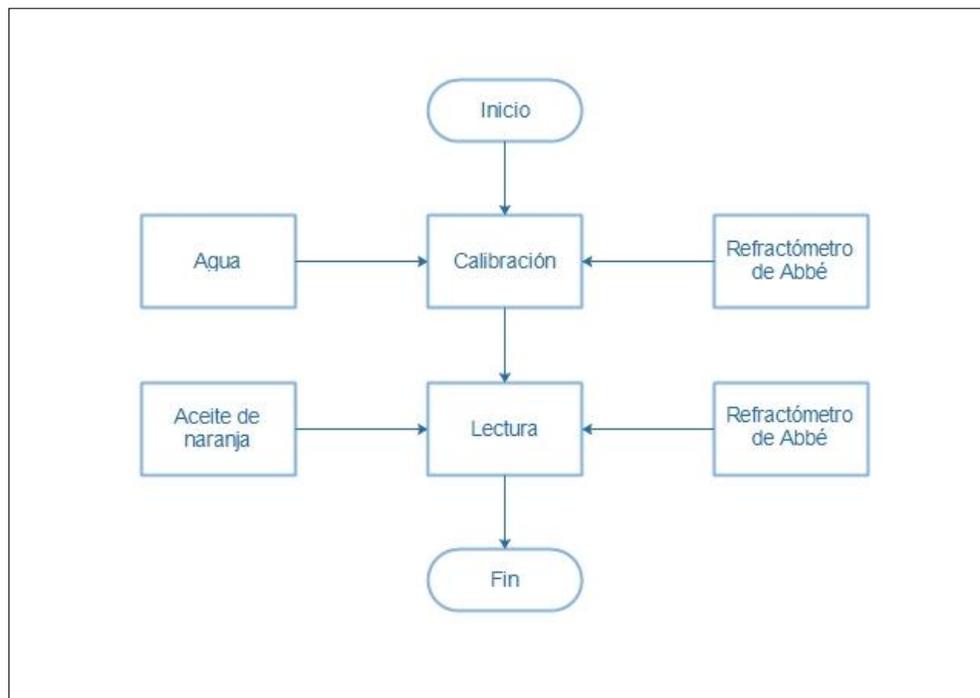
La determinación del índice de refracción consta de 3 pasos:

1. Se calibra el refractómetro con agua destilada, el índice de refracción del agua destilada es de 1,3330 a 20°C. La temperatura del aceite se debe mantener a 20°C.

2. Se coloca la muestra del aceite extraído en el prisma del refractómetro universal de Abbé.
3. Se lee el índice de refracción y se registra este valor

**Figura 20**

*Diagrama de flujo del proceso de determinación del índice de refracción.*



*Nota.* El diagrama muestra el proceso resumido para la determinación del índice de refracción del aceite esencial obtenido.

2.4.3.a Resultados. La lectura del refractómetro de Abbé arrojada para el aceite esencial de naranja extraído fue de 1,3749 a una temperatura de 19°C, según las fuentes bibliográficas consultadas el índice de refracción del aceite esencial de naranja es de 1,4723.

En este caso se calculará el porcentaje de error del ensayo, entonces:

$$%E = \frac{1,4723 - 1,3749}{1,4723} * 100$$

$$%E = 6,61\%$$

En este caso el porcentaje de error no es muy alto, es inferior al 10%, esto indica que la lectura pudo verse afectada debido a que el prisma del refractómetro no se encontraba totalmente limpio.

#### 2.4.4. Punto de humo

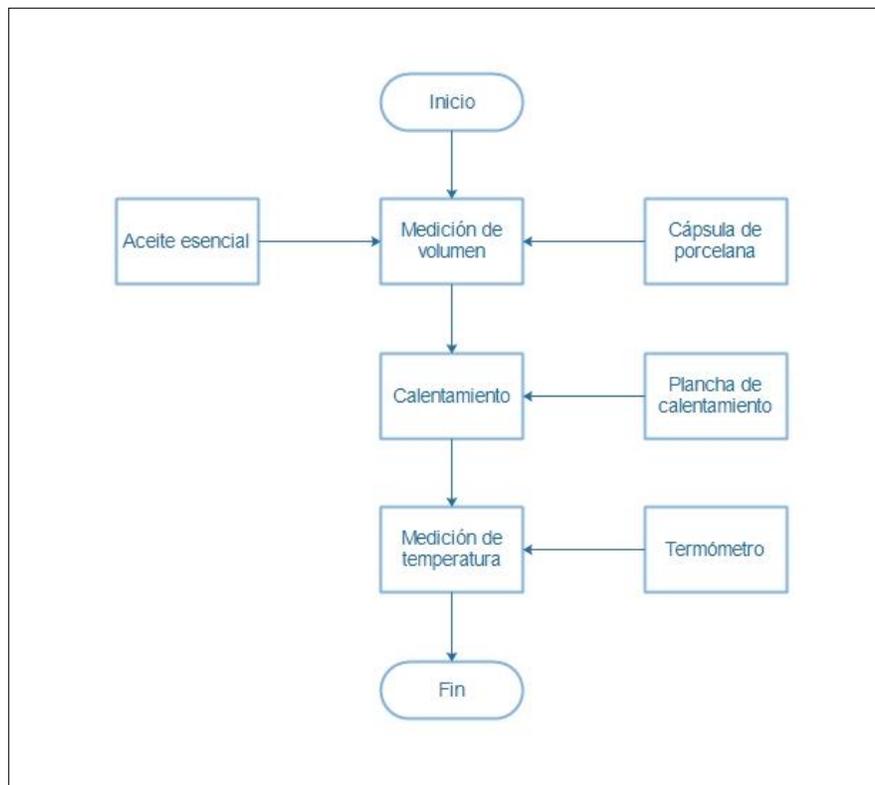
Para la determinación del punto de humo se requerirá de los siguientes materiales, equipos y reactivos: cápsula de porcelana, termómetro, plancha de calentamiento, pipeta de 10ml, muestra de aceite esencial de naranja.

La determinación del índice de humo consiste en 3 pasos:

1. En una cápsula de porcelana limpia y seca, se deben medir 10 ml del aceite obtenido.
2. Se debe calentar lentamente hasta alcanzar la temperatura del punto de humo, este se identifica cuando el aceite empieza a desprender vapores.
3. Con un termómetro se medirá la temperatura.

**Figura 21**

*Diagrama de flujo del proceso de determinación del punto de humo.*



*Nota.* El diagrama muestra el proceso resumido para la determinación del punto de humo del aceite esencial obtenido.

2.4.4. a. Resultados. El punto de fusión registrado para el aceite esencial obtenido fue de 158°C a la presión atmosférica de Bogotá registrada en 75,4 mbar el día 19/05/2023.

### **Figura 22**

*Determinación del punto de humo.*



*Nota. La figura muestra el aceite obtenido llevado a su punto de humo para registro.*

### **2.4.5. Índice de peróxidos**

Para el índice de peróxidos se necesitará de los siguientes materiales, equipos y reactivos: erlenmeyer 250ml, balanza analítica, pipeta volumétrica de 10ml, solución ácido acético-cloroformo 3:2, agua destilada, solución indicadora de almidón, solución estandarizada de tiosulfato de sodio 0,1N.

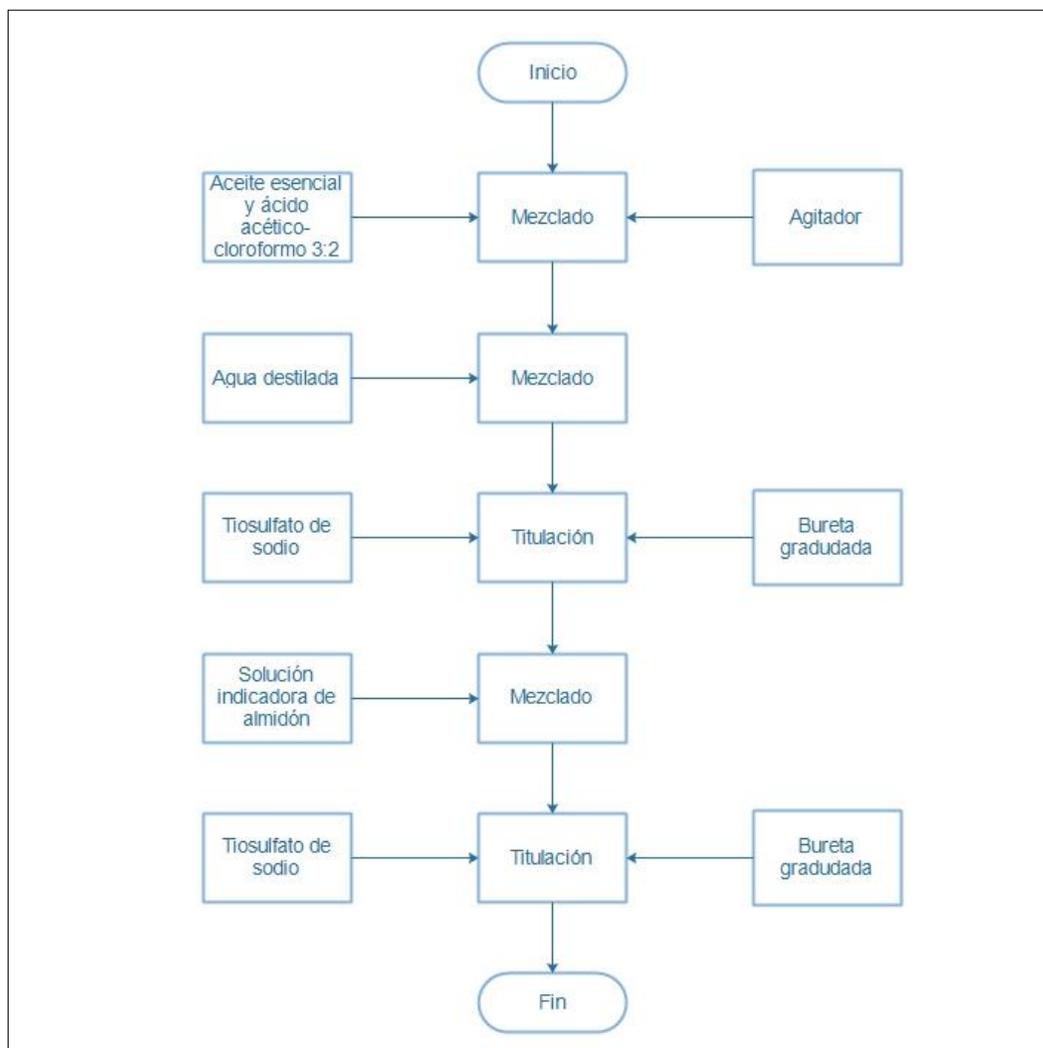
La determinación del índice de peróxidos consiste en 6 pasos

1. Introducir en el erlenmeyer 10 g de la muestra de aceite obtenido.
2. Agregar 30 ml de la solución de ácido acético y cloroformo 3:2 y agitar durante un minuto.
3. Añadir 30 ml de Agua destilada.
4. Titular la muestra con tiosulfato de sodio 0,1 N hasta que el color amarillo casi desaparezca.

5. Añadir unas gotas de solución indicadora de almidón y titular con tiosulfato de sodio hasta que el color azul desaparezca.
6. Realizar el ensayo con una muestra blanco

**Figura 23**

*Diagrama de flujo del proceso de determinación del índice de peróxidos.*



*Nota.* El diagrama muestra el proceso resumido para la determinación del índice de peróxidos del aceite esencial obtenido.

#### 2.4.5. a. Resultado

## Figura 24

*Resultado de la prueba de índice de peróxidos*



*Nota. La figura muestra el resultado del ensayo para la determinación de índice de peróxidos en el aceite esencial de naranja obtenido.*

En esta prueba no se presentaron cambios de color en las titulaciones por lo que se clasifica como no determinada, se asume que el ensayo de índice de peróxido no se aplica para el aceite esencial de naranja.

### ***2.4.6. Índice de saponificación***

Para la determinación del índice de saponificación serán necesarios los siguientes materiales, equipos y reactivos: matraz fondo redondo 250ml, bureta graduada 25ml, pipeta volumétrica 25 ml, plancha de calentamiento, balanza analítica, solución estandarizada de ácido clorhídrico 0,5N, solución etanólica de hidróxido de potasio, solución indicadora de fenolftaleína.

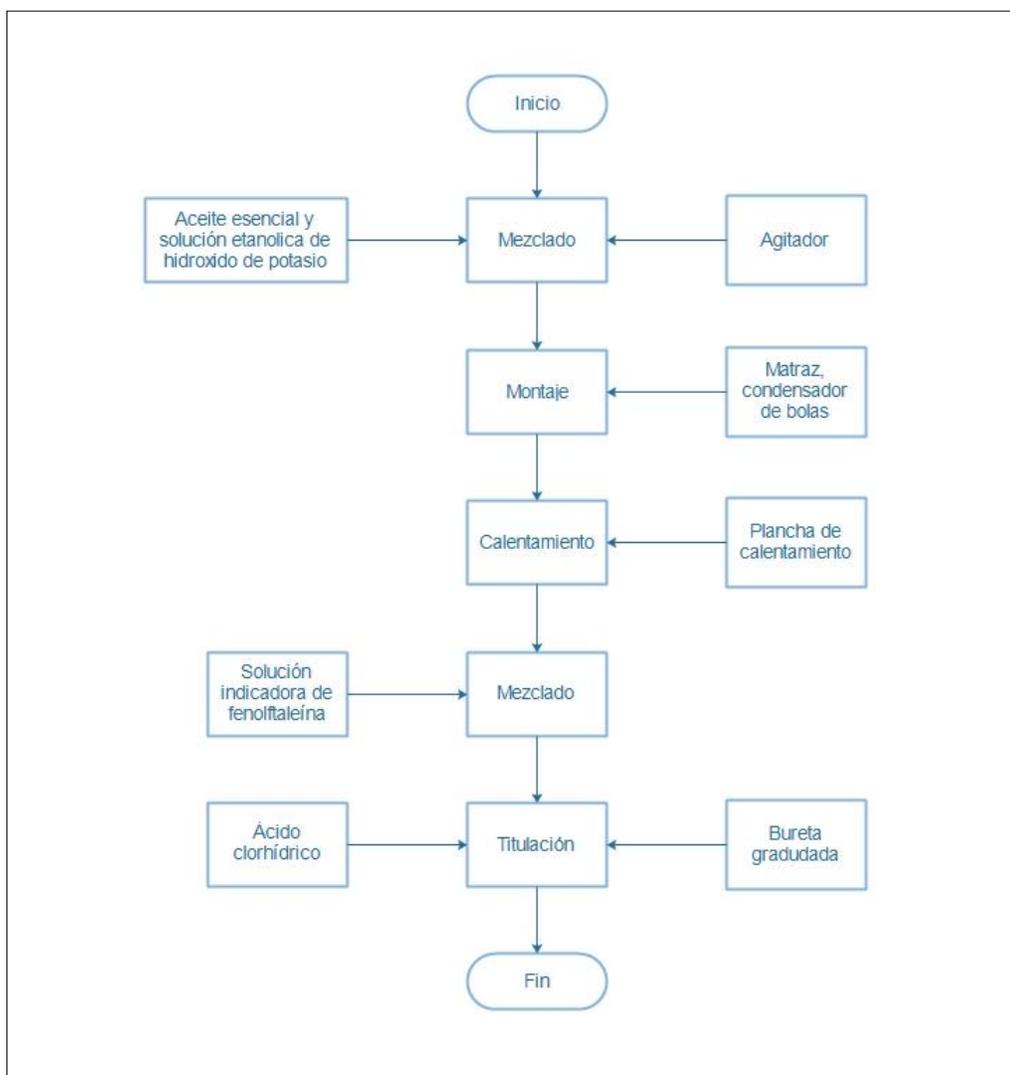
La determinación del índice de saponificación consta de 7 pasos:

1. En el matraz de 250 ml agregar 3g de la muestra de aceite.

2. Agregar a la muestra 25ml de solución etanólica de hidróxido de potasio.
3. Conectar al matraz un condensador de bolas y abrir paso al agua refrigerante.
4. Calentar el matraz con la muestra durante 60 minutos para lograr la saponificación completa.
5. Una vez ha transcurrido el tiempo agregar 1ml de la solución indicadora de fenolftaleína.
6. Titular con ácido clorhídrico hasta que tome la coloración rosada leve.
7. Realizar el ensayo con una muestra blanco.

**Figura 25**

*Diagrama de flujo para el proceso de determinación de índice de saponificación.*



*Nota.* El diagrama muestra el proceso resumido para la determinación del grado de acidez del aceite esencial obtenido.

2.4.6. a Resultados. El índice de saponificación se halla con la siguiente ecuación

$$i = \frac{56,1(v1 - v2)N}{m}$$

Donde  $i$  es el índice de saponificación de la muestra de aceite expresado en mg/g.

Donde  $v1$  es el volumen de ácido clorhídrico usado para la titulación de la muestra en blanco.

Donde  $v2$  es el volumen de ácido clorhídrico usado para la titulación de la muestra de aceite.

Donde  $m$  es la masa de la muestra.

Donde  $N$  es la normalización de la solución de ácido clorhídrico.

Entonces

$$i = \frac{56,1(20 - 18)0,5}{3}$$

$$i = 18,7 \text{ mg/g}$$

En este caso no hay un valor teórico de índice de saponificación del aceite esencial de naranja registrado por lo que se concluye que se necesitan 18,7mg de hidróxido de potasio para saponificar 1g de aceite esencial de naranja.

#### **2.4.7. Grado de acidez**

Para la determinación del índice de acidez se requerirá de los siguientes materiales, equipos y reactivos: mezcla de alcohol-éter 1:1, solución estandarizada de hidróxido de potasio 0,1N, solución indicadora de fenolftaleína al 1%, buera graduada 25ml, erlenmeyer 250 ml y 500 ml, balanza analítica.

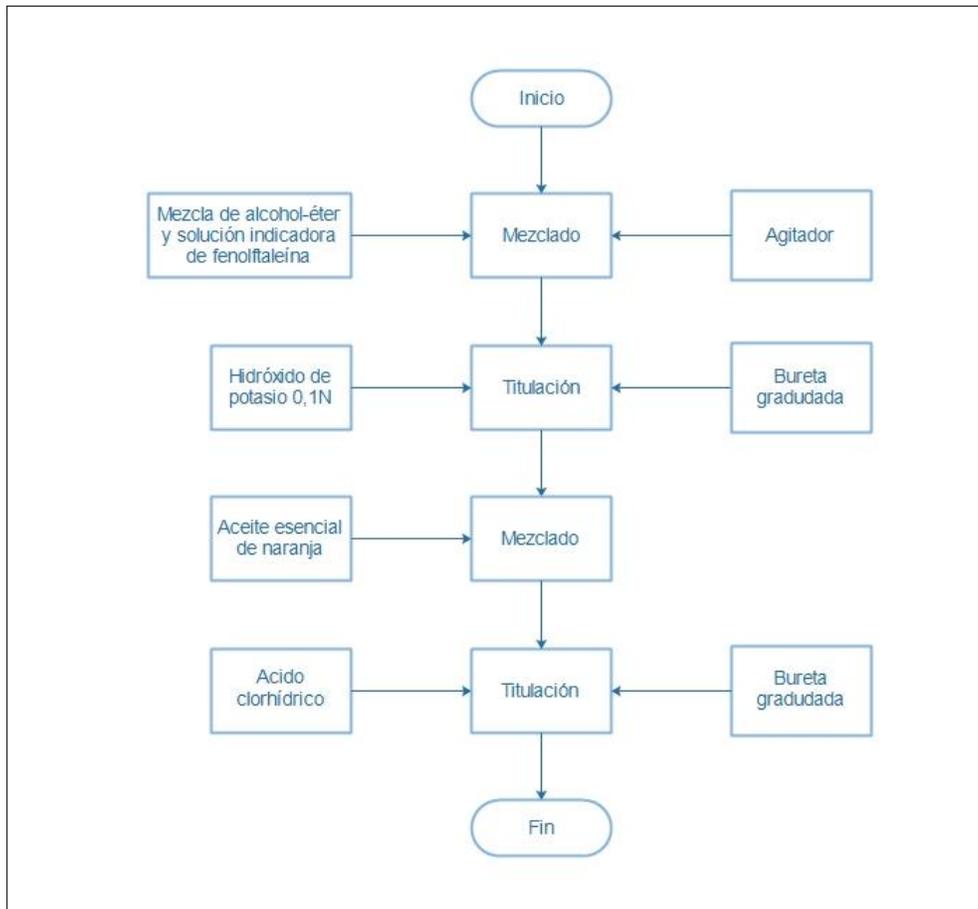
La determinación del grado de acidez consta de 5 pasos:

1. En el erlenmeyer se deben agregar 300 ml de la mezcla de alcohol-éter y 1 ml de la solución indicadora de fenolftaleína.
2. Se debe titular la mezcla anterior con solución de hidróxido de potasio 0,1N hasta que se adquiera un color rosado leve pero persistente.
3. En el matraz de 250ml se deben agregar 10g de la muestra del aceite a estudiar y añadir 100ml de la solución neutralizada preparada anteriormente.

4. Titular la mezcla nuevamente con la solución de hidróxido de potasio 0,1N hasta que la solución indicadora de fenolftaleína tome un color rosado claro y que persista mínimo durante 30 segundos.
5. Realizar el ensayo con una muestra blanco.

**Figura 26**

*Diagrama de flujo para el proceso de determinación de grado de acidez.*



*Nota.* El diagrama muestra el proceso resumido para la determinación del grado de acidez del aceite esencial obtenido.

2.4.7. Resultados. El índice de acidez se calcula con la siguiente ecuación

$$i = \frac{56,1vN}{m}$$

Donde  $i$  es el índice de acidez del aceite expresado en mg/g

Donde  $v$  es el volumen de titulación de la solución de hidróxido de potasio

Donde  $N$  es la normalidad de la solución de hidróxido de potasio

Donde  $m$  es la masa de la muestra de aceite

Entonces

$$i = \frac{56,1(3,7)(0,1)}{(10)}$$

$$i = 2,07 \text{ mg/g}$$

Teniendo en cuenta que el valor del índice de acidez consultado en la bibliografía está registrado como 2mg/g, se deberá calcular el porcentaje de error, entonces

$$\%E = \frac{2,07 - 2}{2} * 100$$

$$\%E = 3,5\%$$

El porcentaje de error es menor al 5% lo que indica que pudo presentarse una ligera anomalía al momento de realizarla titulación, sin embargo, como este porcentaje no es muy alto, se tomará como adecuado para el resultado de esta característica.

Esto indica que se requerirán 2,07mg de hidróxido de potasio para neutralizar los ácidos grasos libres contenidos en 1g de aceite esencial de naranja.

A continuación, se presentará una tabla comparativa de resultados de los ensayos de laboratorio con los valores de las características fisicoquímicas registradas en bibliografía.

**Tabla 10***Comparación de resultados*

Cracterística	Valor obtenido de laboratorio	Valor teórico
Grado de acidez	2,07 mg/g	2 mg/g
pH	4,35	No determinado
Índice de saponificación	18,7 mg/g	No determinado
índice de peróxidos	No aplica	No aplica
Punto de humo	158°C	160°C
Índice de refracción	1,3749	1,4723
Densidad	0,88 g/cm <sup>3</sup> a 18,1°C	0,846 g/cm <sup>3</sup> a 20°C

*Nota.* La tabla muestra la comparación de las características fisicoquímicas del aceite esencial de naranja tomadas en laboratorio con las características fisicoquímicas registradas en bibliografía.

En la tabla se puede observar que los valores obtenidos en laboratorio son bastante cercanos a los registrados en literatura, por lo que se puede afirmar que la caracterización fisicoquímica del aceite esencial de naranja es correcta a excepción de un pequeño porcentaje de error calculado previamente en cada uno de los ensayos realizados.

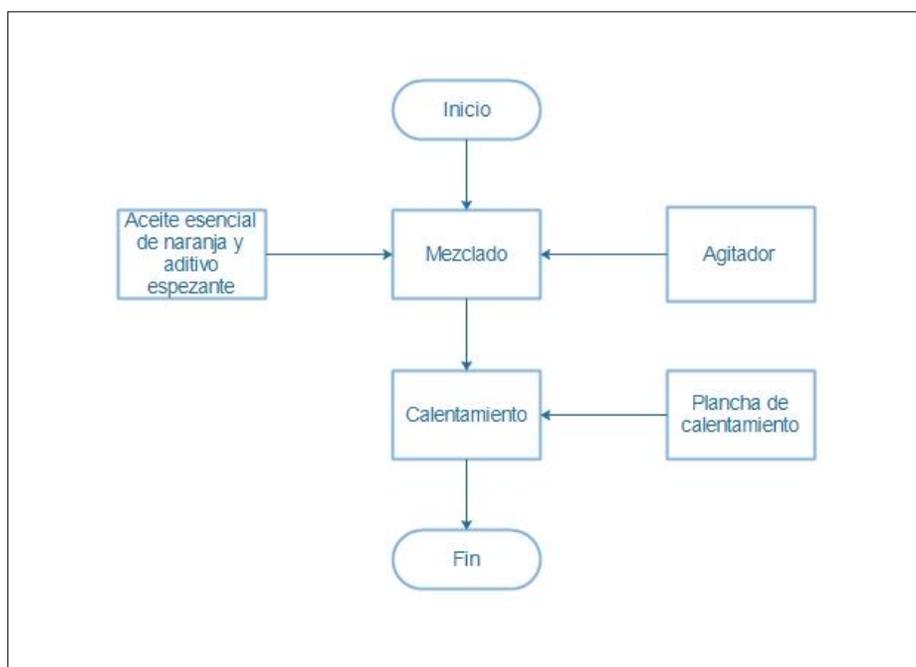
### 3. FORMULACIÓN DEL ACEITE LUBRICANTE

Para la formulación del aceite lubricante se tiene en cuenta la proporción según la NTC1295 que indica el 70% de aceite base, en este caso aceite de naranja y 30% aditivos, en este caso se utilizó un aditivo anticorrosivo conocido en el mercado con el nombre de *Motor Protect* de la marca *Liqui Moly* de manera que puedan mejorarse las propiedades antioxidantes del aceite de naranja, así como propiedades de lubricación anti-desgaste.

El aceite esencial de naranja se mezcla con el aditivo anticorrosivo usando un agitador y posteriormente la mezcla se calienta de manera que se forme una mezcla homogénea y se continúa con la agitación hasta conseguir la consistencia deseada.

**Figura 27**

*Diagrama de flujo del proceso de síntesis del aceite lubricante.*



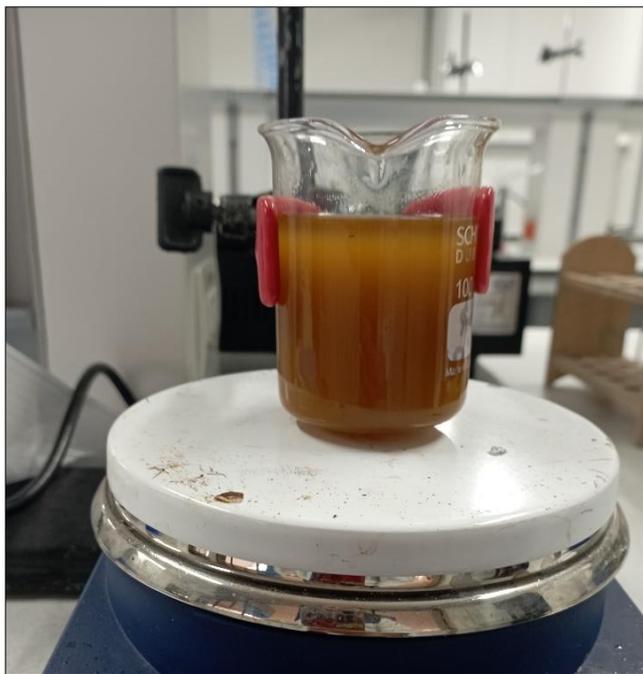
*Nota.* El diagrama muestra los procesos requeridos para la adecuada formulación del aceite lubricante.

El aceite se mezcló con el aditivo a una temperatura de 40°C, de esta manera se logró una mezcla homogénea y esta se mantuvo incluso a una temperatura ambiente de 20°C, no se presentaron precipitaciones ni reacciones químicas al momento de mezclar el aceite con el aditivo lo que indica

una compatibilidad química que no ocasionará efectos no deseados en la maquinaria o inconsistencias en las pruebas fisicoquímicas que se realizarán.

### **Figura 28**

#### *Aceite lubricante formulado*



*Nota.* La figura muestra el aceite lubricante formulado con la mezcla del aceite base de naranja y el aditivo anticorrosivo.

### **3.1. Pruebas fisicoquímicas para el aceite lubricante con base de aceite esencial de naranja**

A continuación, se presentan las pruebas fisicoquímicas realizadas al aceite lubricante formulado, se realizan las pruebas más relevantes como viscosidad y resistencia a la corrosión, entre otras caracterizaciones fisicoquímicas.

#### **3.1.1. Densidad**

Para la determinación de la densidad del aceite lubricante formulado se requerirá de los siguientes materiales, equipos y reactivos: picnómetro de 25ml, balanza analítica y aceite lubricante formulado por el proceso descrito anteriormente.

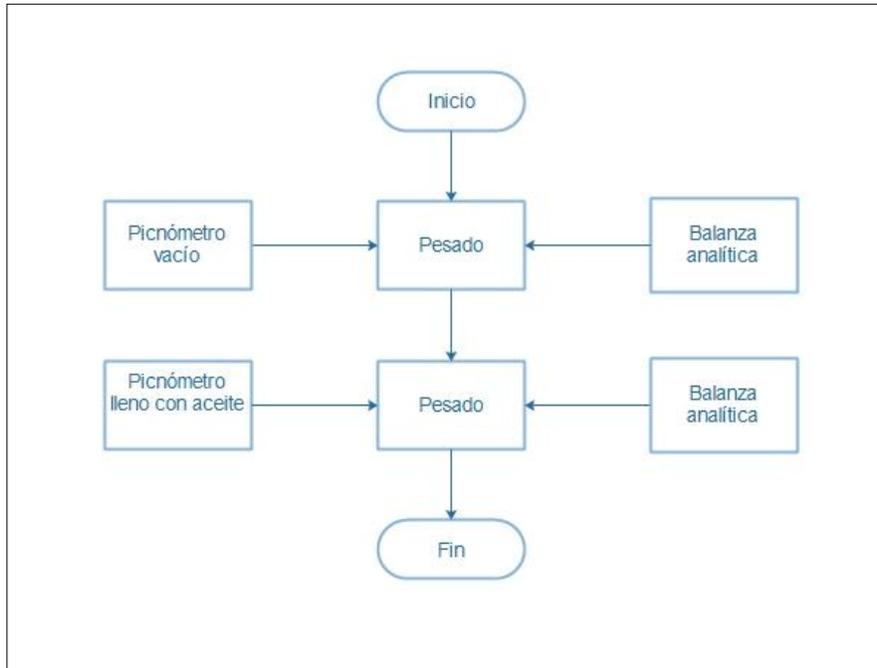
La determinación de la densidad del aceite obtenido consta de 4 pasos:

1. Se pesa el picnómetro vacío y seco.

2. Se llena el picnómetro con el aceite a estudiar y se pesa.
3. Se restan los pesos registrados.
4. Se halla la densidad.

**Figura 29**

*Diagrama de flujo del proceso de determinación de densidad.*



*Nota.* El diagrama muestra el proceso resumido para la determinación de la densidad del aceite lubricante.

3.1.1. a. Resultados. Para esta prueba se pesó el picnómetro vacío, con agua y con el aceite de muestra, de esta manera se podrá determinar la densidad del aceite lubricante formulado de la manera mencionada anteriormente. (véase marco referencial: pruebas fisicoquímicas para aceites lubricantes)

### Figura 30

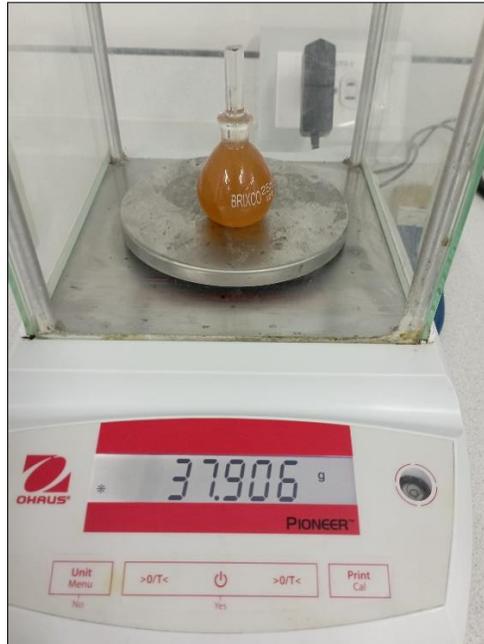
*Peso de picnómetro con agua.*



*Nota. La figura muestra el resultado al pesar el picnómetro con agua.*

### Figura 31

*Peso de picnómetro con aceite lubricante formulado*



*Nota. La figura muestra el resultado al pesar el picnómetro con el aceite lubricante formulado.*

Se procede a calcular el peso del agua y del aceite restando el peso del picnómetro vacío y el de cada una de las sustancias, entonces

Agua

$$42,14 - 17,21 = 24,93\text{g}$$

Aceite lubricante

$$37,90 - 17,21 = 20,69\text{ g}$$

Se calcula la densidad

$$\rho = \frac{20,69}{24,93}$$

$$\rho = 0,83$$

Las sustancias se encuentran a la temperatura de 15,6°C, de esta manera no se deberán realizar ajustes debido a la temperatura, se puede evidenciar que, al adicionar el aditivo, la densidad del aceite lubricante es menor a la del aceite base.

### **3.1.2. Viscosidad**

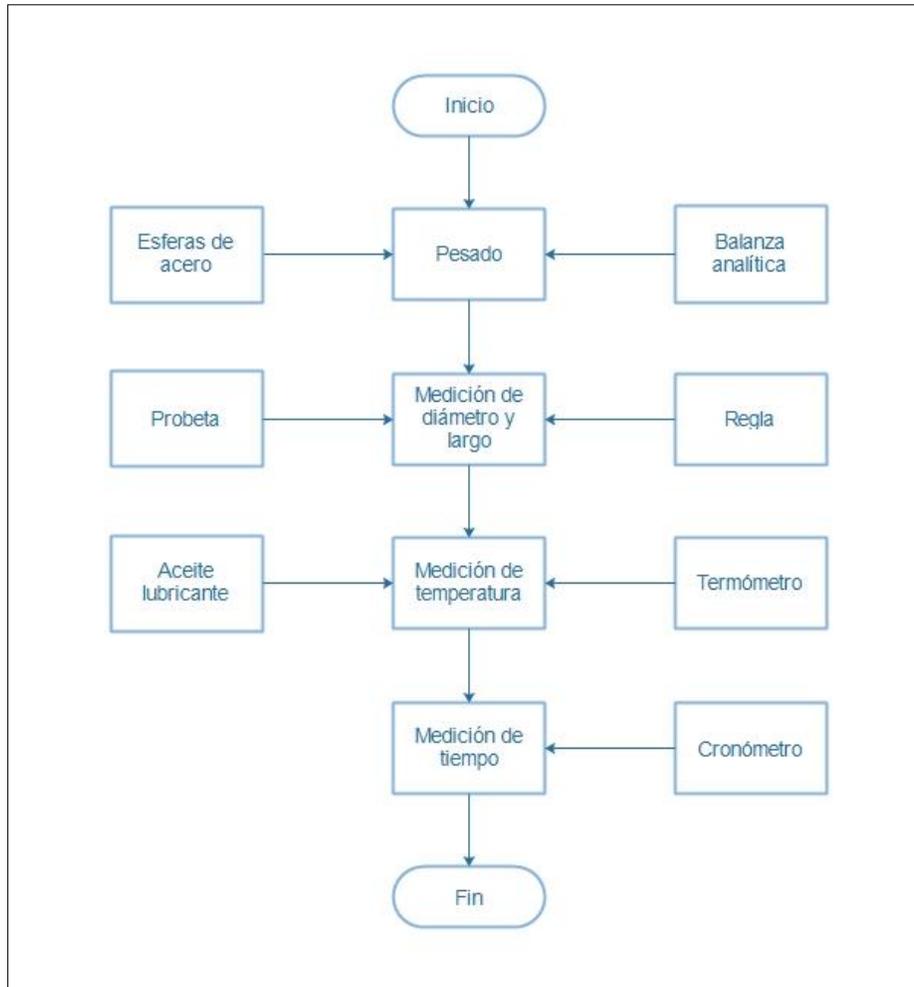
Para la determinación de la viscosidad se requerirá de los siguientes materiales equipos y reactivos: Probeta 100ml, 3 esferas de acero de diferentes pesos y diámetros, regla, cronómetro, muestra de aceite lubricante.

La determinación de la viscosidad consiste en 4 pasos:

1. Verificar el diámetro y peso de las esferas
2. Tomar el diámetro de la probeta y determinar una distancia en ella usando la regla.
3. Llenar la probeta con el líquido de estudio y tomar su temperatura
4. Dejar caer una de las esferas desde una distancia cercana a la superficie y tomar el tiempo que tarda en recorrer la distancia determinada anteriormente.

**Figura 32**

*Diagrama de flujo del proceso de determinación de la viscosidad.*



*Nota.* El diagrama muestra el proceso resumido para la determinación de la viscosidad del aceite lubricante.

3.1.2. Resultados. Para la ejecución de este ensayo se usaron 3 esferas de acero de diámetro 2 cm y peso de 28,05 g, 3 esferas de acero de diámetro 1,5 cm y peso de 19,24 g, 3 esferas de acero de diámetro 0,8 cm y peso de 10,63 g. La distancia que debían recorrer era de 15 cm y el diámetro de la probeta era de 2,7 cm.

Se registró el tiempo para cada una de las esferas.

**Tabla 11**

*Tiempo de caída de 15 cm*

Esfera	t1 (s)	t2 (s)	t3 (s)
28,05 g	3,75	3,93	3,80
19,24 g	4,37	4,19	4,23
10,63 g	5,63	5,85	5,75

*Nota.* La tabla muestra los tiempos registrados que tomaron las esferas en recorrer 15 cm dentro de la probeta con el aceite lubricante formulado.

Con estos datos se procede a calcular la viscosidad del aceite lubricante formulado.

Inicialmente se realiza un promedio de tiempo para cada una de las esferas, entonces para la primera esfera

$$3,75+3,93+3,80=11,48$$

$$11,48/3=3,82 \text{ s}$$

Promedio para la segunda esfera

$$4,37+4,19+4,23=12,79$$

$$12,79/3=4,26 \text{ s}$$

Promedio para la tercera esfera

$$5,63+5,85+5,75=17,20$$

$$17,20/3=5,73 \text{ s}$$

Con cada uno de estos tiempos, pesos y diámetros se procederá a calcular la viscosidad del aceite lubricante formulado.

Para la primera esfera se calculará su volumen para poder calcular su densidad, entonces

$$V_{esf} = d^3 \frac{\pi}{6}$$

$$V_{esf} = 2^3 \frac{\pi}{6}$$

$$V_{esf} = 4,18cm^3 = 4,18 \times 10^{-4}m^3$$

Con el volumen calculado es posible calcular la densidad de la esfera de la siguiente manera

$$\rho = \frac{m}{V}$$

$$\rho = \frac{0,02805 \text{ kg}}{4,18 \times 10^{-4}m^3}$$

$$\rho = 67,105 \text{ kg}/m^3$$

Continuando con los cálculos preliminares es necesario calcular la velocidad de la esfera, entonces

$$v = \frac{d}{t}$$

$$v = \frac{0,15 \text{ m}}{3,82 \text{ s}}$$

$$v = 0,039 \text{ m}/s$$

Una vez se tiene todos los datos necesarios se procederá a calcular la viscosidad del fluido de estudio con la fórmula

$$\mu = \frac{2(\rho_{esf} - \rho_{liq})ga^2}{9v}$$

$$\mu = \frac{2(67,105 - 0,83)(9,8)(0,0135^2)}{9(0,039)}$$

$$\mu = 0,674cSt$$

En este caso la viscosidad del aceite lubricante es más baja que la viscosidad de los aceites lubricantes convencionales usados en la industria de la lubricación de motores usados en automóviles, sin embargo, puede emplearse en otro tipo de maquinarias que usan lubricantes con viscosidades más bajas pues las altas pueden ocasionar atascos u obstrucciones en las tuberías.

### 3.1.3. Punto de humo

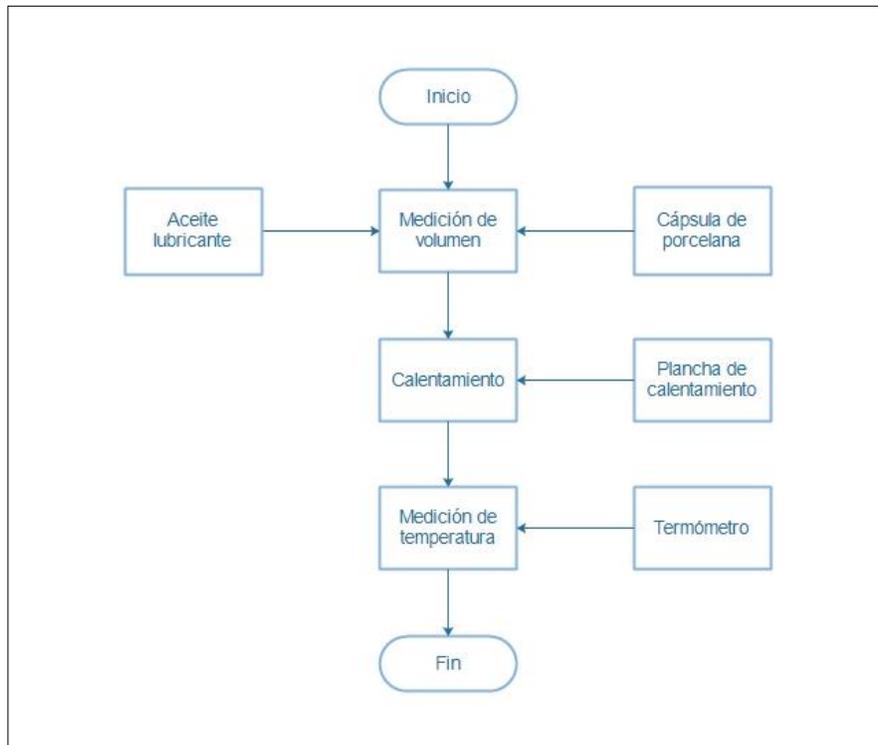
Para la determinación del punto de humo se requerirá de los siguientes materiales, equipos y reactivos: cápsula de porcelana, termómetro, plancha de calentamiento, pipeta de 10ml, muestra de aceite lubricante

La determinación del índice de humo consiste en 3 pasos:

1. En una cápsula de porcelana limpia y seca, se deben medir 10 ml del aceite obtenido.
2. Se debe calentar lentamente hasta alcanzar la temperatura del punto de humo, este se identifica cuando el aceite empieza a desprender vapores.
3. Con un termómetro se medirá la temperatura.

**Figura 33**

*Diagrama de flujo del proceso de determinación del punto de humo.*



*Nota.* El diagrama muestra el proceso resumido para la determinación del punto de humo del aceite lubricante.

3.1.3. a. Resultados. En este caso el punto de humo medido para el aceite lubricante formulado fue de 161°C a una presión atmosférica de 75,4 mbar en Bogotá D.C. el día 26/05/2023.

Al adicionar el aditivo se puede evidenciar que este aumentó el punto de humo del aceite base, por lo que hasta el momento se mantiene las propiedades óptimas para operar en un motor de automóvil.

#### ***3.1.4. Índice de refracción***

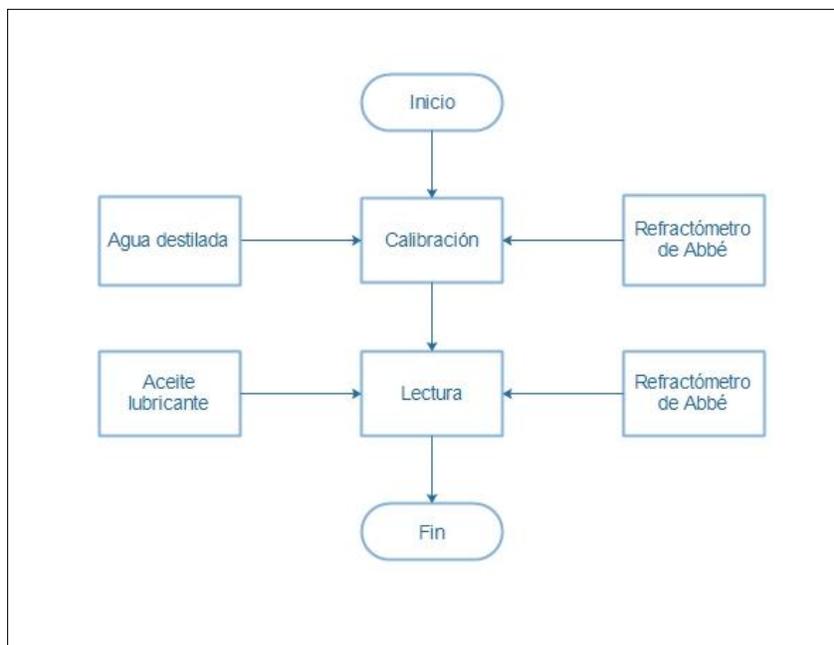
Para la determinación del índice de refracción se usarán los siguientes equipos y reactivos: refractómetro de Abbé, agua destilada y muestra de aceite lubricante.

La determinación del índice de refracción consta de 3 pasos:

1. Se calibra el refractómetro con agua destilada, el índice de refracción del agua destilada es de 1,3330 a 20°C. La temperatura del aceite se debe mantener a 20°C.
2. Se coloca la muestra del aceite lubricante formulado en el prisma del refractómetro universal de Abbé.
3. Se lee el índice de refracción y se registra este valor

**Figura 34**

*Diagrama de flujo del proceso de determinación del índice de refracción*



*Nota.* El diagrama muestra el proceso resumido para la determinación del índice de refracción del aceite lubricante.

3.1.4. a. Resultados. La lectura del índice de refracción del aceite lubricante formulado fue de 1,4670 a una temperatura de 17,9°C. Se puede evidenciar que el índice de refracción registrado se acerca más al índice de refracción teórico del aceite esencial de naranja, lo que indica que el aditivo y la temperatura tienen gran influencia en el índice de refracción del aceite base, otro factor que pudo haber afectado la primera lectura es el equipo refractómetro, pues el equipo usado en esta segunda prueba no estaba contaminado con muestras anteriores de otras sustancias.

### ***3.1.5. Determinación de pH***

Los materiales, equipos y reactivos necesarios para la determinación del pH son: papel tornasol con su empaque, pHmetro y aceite esencial de naranja obtenido por medio de los procesos descritos anteriormente.

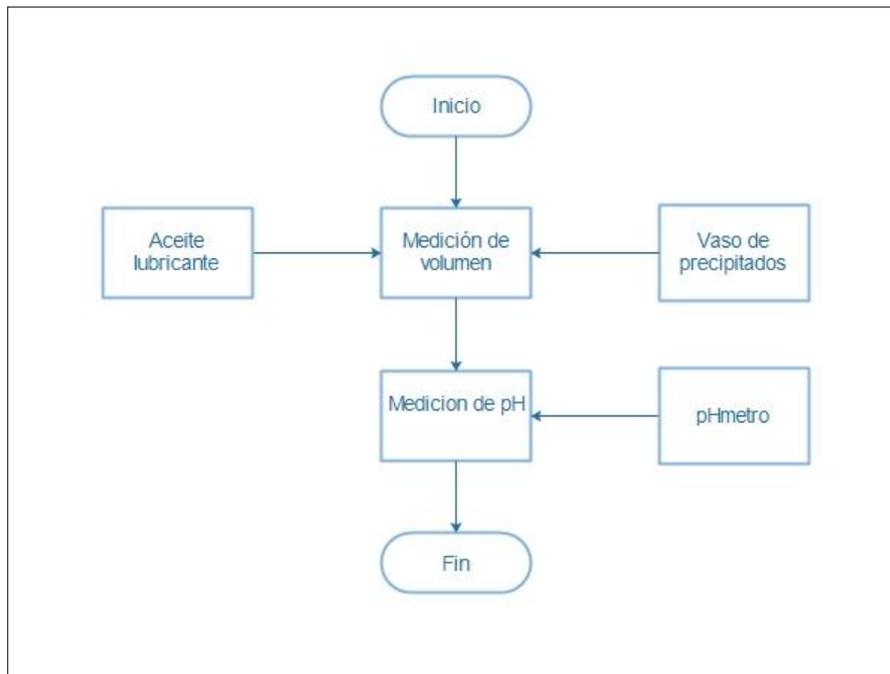
La determinación del pH del aceite se realiza con dos métodos diferentes, uno es con pHmetro y el otro es con papel tornasol.

3.1.5. a. pHmetro. La determinación de la densidad usando pHmetro consta de 5 pasos:

1. En un vaso de precipitados de 100ml agregar una cantidad del aceite a estudiar.
2. Introducir el pHmetro en la muestra.
3. Esperar que el dispositivo muestre el valor y que este sea constante, mínimo 15 segundos.
4. Documentar el valor.
5. Realizar 3 réplicas para determinar un promedio correcto.

**Figura 35**

*Diagrama de flujo del proceso de determinación de pH.*



*Nota.* El diagrama muestra el proceso resumido para la determinación del pH del aceite lubricante usando el equipo pHmetro.

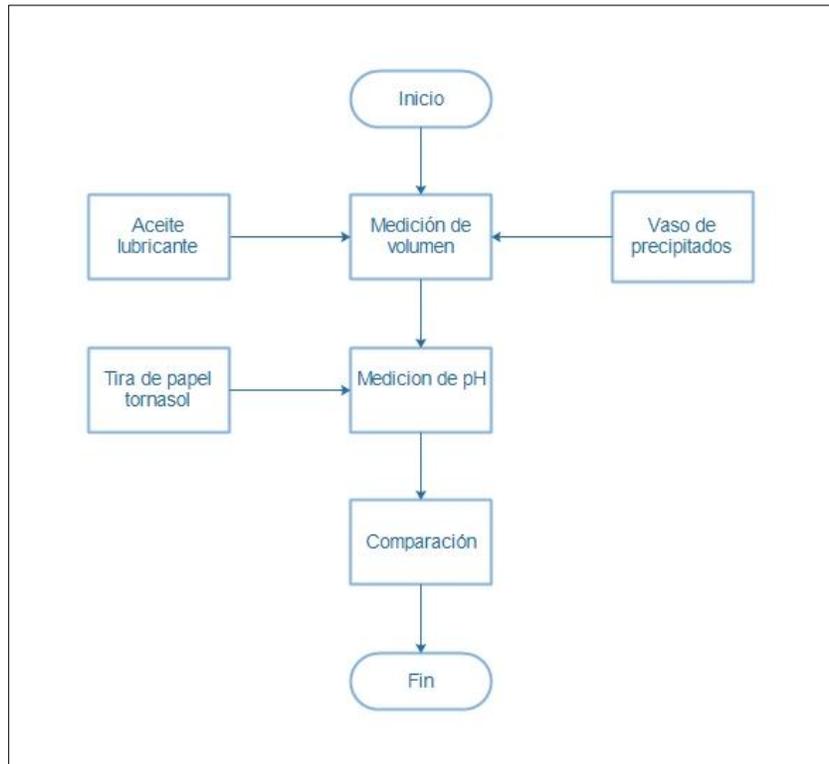
3.1.5. b. Papel tornasol. La determinación del pH usando papel tornasol consta de 5 pasos:

1. Tomar una tira del papel tornasol
2. Sumergir la tira en el vaso de precipitados de 100ml que contiene la muestra del aceite lubricante formulado.
3. Compararlo con la clasificación suministrada por el empaque del papel tornasol.
4. Documentar el valor.

5. Realizar 3 réplicas para determinar un promedio correcto.

**Figura 36**

*Diagrama de flujo del proceso de determinación de pH.*



*Nota.* El diagrama muestra el proceso resumido para la determinación del pH del aceite lubricante usando papel tornasol.

3.1.5. c. Resultados. Las primeras lecturas se realizaron con papel tornasol, en estas se puede observar que el pH de aceite lubricante formulado tiene un pH entre 5 y 6, esto indica que el aditivo aumentó el pH del aceite base, sin embargo, este se sigue manteniendo ligeramente ácido de manera que cumpla con las características de pH de los aceites lubricantes convencionales.

**Figura 37**

*pH tomado con papel tornasol.*

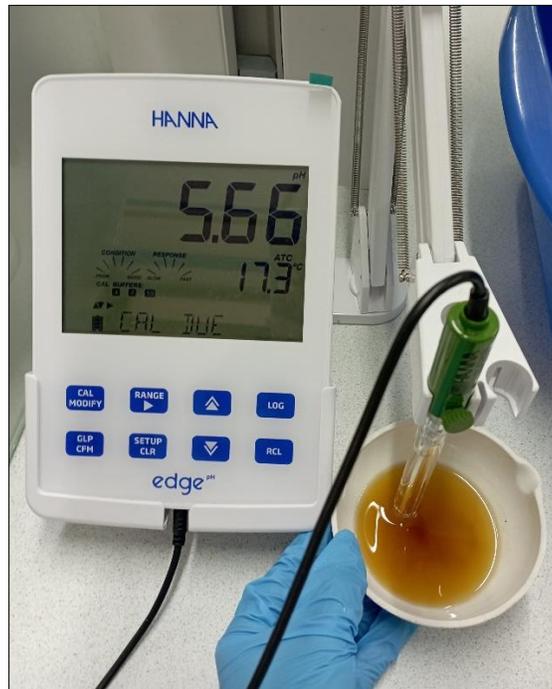


**Nota.** la figura muestra la comparación del pH tomado del aceite lubricante formulado con la guía del empaque del papel tornasol.

Continuando con el ensayo, se realizó la lectura del pH del aceite lubricante formulado, usando el equipo pHmetro, este proporcionará un valor más exacto que el papel tornasol, para esto se realizaron 3 réplicas de manera que se pueda calcular un promedio más exacto.

### Figura 38

*Primera lectura de pH tomada con pHmetro.*



*Nota. La figura muestra el primer resultado de la lectura de pH con el equipo pHmetro.*

### Figura 39

*Segunda lectura de pH tomada con pHmetro.*



*Nota. La figura muestra el segundo resultado de la lectura de pH con el equipo pHmetro.*

## Figura 40

*Tercera lectura de pH tomada con pHmetro*



*Nota. La figura muestra resultado de la lectura de pH con el equipo pHmetro.*

De acuerdo con las lecturas obtenidas por el pHmetro se realizará el promedio entre ellas para obtener un resultado más aproximado, sumando los valores de las lecturas y posteriormente dividiéndolos por la cantidad de réplicas, entonces

$$5,66+5,42+5,51=16,59$$

$$19,59/3=5,53$$

Se observa que el promedio del pH obtenido es de 5,53, este es un resultado aproximado y concuerda con el resultado de la toma de pH usando papel tornasol, este sigue siendo ligeramente ácido, aunque mayor al pH del aceite de naranja empleado como base, en este caso se puede decir que el aceite lubricante formulado cumple con el pH de los aceites lubricante convencionales.

### ***3.1.6. Resistencia a la corrosión***

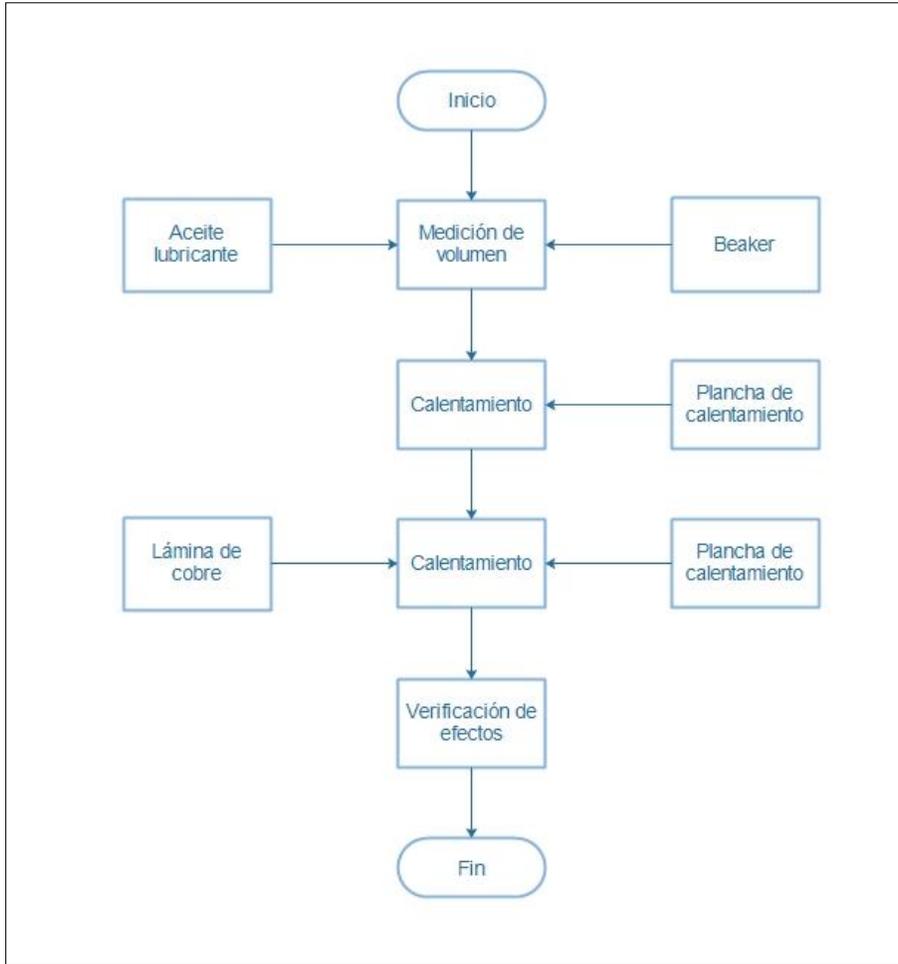
Para la prueba de la resistencia a la corrosión se requerirá de los siguientes materiales, equipos y reactivos: plancha de calentamiento, beaker 250ml, termómetro, placas de cobre, aceite lubricante.

La prueba de la resistencia a la corrosión consta de 5 pasos:

1. Agregar a un beaker de 250ml la cantidad de aceite necesaria para el ensayo.
2. Calentar la muestra hasta alcanzar una temperatura de 50°C.
3. Sumergir la placa de cobre en el aceite caliente durante 30 minutos.
4. Sacar la placa y registrar los efectos.
5. Repetir el ensayo con una temperatura de 100°C

**Figura 41**

*Diagrama de flujo del proceso de prueba de resistencia a la corrosión.*



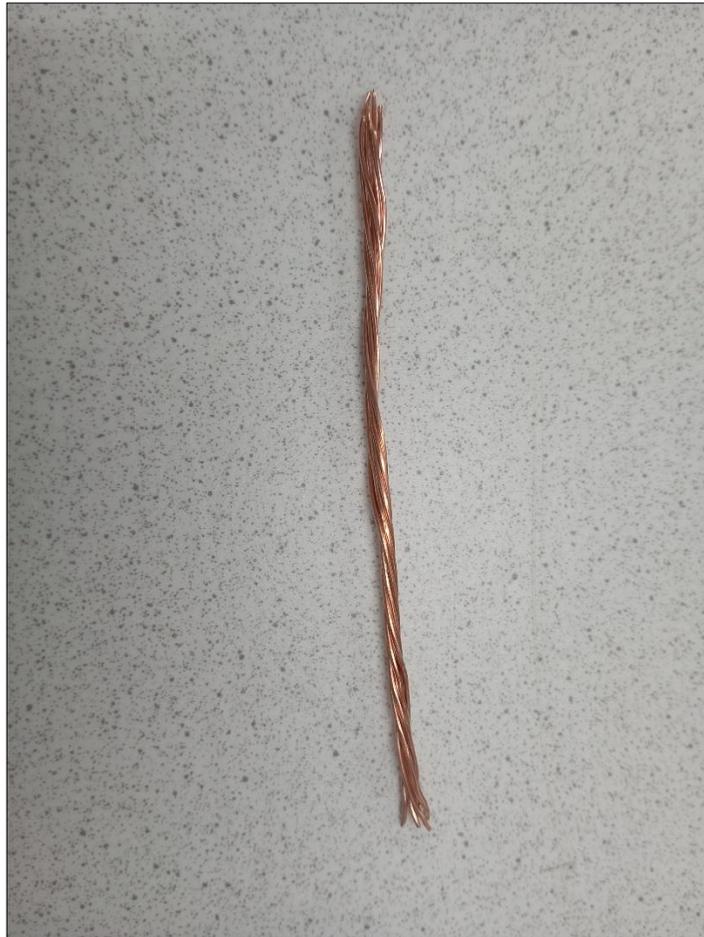
*Nota.* El diagrama muestra el proceso resumido para la prueba de la resistencia a la corrosión del aceite lubricante.

3.1.6. a. Resultados. La temperatura a la que se debe calentar el aceite lubricante formulado depende del metal que se vaya a usar en los ensayos, en este caso para el cobre, hay 3 temperaturas establecidas (50°C, 100°C y 130°C) en este estudio se realizarán los ensayos a las temperaturas de 50°C y 100°C.

El primer ensayo se realizó a una temperatura de 50°C durante 60 minutos sobre un alambre de cobre de 2,78 g.

**Figura 42**

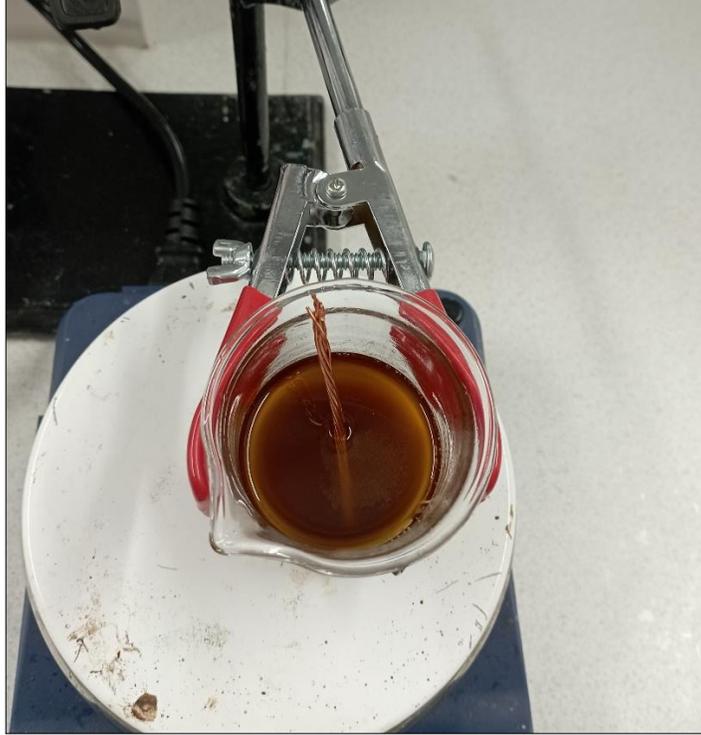
*Alambre de cobre*



*Nota.* La figura muestra el alambre de cobre antes de iniciar los ensayos de corrosión.

### Figura 43

*Prueba de corrosión a 50°C.*



*Nota. La figura muestra la primera prueba de corrosión realizada con el aceite lubricante formulado a la temperatura de 50°C.*

Una vez ha pasado el tiempo del ensayo, el alambre de cobre es retirado de la muestra de aceite y se pueden observar los efectos del aceite lubricante formulado y la temperatura a la que el alambre de cobre estuvo expuesto.

#### **Figura 44**

*Resultado de la prueba de corrosión a 50°C.*



*Nota. La figura muestra los efectos sobre el alambre de cobre una vez ha pasado el tiempo del ensayo.*

Los efectos sobre el alambre de cobre no quedaron tan marcados, es decir que el cobre no perdió gran parte de sus propiedades, se puede observar que su color se volvió un poco opaco, sin embargo el alambre no quedó frágil, conserva su consistencia, tampoco se presentó una pérdida de masa del alambre lo que indica que el aceite lubricante formulado tiene algunas propiedades anticorrosivas provenientes del aceite base ya que la naranja contiene polifenoles que son sustancias que pueden funcionar como anticorrosivos debido a sus características antioxidantes.

El segundo ensayo se realizó a una temperatura de 100°C durante 60 minutos con un alambre de cobre de 3,11 g.

## Figura 45

*Prueba de corrosión a 100°C*



*Nota. La figura muestra la primera prueba de corrosión realizada con el aceite lubricante formulado a la temperatura de 100°C.*

### **Figura 46**

*Resultado de la prueba de corrosión a  
100°C*



*Nota. La figura muestra los efectos sobre el alambre de cobre una vez ha pasado el tiempo del ensayo.*

En este ensayo los efectos de la corrosión sobre el alambre de cobre se manifiestan únicamente con un pequeño cambio de color, este se volvió un poco opaco, sin embargo, no tanto como en el ensayo anterior, tampoco se volvió frágil ni presentó pérdidas de masa, esto indica que el aceite base tanto como el aditivo cumplieron con su función anticorrosiva.

**Tabla 12**

*Comparación de resultados*

Característica	Valor obtenido de laboratorio	Valor teórico
Densidad	0,83 a 15,6°C	No determinado
Viscosidad	0,674 cSt	9,3 cSt
Punto de humo	161°C	200°C
Índice de refracción	1,467	No determinado
pH	5,53	Menor a 7

*Nota.* La tabla muestra la comparación de las características fisicoquímicas tomadas en laboratorio con las características fisicoquímicas registradas en bibliografía.

Los resultados teóricos han sido obtenidos de la norma técnica colombiana NTC1295, de la ASTM D92, ASTM D7528.

### **3.2. Discusión de resultados**

El aditivo anticorrosivo fue seleccionado para potenciar la resistencia a la corrosión natural del aceite esencial de naranja debido sus propiedades antioxidantes, de esta manera podría utilizarse este aceite lubricante en pruebas de campo de manera que se estudie su viabilidad en el uso de piezas móviles de maquinaria industrial.

Según las pruebas fisicoquímicas realizadas tanto al aceite base como al aceite lubricante formulado, se puede afirmar que hay algunas características que concuerdan con los datos teóricos de los aceites lubricantes usados en la lubricación de motores de automóviles, así como en los lubricantes usados en maquinaria industrial o engranajes.

En este caso el uso del aceite lubricante con base de aceite de naranja sería apto para pruebas de campo en maquinaria industrial debido a que una de las características más importantes como lo es la viscosidad, no concuerda con la viscosidad requerida para los aceites lubricantes usados para lubricar las piezas internas de motores de automóviles, pues esta varía de acuerdo a la temperatura, las temperaturas dentro de los motores automovilísticos tienden a ser altas por lo que la viscosidad del aceite lubricante formulado disminuiría y esto provocaría un mayor desgaste de las piezas de dicho motor.

De acuerdo con el punto de humo registrado, este se mantiene alto por lo que el aceite lubricante formulado no se degradará ni perderá sus propiedades en maquinarias que puedan estar expuestas a altas temperaturas, sin embargo, no se recomienda para su uso en altas temperaturas pues se ve afectada su viscosidad, por lo tanto, la adherencia y causará un mayor desgaste en las piezas lubricadas.

El pH registrado en las pruebas fisicoquímicas del aceite de naranja base y del aceite lubricante formulado tiene una tendencia ácida y esta concuerda con el pH documentado de los aceites lubricantes usados convencionalmente que también es menor a 7.

El índice de refracción registrado para el aceite lubricante formulado es mayor al registrado en la prueba del aceite de naranja base, sin embargo este es más cercano al valor teórico del aceite de naranja, el porcentaje de error es bajo por lo que no será necesario repetir las pruebas, esto puede deberse a que estas fueron realizadas en días distintos y con equipos del mismo tipo pero diferentes, en este caso el índice de refracción indica que no hay sustancias en suspensión que impidan el paso de la luz por lo que no se generarán reacciones indeseadas que puedan ocasionar daños en la maquinaria de prueba.

Finalmente, las pruebas de corrosión fueron exitosas debido a que en el tiempo de ejecución a altas temperaturas no se ocasionó un daño al metal de prueba, únicamente se presentó una opacidad en el color inicial, sin embargo, no se presentaron pérdidas de masa o fragilidad en el cobre de prueba.

## **4. DISEÑO CONCEPTUAL DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE ACEITE LUBRICANTE A ESCALA PILOTO**

Al establecer que el aceite esencial de naranja cuenta con las características para ser la base del aceite lubricante que al mezclar con un aditivo anticorrosivo puede funcionar como lubricante, y realizar las pruebas fisicoquímicas de este aceite lubricante formulado, se propondrán los equipos que pueden ser utilizados para la elaboración del producto a pequeña escala y su correspondiente diseño del proceso.

### **4.1. Descripción del proceso**

Se realiza la recolección de materia prima procedente de la industria agrícola y alimenticia de Bogotá (restaurantes, fábricas de bebidas, vendedores informales), posteriormente se realiza un proceso de limpieza en el cual se retiran los residuos de pulpa y lavado para quitar cualquier remanente de impurezas y a continuación se realiza un proceso de secado el cual consiste en dejar la materia prima en contacto con el aire del medio ambiente, teniendo cuidado de no exponerla a la luz solar para no generar la pérdida de los aceites presentes; también puede aplicarse a un proceso de secado por medio de un horno secador supervisando la temperatura de manera que el agua residual sea evaporada y los aceites se mantengan dentro de las vesículas de la cáscara.

Una vez se obtiene el flavedo limpio y seco, este pasa por un proceso de cortado de manera que se reduzca el tamaño de partícula y pueda extraerse mayor concentración de aceite.

La materia prima cortada será ingresada a un equipo de extracción sólido- líquido de aceites y también ingresará una corriente con etanol al 96% donde se realizará la extracción del aceite esencial de naranja, este proceso ocurre a una temperatura de 83°C. (Se toma una temperatura mayor al punto de ebullición del etanol, pues es la temperatura registrada en la extracción en laboratorio debido a que esta no se realiza en condiciones ideales)

Una vez se obtiene el destilado del proceso anterior, es necesario separar el etanol del aceite por lo que se realizará una destilación para que ocurra esta separación a una temperatura de 60 °C de manera que el etanol se separe del aceite sin que este se vea afectado por el calor y se condense el etanol, de esta manera podrá ser reutilizado para el proceso u otros procesos de la industria. Finalmente, el aceite obtenido ingresará con una corriente de aditivo anticorrosivo a un tanque mezclador.

Se realizará una producción de 300 kg/semana de lubricante, por lo que se requerirá una producción de 210 kg/semana de aceite esencial de naranja y se adicionarán 90 kg/semana de aditivo anticorrosivo de manera que se cumpla la proporción 70% de aceite base y 30% de aditivo.

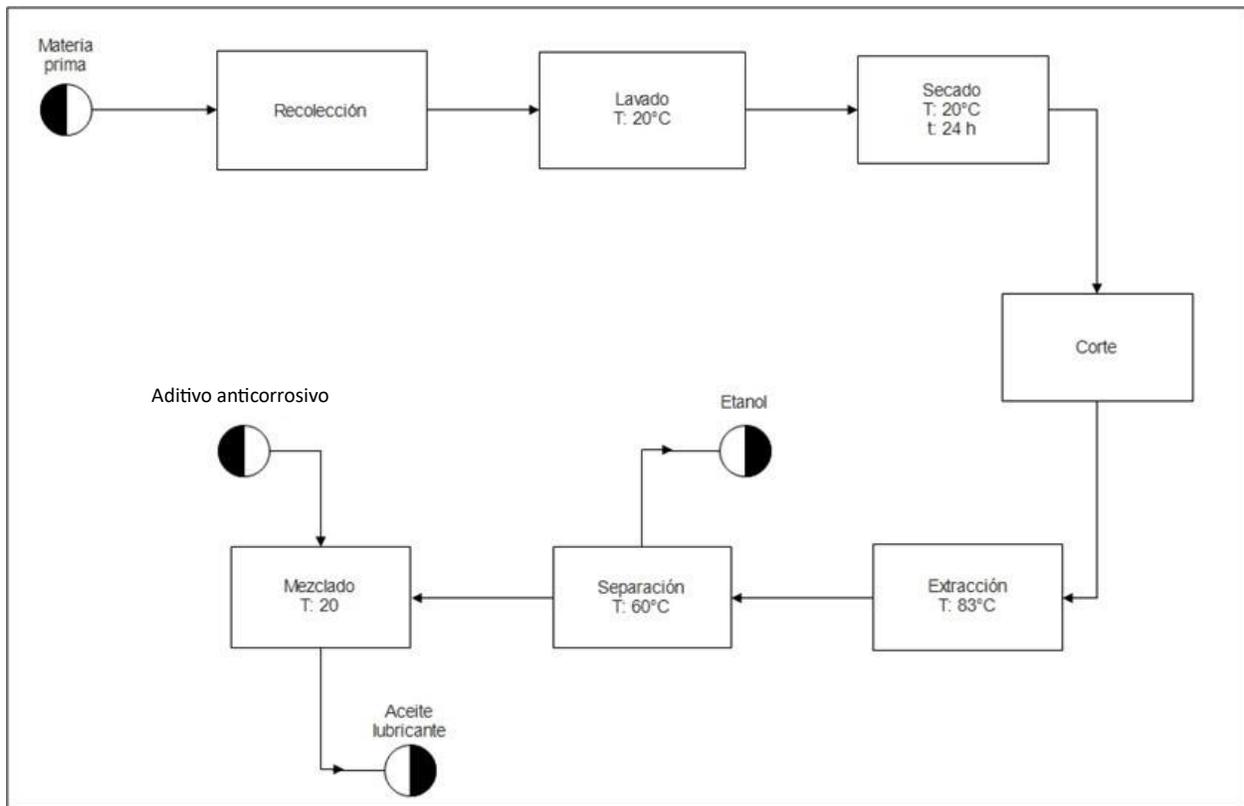
## 4.2. Esquematación del proceso

Para la realización del proceso se designaron diagramas que explican de una forma sintetizada la ruta a seguir, escalando los resultados de los ensayos de laboratorio junto con los equipos que podrían ser utilizados para dar sentido a la fase piloto.

### 4.2.1. Diagrama BFD

Figura 47

Diagrama de bloques del diseño del proceso de elaboración de aceite lubricante a escala piloto

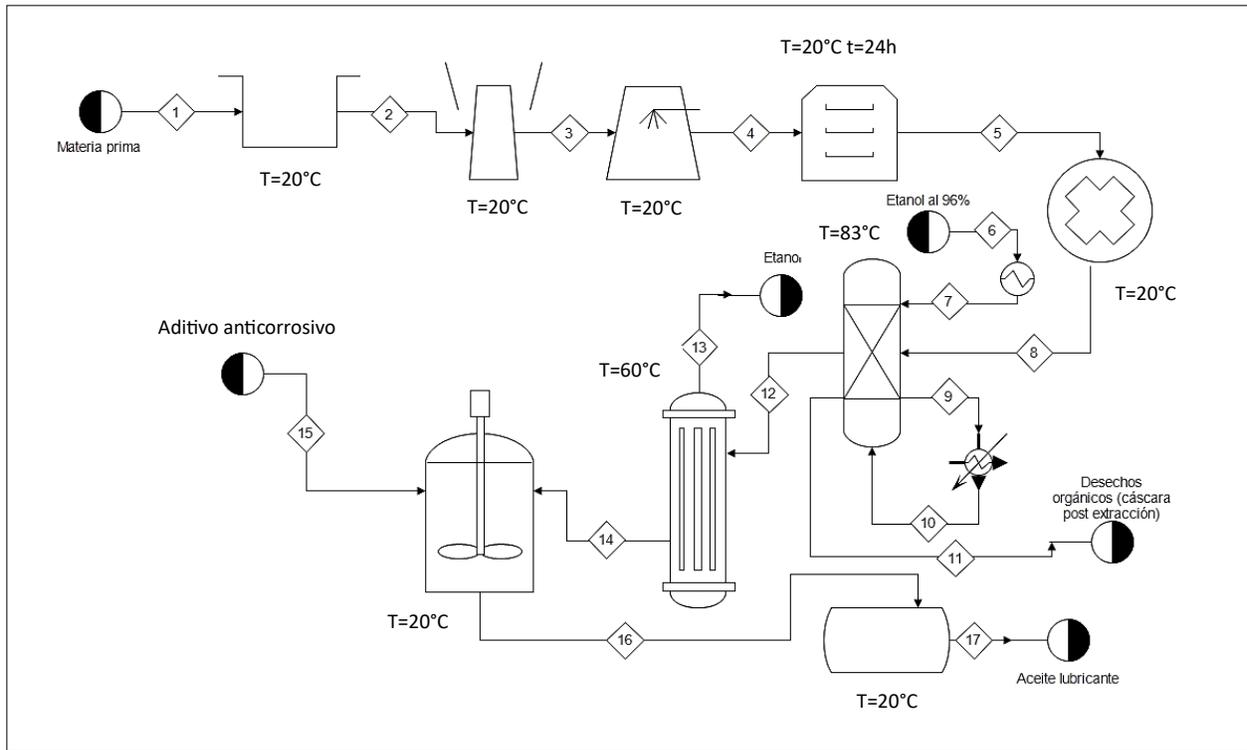


*Nota.* La figura muestra el diagrama de bloques correspondiente a la propuesta de diseño de elaboración del aceite lubricante con sus condiciones de operación.

### 4.2.2. Diagrama PFD

**Figura 48**

*Diagrama de flujo de proceso del diseño del proceso de elaboración del aceite lubricante a escala piloto.*



*Nota.* La figura muestra el diagrama de flujo de proceso correspondiente a la propuesta de diseño de elaboración del aceite lubricante mostrando los equipos necesarios para el proceso y explicando detalladamente cada etapa del proceso.

#### **4.2.3. Balance de materia global**

Posteriormente a la esquematización del proceso se procese a realizar el balance de masa teniendo en cuenta la meta de producción fijada, con conocimiento previo de los resultados de los ensayos de laboratorio.

**Tabla 13***Balance global del proceso de elaboración de aceite lubricante a escala piloto*

BALANCE DE MASA (kg/sem)																	
CORRIENTES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
CASCARA DE NARANJA	525	525	525	525	525	0	0	525	0	0	315	0	0	0	0	0	0
ETANOL	0	0	0	0	0	3908	3908	0	3908	3908	0	3908	0	0	0	0	0
ACEITE DE NARANJA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	210	0	210	0		0
ADITIVO ESPESANTE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	90	0	0
LUBRICANTE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	300	300
TOTAL	525	525	525	525	525	3908	3908	525	3908	3908	315	4118	0	210	90	300	300

*Nota.* La tabla representa el balance global del proceso y por corrientes para obtener 300 kg/semana de aceite lubricante a base de aceite de naranja.

#### **4.2.4. Descripción de equipos**

##### **4.2.4. a. Tanque de almacenamiento**

## Figura 49

### *Silo de almacenamiento*



*Nota. La figura muestra la representación del silo de almacenamiento de cáscara de naranja que podría usarse en el proceso de producción de aceite lubricante. Tomado de: Grantec tecnología en equipamientos. [En línea] Disponible: <https://grantecsa.com/producto/silos-de-almacenamiento-sar-1940-67-c/> [Accedido: May.29, 2023]*

Los tanques de almacenamiento son recipientes principalmente elaborados de forma cilíndrica y preparados para el almacenamiento de productos sólidos o líquidos y su material puede variar dependiendo del producto a contener, los materiales más usados son fibra de vidrio, acero al carbón, acero inoxidable y polietileno.

En este caso el material del tanque de almacenamiento para la cáscara de naranja puede ser acero inoxidable debido a sus propiedades anticorrosión.

#### 4.2.4. b. Máquina peladora

## Figura 50

### *Máquina peladora*



*Nota.* La figura muestra la representación de la máquina descascaradora encargada de la remoción de residuos de pulpa de la cáscara de naranja. Tomado de: Zhengzhou Wenming Machinery Co. [En línea] Disponible: <https://wmmachinery.com/es-es/products/commercial-orange-peeler> [Accedido: May.29, 2023]

Las máquinas peladoras son especializadas dependiendo de la forma de la fruta a pelar, la máquina utilizada para el proceso debe ser especializada para pelar frutas redondas, de esta manera podrán eliminarse los residuos de pulpa y de albedo de la fruta.

#### 4.2.4. c. Lavadora

## Figura 51

### *Máquina lavadora de frutas*



*Nota. La figura muestra la representación de la máquina lavadora de frutas encargada de la limpieza y desinfección de la cáscara de naranja. Tomado de: Maplascalí SAS. [En línea] Disponible: <https://www.maplascalí.com/producto/lavadora-de-fruta-para-pulpas-de-fruta/?v=056158413026> [Accedido: May.29, 2023]*

Esta máquina diseñada para la limpieza y desinfección de frutas mediante cepillado y rocío de agua de manera que se eliminan los residuos de pesticidas y bacterias, así como otras impurezas que pueden ser adquiridas en las etapas de cosechado, transporte, entre otros.

#### 4.2.4. d. Horno secador

## Figura 52

### *Horno secador*



*Nota.* La figura muestra la representación del horno secador utilizado para remover los residuos de agua provenientes del proceso de lavado. Tomado de: Intekgroup. [En línea] Disponible: [https://intekgroup.com.co/categoria-general/hornos-conveccion-forzada/?gclid=CjwKCAjwyeujBhA5EiwA5WD7\\_VL\\_uIsW4iKjuaGPMr-MUI9CqK0rj5FpXRFnUgogiY4GuVPsXO2t4BoCwakQAvD\\_BwE](https://intekgroup.com.co/categoria-general/hornos-conveccion-forzada/?gclid=CjwKCAjwyeujBhA5EiwA5WD7_VL_uIsW4iKjuaGPMr-MUI9CqK0rj5FpXRFnUgogiY4GuVPsXO2t4BoCwakQAvD_BwE) [Accedido: May.29, 2023]

El horno secador tiene un funcionamiento de secado estándar por convección forzada con temperatura fija y constante de manera que el agua sea retirada y los aceites esenciales se mantengan dentro de las vesículas de las cáscaras de naranja.

#### 4.2.4. e. Cortadora

### Figura 53

#### *Máquina cortadora*



*Nota. La figura muestra la representación de la máquina cortadora especializada en diferentes tipos de corte. Tomado de: Danmix. [En línea] Disponible: <https://www.interempresas.net/Alimentaria/FeriaVirtual/Producto-Cortadoras-de-banda-Kronen-Gs10-2-166235.html> [Accedido: May.26, 2023]*

La máquina cortadora es especializada en diferentes tipos de corte lo que permitirá programarla de manera que la cáscara de naranja tenga el tamaño requerido y uniforme para poder introducirse al siguiente equipo y empezar con el proceso de extracción del aceite esencial.

#### 4.2.4. f. Extractor sólido-líquido

## Figura 54

### *Extractor sólido-líquido*



*Nota. La figura muestra la representación del extractor sólido-líquido que será el equipo con el cual se obtendrá el aceite esencial de naranja. Tomado de: De Dietrich process systems. [En línea] Disponible: <https://www.dedietrich.com/es/soluciones-y-productos/extraccion/extraccion-solido/liquido> [Accedido: May.29, 2023]*

El extractor sólido líquido es especializado en extracción de aceites esenciales contenidos en material vegetal sólido, la materia prima se introduce en un dispositivo retenedor en la parte inferior del extractor y el solvente puede ser conducido por varios métodos, uno de ellos extracción soxhlet en la que el recipiente se llena y se vacía periódicamente.

#### 4.2.4. g. Extracción líquido-líquido

**Figura 55**

*Torre de extracción líquido-líquido*



*Nota. La figura muestra la representación de la columna de extracción líquido-líquido que será el equipo utilizado para separar el aceite esencial del solvente. Tomado de: De Dietrich process systems. [En línea] Disponible: <https://www.dedietrich.com/es/soluciones-y-productos/extraccion/extraccion-liquido/liquido/columnas-de-extraccion> [Accedido: May.29, 2023]*

La columna de extracción será usada en el proceso de separación del solvente usado que en este caso es etanol, del aceite esencial obtenido del proceso anterior, en este equipo el líquido es pulsado con movimientos ascendentes y descendentes y con temperatura constante para que el solvente sea recuperado y el producto de interés no se vea afectado en ninguna de sus propiedades.

#### 4.2.4. h. Tanque mezclador

## Figura 56

### *Tanque mezclador con agitador*



*Nota. La figura muestra la representación del tanque mezclador en el cual ingresarán las corrientes de aditivo y de aceite esencial de naranja. Tomado de: Ingeniar Inoxidables. [En línea] Disponible: <https://www.ingeniarinoxidables.com/producto/tanque-agitador-en-acero-inoxidable/> [Accedido: May.29, 2023]*

El tanque mezclador contiene un agitador con hélices de tipo marina con flujo axial de manera que la mezcla pueda ser homogenizada de manera correcta además de contar con un sistema de calentamiento para que las sustancias puedan ser mezcladas y su viscosidad sea baja, la temperatura no debe ser muy alta y debe mantenerse constante.

#### 4.2.4. i. Tanque de almacenamiento para aceite

## Figura 57

### *Tanque de almacenamiento para aceite*



*Nota.* La figura muestra la representación del tanque de almacenamiento del producto terminado.

*Tomado de: Intranox líderes en soluciones en acero inoxidable. [En línea] Disponible: <https://www.intranox.com/depositos-de-acero-inoxidable/aceite> [Accedido: May.29, 2023]*

El tanque utilizado para el almacenamiento del aceite lubricante final podrá ser de acero inoxidable o de polietileno, de esta manera podrán mantenerse sus propiedades. El tanque deberá ser resistente a la corrosión y con capacidad suficiente para todo el producto. Podrán instalarse varios tanques, así se tendrá la capacidad para almacenar varios lotes de producción.

## 5. CONCLUSIONES

El material orgánico usado (cáscara de naranja) tiene el suficiente contenido de aceite esencial para ser extraído en mayor cantidad usando menor cantidad de materia prima, siguiendo con la experimentación realizada para la extracción de aceites esenciales se evidencia que es más efectiva la destilación con solvente en montaje soxhlet, pues se requiere de un menor tiempo para extraer mayor cantidad de aceite pues este permite realizar más montajes al mismo tiempo con un rendimiento del 39,3% y tiene menor probabilidad de falla en comparación con el arrastre de vapor de agua que registró un rendimiento del 8,6%.

Se evidencia que las proporciones usadas de aceite de naranja base y aditivo anticorrosivo fueron efectivas teniendo en cuenta que al aplicar una mayor cantidad de aditivo podría ocasionar una menor viscosidad en el aceite lubricante formulado, así como afectar el pH de este de manera que ya no cumpla con las características de los lubricantes convencionales.

La formulación del aceite dio como resultado un lubricante del color y un poco del aroma del aceite base pues el aditivo que se agregó era incoloro, ya que este se utilizó únicamente para mejorar algunas propiedades como la resistencia a la corrosión, viscosidad y punto de humo.

Las pruebas fisicoquímicas realizadas al aceite lubricante formulado y al aceite base de naranja son cercanas a los datos obtenidos a través de bibliografía, lo que indica que el lubricante podría ser usado en la lubricación de maquinaria industrial principalmente pues la viscosidad de este es menor a la requerida para lubricantes de motor de automóvil y es adecuada para las piezas móviles de la maquinaria industrial ya que los lubricantes de alta viscosidad pueden ocasionar atascos en las piezas.

De igual manera la prueba de corrosión indicó que tanto el aceite debido a sus propiedades antioxidantes como el aditivo anticorrosivo cumplieron con su función de esta manera se podrá operar a temperaturas elevadas y no se verá afectada la eficacia de los materiales que componen la maquinaria.

Para el planteamiento de la propuesta del proceso a escala piloto se aproximan los resultados de las extracciones a valores fijos, debido a que no toda la materia prima va a dar un resultado igual pues tienen diferentes propiedades por unidad dependiendo de las condiciones del cultivo de la

fruta, cabe destacar que se debe realizar una selección de fruta para realizar todo el proceso y así poder garantizar el óptimo rendimiento en las extracciones de aceite.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] J. K. R. Cárdenas, "Obtención de un aceite dieléctrico A partir de la pulpa de la fruta aguaje (*Mauritia flexuosa*) para sustituir aceites minerales en los transformadores eléctricos", Trabajo de grado, Universidad de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador, 2017.
- [2] D. I. Albán Sánchez, "Obtención de aceite lubricante a partir de residuos de banano", Trabajo de grado, Escuela Superior Politécnica De Chimborazo, Riobamba, Ecuador, 2014.
- [3] "El aceite usado es un residuo peligroso - SIGAUS". Sistema de gestión de aceites industriales usados en España - SIGAUS. <https://www.siga.us.es/un-residuo-peligroso> (accedido el 14 de abril de 2023).
- [4] "Aceites usados son residuos peligrosos | Beg". Beg | Lubricantes y Aditivos Para Carros. <https://www.beglubricantes.com/2018/04/24/aceites-usados-son-residuos-peligrosos/> (accedido el 14 de abril de 2023).
- [5] L. Alvarado Dávila y A. T. Hernández Sierra, "Revisión de alternativas sostenibles para el aprovechamiento del orujo de naranja", Revista Colombiana De Investigaciones Agroindustriales, vol. 5, n.º 2, pp. 9–32, julio de 2018. Accedido el 18 de octubre de 2022. [En línea]. Disponible: <https://doi.org/10.23850/24220582.1393>
- [6] "Reciclaje de aceite - gestión de residuos - soluciones globales para el reciclaje". Gestión de residuos - Soluciones Globales para el Reciclaje. <https://www.recytrans.com/blog/reciclaje-de-aceite/> (accedido el 18 de marzo de 2023).
- [7] K. A. Rodríguez Rodríguez, "Extracción Y Evaluación De Pectina A Partir De La Cáscara De Naranja De Las Variedades *Citrus sinensis* y *Citrus paradisi* Y Propuesta De Diseño De Planta Piloto Para Su Producción", Trabajo de grado, Universidad de El Salvador, San Salvador, El Salvador, 2004.
- [8] J. J. Pérez González, "Obtención de aceite esencial y pectinas de la cascara de naranja y diseño de la unidad de extracción.", Trabajo de grado, Fundación Universitaria Jorge Tadeo Lozano, Bogotá D.C., 2019.

- [9] "Lubricantes de automoción". *ingemecánica*. <https://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn68.html> (accedido el 9 de marzo de 2023).
- [10] "Manual técnico para el manejo de aceites lubricantes usados de origen automotor e industrial", Bogotá D.C., 2da. Ed.: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2014, 2014.
- [11] "Por la cual se adopta el manual de normas y procedimientos para la gestión de aceites usados en el Distrito Capital, Resolución 1188 DE 2003, Secretaría General de la Alcaldía Mayor de Bogotá D.C., Bogotá D.C., 2003.
- [12] Fondo de Prevención y Atención de Emergencias - FOPAE, "Manual para la gestión de aceites usados", Bogotá D.C., PLE-MA-03, julio de 2012.
- [13] O. R. Bohórquez Becerra, "Estudio de prefactibilidad técnica y financiera para la creación de una empresa de reciclaje de aceites usados en el área metropolitana de Bucaramanga", Monografía de especialización, Universidad industrial de Santander, Bucaramanga, 2016.
- [14] "Aditivos para lubricantes: Una guía práctica - Noria Latín América". Noria Latín América. <https://noria.mx/lublearn/aditivos-para-lubricantes-una-guia-practica/> (accedido el 18 de abril de 2023).
- [15] "¿Qué son los Residuos orgánicos? ¿Cómo tratarlos? - Volta". Volta. <https://www.voltachile.cl/residuos-organicos/> (accedido el 18 de abril de 2023).
- [16] G. León Méndez, M. d. R. Osorio Fortich y S. R. Martínez Useche, "Comparación de dos métodos de extracción del aceite esencial de *Citrus sinensis* L", *Revista Cubana De Farmacia*, vol. 49, n.º 4, 2015.
- [17] "Neetescuela". Neetescuela. <https://neetescuela.org/destilacion/> (accedido el 19 de abril de 2023).
- [18] "▷ Destilación por arrastre de vapor | De Química". De Química. <https://www.dequimica.info/destilacion-arrastre-vapor/> (accedido el 19 de abril de 2023).

- [19] "Viaje al corazón de la fruta | my-vb". Les vergers Boiron: frozen fruit purées and coulis. <https://www.my-vb.com/esp/quienes-somos/noticias/corporate/viaje-al-corazon-la-fruta> (accedido el 15 de marzo de 2023).
- [20] "Agroalimentación - la naranja: Cultivo y manejo de la naranja". Agricultura. Directorio de empresas, artículos, cultivos y negocios agrícolas. <https://www.infoagro.com/citricos/naranja.htm> (accedido el 16 de marzo de 2023).
- [21] "Naranjas y naranjos | La guía de Biología". La guía de Biología. <https://biologia.laguia2000.com/botanica/naranjas-y-naranjos> (accedido el 16 de marzo de 2023).
- [22] E. Sanguinetti. "Aceites y lubricantes industriales: Qué son y su origen - caloryfrio.com". Caloryfrio.com - Todo sobre calefacción, aire acondicionado, ahorro y eficiencia energética, energías renovables y sanitarios. <https://www.caloryfrio.com/aire-acondicionado/aire-instalaciones-componentes/aceites-y-lubricantes-industriales-que-son-y-su-origen.html> (accedido el 5 de abril de 2023).
- [23] "Naranja, todo de este árbol frutal cítrico de tamaño mediano". Todo Viveros. <https://todoviveros.com/naranja/> (accedido el 1 de mayo de 2023).
- [24] "Usos de las naranjas | Cinatur". Cinatur Group. <http://www.cinatur.com/es/ usos-de-las-naranjas> (accedido el 1 de mayo de 2023).
- [25] "Lubricantes: Esenciales para el funcionamiento adecuado de máquinas y equipos. - Portal de productos del grupo PCC". Portal de productos del grupo PCC. <https://www.products.pcc.eu/es/blog/lubricantes-esenciales-para-el- funcionamiento-a-decuado-de-maquinas-y-equipos/> (accedido el 4 de abril de 2023).
- [26] "La rentabilidad detrás de la naranja Valencia en los cultivos de Antioquia". Noticias y negocios del Agro, Agricultura, Ganadería y ferias de Colombia| Agronegocios.co. <https://www.agronegocios.co/agricultura/la-rentabilidad-detras-de-la-naranja-valencia-en-los-cultivos-de-antioquia-2882705> (accedido el 8 de marzo de 2023).

- [27] "Pruebas-de-analisis-de-aceite-conocer-los-tipos". ALS | Laboratory testing, inspection, certification and verification solutions. <https://www.alsglobal.com/es/News-and-publications/2022/06/pruebas-de-analisis-de-aceite-conocer-los-tipos> (accedido el 8 de marzo de 2023).
- [28] "Pruebas físicas más comunes de control de calidad de los aceites - Extracción y Caracterización Fisicoquímica de Aceites Extraídos de Semillas Oleaginosas". AulaFacil.com - Cursos Online Gratis. <https://www.aulafacil.com/cursos/investigacion/extraccion-y-caracterizacion-fisico-quimica-de-aceites-extraidos-de-semillas-oleaginosas/pruebas-fisicas-mas-comunes-de-control-de-calidad-de-los-aceites-l35408> (accedido el 10 de marzo de 2023).
- [29] T. Ramírez Nieves, "Evaluación de las propiedades fisicoquímicas de aceites y grasas residuales potenciales para la producción de biocombustibles", Tesis de maestría, Centro De Investigacion Y Desarrollo Tecnológico En Electroquímica, S.C, Querétaro, México, 2018.
- [30] "Estudio del aceite esencial de la cáscara de la naranja dulce (*Citrus sinensis* variedad valencia) Cultivada en Labateca (Norte de Santander, Colombia)", BISTUA, vol. 5, n.º 1.
- [31] "Consejos para analizar la viscosidad de un aceite". Noria Latín América. <https://noria.mx/lublearn/consejos-para-analizar-la-viscosidad-de-un-aceite/> (accedido el 4 de abril de 2023).
- [32] "Lubricantes para motores: Características | Grupo Pochteca". Grupo Pochteca | Venta de materias primas para la Industria. <https://mexico.pochteca.net/caracteristicas-basicas-de-los-lubricantes-para-motores/> (accedido el 3 de marzo de 2023).
- [33] *Petróleo y sus derivados: Aceites lubricantes para cárter en motores de combustión interna a gasolina, a operación dual gasolina/gas natural para vehículos (cuatro tiempos) y diesel (cuatro y dos tiempos)*, ICONTEC, Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación., Bogotá D.C., 2011.
- [34] "Naranja - Información general". Listado de frutas. <https://www.frutas-hortalizas.com/Frutas/Presentacion-Naranja.html> (accedido el 7 de marzo de 2023).

- [35] "Capacitación: Como se fabrican los lubricantes - [surtidores.com.ar](https://surtidores.com.ar)". [Surtidores.com.ar](https://surtidores.com.ar). <https://surtidores.com.ar/capacitacion-como-se-fabrican-los-lubricantes/> (accedido el 24 de mayo de 2023).
- [36] "Química orgánica industrial". Escuela de Ingenierías Industriales - UVa. <https://www.eii.uva.es/organica/qoi/tema-13.php#:~:text=El%20proceso%20de%20fabricación%20de,tenga%20lugar%20proceso%20químico%20alguno>. (accedido el 25 de mayo de 2023).
- [37] "Química Orgánica Industrial". Escuela de Ingenierías Industriales - UVa. <https://www.eii.uva.es/organica/qoi/tema-02.php> (accedido el 2 de mayo de 2023).
- [38] M. L. Pinzón Bedoya y A. M. Cardona Tamayo, "Caracterización de la cáscara de naranja para su uso como material bioadsorbente", *BISTUA*, vol. 6, n.º 1, p. 24, 2008.
- [39] V. López Hernández, "Fortificación de cáscara de naranja (*C. sinensis* var *Valencia*) por impregnación con miel", *Tesis de maestría, Universidad Veracruzana, Xalapa, Veracruz, México, 2014*.
- [40] C. P. Bernal Villavicencio, "Extracción del aceite esencial de la cáscara de naranja: Caracterización y estudio de potencial industria en el Ecuador", *Trabajo de grado, Universidad San Francisco De Quito, Quito, 2012*.
- [41] L. Reáteguí Díaz, "Hidroextracción y fraccionamiento del aceite esencial de cáscara de naranja", *Trabajo de grado, Universidad Nacional Mayor De San Marcos, Lima, Perú, 2005*.
- [42] Ministerio de salud y protección social. (2012, 2 de agosto). *Resolución n.º 2154, por la cual se establece el reglamento técnico sobre los requisitos sanitarios que deben cumplir los aceites y grasas de origen vegetal o animal que se procesen, envasen, almacenen, transporten, exporten, importen y/o comercialicen en el país, destinados para el consumo humano y se dictan otras disposiciones*.
- [43] J. A. Gutiérrez Escobar, "Obtención de aceites esenciales a partir de la cáscara de naranja por el método prensado de frío.", *Tesis de licenciatura, UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS, La Paz, Bolivia, 2019*.

- [44] J. B. Estrada Girón, "Extracción Del Aceite Esencial Del Flavelo De La Naranja Dulce (*Citrus sinensis* L.) Variedad Valencia, Proveniente De Desechos Agroindustriales, Utilizando El Método De Destilación Por Arrastre Con Vapor A Escala Planta Piloto, Para Su Aplicación En La Formulación De Cosméticos", Trabajo de grado, Universidad De San Carlos De Guatemala, Guatemala, 2015.
- [45] E. W. Obregón Mariano, "Análisis comparativo de la hidrodestilación con el arrastre de vapor para la extracción de aceites esenciales de la cascara de naranja", Trabajo de grado, Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, Huacho, Perú, 2018.
- [46] G. A. León Fonseca, "Evaluación del proceso para la obtención de un biolubricante partiendo de residuos de aceites de cocina para una empresa dedicada al tratamiento de aceites usados", Trabajo de grado, Fundación Universidad de América, Bogotá D.C., 2020.
- [47] "Salud del lubricante y comportamiento de los aditivos en vehículos tipo turismo", Revista Científica y Tecnológica UPSE, vol. 8, n.º 2, p. 7, 2021. Accedido el 23 de marzo de 2023. [En línea]. Disponible: <https://doi.org/10.26423/rctu.v8i2.620>.
- [48] L. J. Vimos Patajalo, "Estudio comparativo de la composición y propiedades fisicoquímicas de aceites lubricantes automotrices comercializados en Riobamba", Trabajo de grado, Escuela Superior Politécnica De Chimborazo, Riobamba, Ecuador, 2021.
- [49] J. Á. Colina Márquez, E. Contreras, J. Ruiz y L. Monroy, "Comparación de dos métodos de extracción para el aceite esencial de la cáscara de pomelo (*Citrus maxima*)", Ing-Nova, vol. 1, n.º 1, pp. 85–92, 2022. Accedido el 29 de marzo de 2023. [En línea]. Disponible: <https://doi.org/10.32997/rin-2022-3729>
- [50] "Silos de almacenamiento SAR 1940 67° C". Grantec: Tecnología en equipamientos. <https://grantecsa.com/producto/silos-de-almacenamiento-sar-1940-67-c/> (accedido el 29 de mayo de 2023).
- [51] "Máquina peladora de naranjas comercial". WM machinery. <https://wmmachinery.com/es-ec/products/commercial-orange-peeler> (accedido el 29 de mayo de 2023).
- [52] "Tanques de almacenamiento para líquidos: Todo lo que debes saber". Saga Fluid process Technology. <https://sagafluid.com/tanques-de->

*almacenamiento/#:~:text=tanque%20de%20almacenamiento?-,  
¿Qué%20son%20los%20tanques%20de%20almacenamiento?,al%20carbono%20o%20acero%20inoxidable. (accedido el 29 de mayo de 2023).*

[53] *"Lavadora de frutas". Maplas Cali SAS. <https://www.maplascal.com/producto/lavadora-de-fruta-para-pulpas-de-fruta/?v=056158413026> (accedido el 29 de mayo de 2023).*

[54] *"Hornos de convección forzada - intek group". Intek Group. [https://intekgroup.com.co/categoria-general/hornos-conveccion-forzada/?gclid=CjwKCAjwyeujBhA5EiwA5WD7\\_VL\\_uIsW4iKjuaGPMr-MUI9CqK0rj5FpXRFnUgogiY4GuVPsXO2t4BoCwakQAvD\\_BwE](https://intekgroup.com.co/categoria-general/hornos-conveccion-forzada/?gclid=CjwKCAjwyeujBhA5EiwA5WD7_VL_uIsW4iKjuaGPMr-MUI9CqK0rj5FpXRFnUgogiY4GuVPsXO2t4BoCwakQAvD_BwE) (accedido el 29 de mayo de 2023).*

[55] *"Tanques de almacenamiento: Qué es, tipos, materiales y usos". Haléco. <https://www.haleco.es/tanques-almacenamiento-tipos-materiales-usos/> (accedido el 29 de mayo de 2023).*

[56] *"Cortadoras de banda kronen gs10-2 - industria alimentaria - cortadoras de banda". Interempresas: Productos e Información para la industria y la empresa. <https://www.interempresas.net/Alimentaria/FeriaVirtual/Producto-Cortadoras-de-banda-Kronen-Gs10-2-166235.html> (accedido el 29 de mayo de 2023).*

[57] *"De Dieterich process systems". De Dietrich Process Systems: Chemical Process Solutions and Services. <https://www.dedietrich.com/es/soluciones-y-productos/extraccion/extraccion-solido/liquido> (accedido el 29 de mayo de 2023).*

[58] *"De Dieterich process systems". De Dietrich Process Systems: Chemical Process Solutions and Services. <https://www.dedietrich.com/es/soluciones-y-productos/extraccion/extraccion-liquido/liquido/columnas-de-extraccion> (accedido el 29 de mayo de 2023).*

[59] *"Tanque agitador". Ingeniar Inoxidables. <https://www.ingeniarinoxidables.com/producto/tanque-agitador-en-acero-inoxidable/> (accedido el 29 de mayo de 2023).*

[60] *"Depósitos de acero inoxidable para aceite". Intranox. <https://www.intranox.com/depositos-de-acero-inoxidable/aceite> (accedido el 29 de mayo de 2023).*

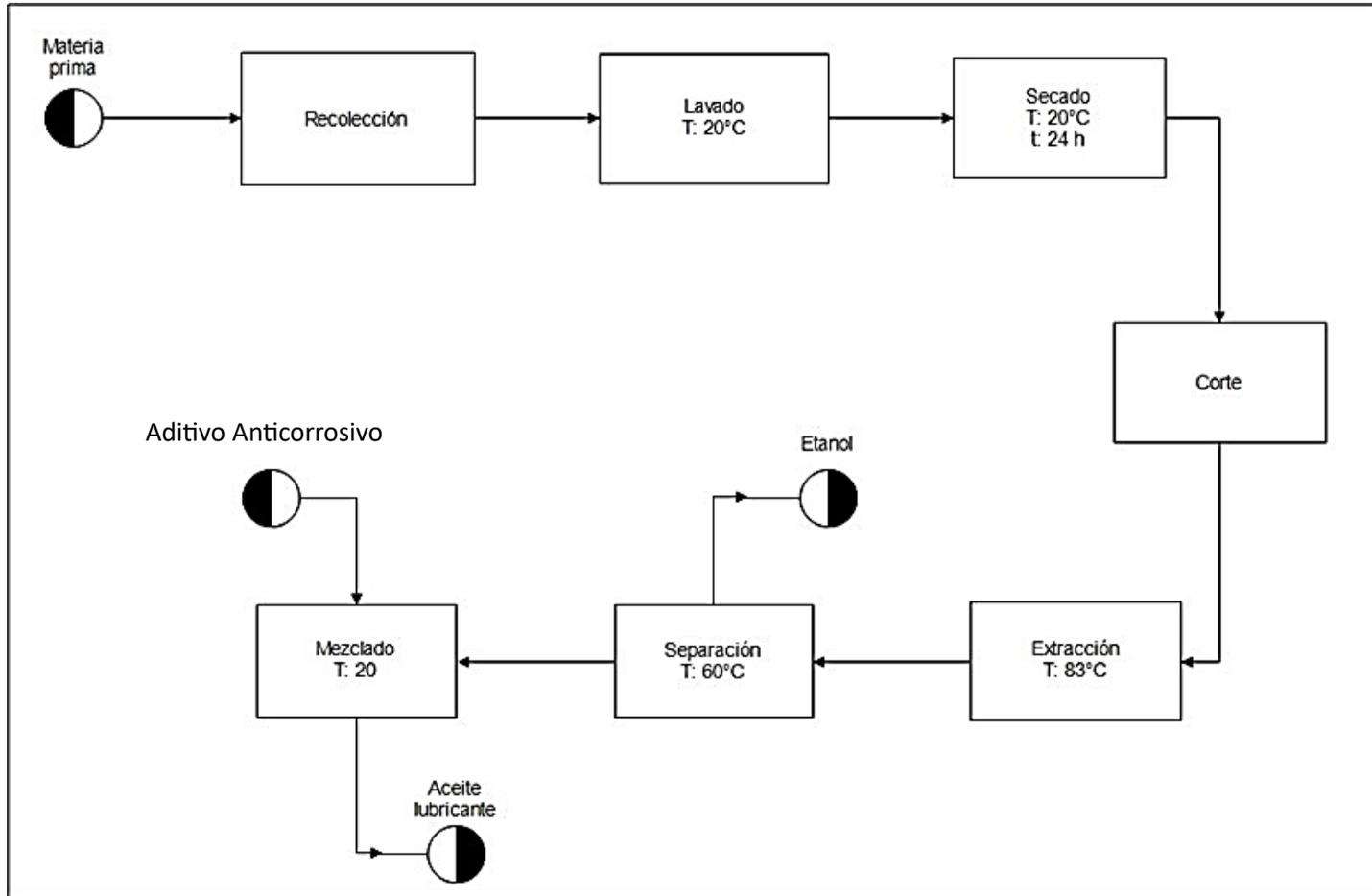
[61] <https://www.liqui-moly.com/es/motor-protect-p000007.html#tab-label-description-title> (accedido el 18 de julio de 2023).

## **ANEXOS**

**ANEXO 1.**  
**DIAGRAMA BFD**

**Figura 58**

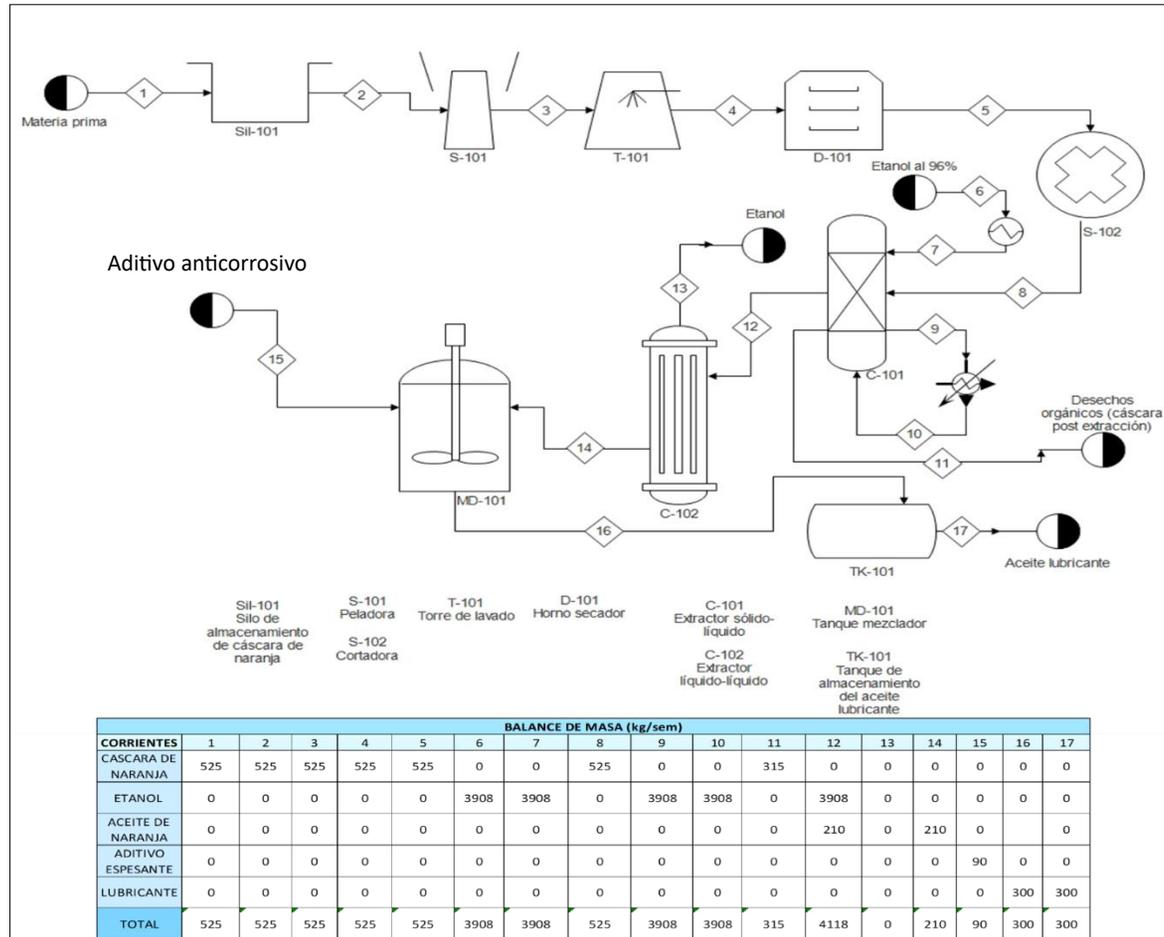
*Diagrama BFD*



## ANEXO 2. DIAGRAMA PFD

**Figura 59**

*Diagrama PFD*



## ANEXO 3.

### HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD DEL ADITIVO MOTOR PROTECT

#### Figura 60

*Hoja de datos de seguridad del aditivo Motor Protect*



<p>Página: 1 de 16 Ficha de datos de seguridad según Reglamento (CE) Nr. 1907/2006, Anexo II Revisión / Versión: 01.11.2021 / 0019 Sustituye a la versión del / Versión: 31.07.2019 / 0018 Válido a partir de: 01.11.2021 Fecha de impresión del PDF: 01.11.2021 Motor Protect</p>
<p align="center"><b>Ficha de datos de seguridad según Reglamento (CE) Nr. 1907/2006, Anexo II</b></p>
<p align="center"><b>SECCION 1: Identificación de la sustancia o la mezcla y de la sociedad o la empresa</b></p>
<p><b>1.1 Identificador de producto</b></p> <p><b>Motor Protect</b></p>
<p><b>1.2 Usos pertinentes identificados de la sustancia o de la mezcla y usos desaconsejados</b> Usos pertinentes identificados de la sustancia o de la mezcla: Aditivos Usos desaconsejados: En la actualidad no existen informaciones al respecto.</p>
<p><b>1.3 Datos del proveedor de la ficha de datos de seguridad</b> LIQUI MOLY GmbH Jerg-Wietand-Str. 4 89081 Ulm-Lehr Tel.: (+49) 0731-1420-0 Fax: (+49) 0731-1420-88</p>
<p>Dirección de correo electrónico de la persona especializada: <a href="mailto:info@chemical-check.de">info@chemical-check.de</a>, <a href="mailto:k.schnurbusch@chemical-check.de">k.schnurbusch@chemical-check.de</a> - por favor, NO utilizar para pedir hojas de datos de seguridad.</p>
<p><b>1.4 Teléfono de emergencia</b> Servicios de información para casos de emergencia / Organismo consultivo oficial:</p>
<p>Servicio de Información Toxicológica (Instituto Nacional de Toxicología y Ciencias Forenses) Teléfono: +34 91 562 04 20 Información en español (24 h/365 días). Únicamente con la finalidad de proporcionar respuesta sanitaria en caso de urgencia. <b>Teléfono de urgencias de la sociedad:</b> +49 (0) 700 / 24 112 112 (LMR) +1 872 5686271 (LMR)</p>
<p align="center"><b>SECCIÓN 2: Identificación de los peligros</b></p>
<p><b>2.1 Clasificación de la sustancia o de la mezcla</b> Clasificación de acuerdo con el Reglamento (CE) 1272/2008 (CLP) La mezcla no está clasificada como peligrosa en sentido del Reglamento (CE) 1272/2008 (CLP).</p>
<p><b>2.2 Elementos de la etiqueta</b> Etiquetado de acuerdo con el Reglamento (CE) 1272/2008 (CLP)</p> <p>EUH210-Puede solitarse la ficha de datos de seguridad.</p>
<p><b>2.3 Otros peligros</b> La mezcla no contiene ninguna sustancia vPvB (vPvB = very persistent, very bioaccumulative) o no está incluida en el anexo XIII del Reglamento (CE) 1907/2006 (&lt; 0,1 %). La mezcla no contiene ninguna sustancia PBT (PBT = persistent, bioaccumulative, toxic) o no está incluida en el anexo XIII del Reglamento (CE) 1907/2006 (&lt; 0,1 %). El compuesto no contiene ninguna sustancia con propiedades de alteración endocrina (&lt; 0,1 %). Peligro para el agua potable incluso al verterse pequeñas cantidades.</p>

Página 2 de 16

Ficha de datos de seguridad según Reglamento (CE) Nr. 1907/2006, Anexo II  
 Revisión / Versión: 01.11.2021 / 0019  
 Sustituye a la versión del / Versión: 31.07.2019 / 0018  
 Válido a partir de: 01.11.2021  
 Fecha de Impresión del PDF: 01.11.2021  
 Motor Protect

### SECCIÓN 3: Composición/información sobre los componentes

#### 3.1 Sustancias

n.u.

#### 3.2 Mezclas

<b>Aceites lubricantes (petróleo), C20-50, a base de aceite neutro tratado con hidrógeno</b>	
Número de registro (REACH)	01-2119474889-13-XXXX
Index	649-463-00-5
EINECS, ELINCS, NLP, REACH-IT List-No.	276-738-4
CAS	72623-87-1
% rango	20-30
Clasificación de acuerdo con el Reglamento (CE) 1272/2008 (CLP), factores M	Asp. Tox. 1, H304
<b>Destilados (petróleo), fracción parafínica pesada tratada con hidrógeno</b>	
Número de registro (REACH)	---
Index	649-467-00-8
EINECS, ELINCS, NLP, REACH-IT List-No.	265-157-1
CAS	64742-54-7
% rango	10-20
Clasificación de acuerdo con el Reglamento (CE) 1272/2008 (CLP), factores M	Asp. Tox. 1, H304
<b>Destilados (petróleo), fracción parafínica ligera tratada con hidrógeno</b>	
Número de registro (REACH)	---
Index	649-468-00-3
EINECS, ELINCS, NLP, REACH-IT List-No.	265-158-7
CAS	64742-55-8
% rango	1-10
Clasificación de acuerdo con el Reglamento (CE) 1272/2008 (CLP), factores M	Asp. Tox. 1, H304

Para la clasificación y la identificación del producto se pueden haber tenido en cuenta impurezas, datos de ensayo u otras informaciones. Texto de las frases H y abreviaturas de clasificación (SGA/CLP), véase sección 16.

Las sustancias mencionadas en esta sección se indican con su clasificación real correspondiente!

Esto significa que en el caso de las sustancias listadas en el Anexo VI, Tabla 3.1 del Reglamento (UE) n.º 1272/2008 (CLP) se han tenido en cuenta todas las posibles observaciones mencionadas en el mismo para la clasificación aquí mencionada.

### SECCIÓN 4: Primeros auxilios

#### 4.1 Descripción de los primeros auxilios

¡Los responsables de los primeros auxilios deben recordar protegerse a sí mismos!  
 No instile ningún líquido en la boca de personas inconscientes!

##### Inhalación

Alejar a la persona de la zona de peligro.  
 Conducir aire fresco al afectado y dependiendo de los síntomas, consultar al médico.

##### Contacto con la piel

Retirar inmediatamente partes de vestimenta sucia, embebida, lavar bien con mucha agua y jabón, en caso de irritación (enrojecimiento, etc.) consultar al médico.

##### Contacto con los ojos

Quitarse las lentes.  
 Aclarar exhaustivamente con abundante agua durante varios minutos, si fuese necesario, llamar al médico.

##### Ingestión

Lavar bien la boca con agua.  
 No provocar el vómito, dar mucha agua de beber, llamar inmediatamente al médico.  
 En caso de vómitos, mantenga la cabeza inclinada, para que el contenido interior del estómago no alcance los pulmones.

#### 4.2 Principales síntomas y efectos, agudos y retardados

Cuando proceda, se podrán encontrar los principales síntomas y efectos retardados en el párrafo 11.º o, en caso de vías de exposición, en el párrafo 4.1.

En determinados casos puede ocurrir que los síntomas de intoxicación no se manifiesten hasta que haya transcurrido mucho tiempo/después de varias horas.

Possible reacción alérgica.

En determinados casos puede ocurrir que los síntomas de intoxicación no se manifiesten hasta que haya transcurrido mucho tiempo/después de varias horas.

#### 4.3 Indicación de toda atención médica y de los tratamientos especiales que deban dispensarse inmediatamente

n.e.

La información de la composición actualizada del producto ha sido remitida al Servicio de Información Toxicológica (Instituto Nacional de Toxicología y Ciencias Forenses).

En caso de intoxicación llamar al Servicio de Información Toxicológica: Tño (24horas) 91 562 04 20

### SECCIÓN 5: Medidas de lucha contra incendios

#### 5.1 Medios de extinción

##### Medios de extinción apropiados

CO2

Polvo extintor

Espuma

##### Medios de extinción no apropiados

Chorro compacto de agua

#### 5.2 Peligros específicos derivados de la sustancia o la mezcla

En caso de fuego se pueden formar:

Oxidos de carbono

Oxidos de azufre

Oxidos de nitrógeno

Hidrocarburos

Productos de pirólisis tóxicos.

Mezclas de aire y vapores inflamables

#### 5.3 Recomendaciones para el personal de lucha contra incendios

Equipamiento de protección personal, véase sección 8.

En caso de incendio y/o de explosión no respire los humos.

Aparato de respiración, independiente de la atmósfera local.

Según el tamaño del fuego

Si fuese necesario, protección completa.

Refrigerar con agua los recipientes expuestos a riesgos.

Eliminar el agua prevista contra incendios que esté contaminada conforme a la normativa oficial.

### SECCIÓN 6: Medidas en caso de vertido accidental

#### 6.1 Precauciones personales, equipo de protección y procedimientos de emergencia

##### 6.1.1 Para el personal que no forma parte de los servicios de emergencia

En caso de un derrame o una liberación involuntaria, llevar puesto el equipo de protección individual del apartado 8 a fin de evitar la contaminación.

Garantizar una ventilación suficiente y eliminar las fuentes de ignición.

En caso de productos sólidos o pulverulentos, evitar la formación de polvo.

En la medida de lo posible, abandonar la zona de peligro y, si procede, aplicar los planes de emergencia existentes.

Procurar que haya una buena aireación.

Evitar el contacto con ojos y piel.

Si fuese necesario, tener en cuenta el peligro de resbalar.

##### 6.1.2 Para el personal de emergencia

Acerca del equipo de protección individual adecuado y los datos de material, véase el apartado 8.

#### 6.2 Precauciones relativas al medio ambiente

Si el escape es grande, embalsar.

Detener la fuga, si no hay peligro en hacerlo.



Página 4 de 16  
 Ficha de datos de seguridad según Reglamento (CE) Nr. 1907/2006, Anexo II  
 Revisión / Versión: 01.11.2021 / 0019  
 Sustituye a la versión del / Versión: 31.07.2019 / 0018  
 Válido a partir de: 01.11.2021  
 Fecha de impresión del PDF: 01.11.2021  
 Motor Protect

No tirar los residuos por el desagüe.  
 Evitar la penetración del producto en las aguas superficiales y subterráneas, así como en el suelo.  
 Si por accidente entra el producto en a la canalización, informar a las autoridades competentes.

### 6.3 Métodos y material de contención y de limpieza

Recoger con material aglutinante de líquidos (p. ej. aglutinante universal, arena, diatomita) y eliminar según la sección 13.

Aglutinante aceitoso

No limpiar con agua o con limpiadores acuosos.

### 6.4 Referencia a otras secciones

Equipamiento de protección personal, véase sección 8 e indicaciones sobre la eliminación, véase sección 13.

## SECCIÓN 7: Manipulación y almacenamiento

Además de la información que se facilita en esta sección, la sección 8 y 6.1 también puede contener información relevante.

### 7.1 Precauciones para una manipulación segura

#### 7.1.1 Recomendaciones generales

Procurar que haya una buena ventilación.

No calentar a altas temperaturas cerca del punto de inflamación.

Evitar el contacto con ojos y piel.

No llevar en los bolsillos de los pantalones trapos de limpiar empapados con el producto.

Está prohibido:

comer, beber, fumar, así como guardar productos alimenticios en el puesto de trabajo.

Siga las indicaciones de la etiqueta y las instrucciones de uso.

#### 7.1.2 Indicaciones sobre medidas generales de higiene en el sitio de trabajo

Se deben emplear las medidas de higiene y precaución generales para el trato de productos químicos.

Lávense las manos antes de hacer una pausa y al terminar la jornada.

Manténgase lejos de alimentos, bebidas y plenos.

Antes de entrar a zonas donde se ingieren alimentos, retirar la ropa y el equipamiento de protección contaminados.

### 7.2 Condiciones de almacenamiento seguro, incluidas posibles incompatibilidades

Almacenar el producto sólo en su embalaje original y cerrado.

No almacenar el producto en pasillos y escaleras.

Suelo resistente a sustancias disolventes

No se almacene junto con oxidantes.

Almacenar en lugar bien ventilado.

Protegerlo de los rayos solares y del calor.

### 7.3 Usos específicos finales

En la actualidad no existen informaciones al respecto.

## SECCIÓN 8: Controles de exposición/protección individual

### 8.1 Parámetros de control

(E) Nombre químico	Acete mineral refinado, nieblas	% rango:
VLA-ED: 5 mg/m <sup>3</sup> (niebla de aceite mineral)	VLA-EC: 10 mg/m <sup>3</sup> (niebla de aceite mineral)	--
Los métodos de seguimiento: - Draeger - Oil Mist 1/a (67 33 031)		
VLB: --	Otra información: --	

Aceites lubricantes (petróleo), C20-50, a base de aceite neutro tratado con hidrógeno						
Campo de aplicación	Vía de exposición / Compartimento medioambiental	Repercusión sobre la salud	Descriptor	Valor	Unidad	Observación
	Humana: oral		PNEC	9,33	mg/kg feed	
Consumidor	Humana: por inhalación	A largo plazo, efectos locales	DNEL	1,2	mg/m <sup>3</sup>	24h
Trabajador / empleado	Humana: por inhalación	A largo plazo, efectos locales	DNEL	5,4	mg/m <sup>3</sup>	8h

Destilados (petróleo), fracción parafínica pesada tratada con hidrógeno

E  
 Página 5 de 16  
 Ficha de datos de seguridad según Reglamento (CE) Nr. 1907/2006, Anexo II  
 Revisión / Versión: 01.11.2021 / 0019  
 Sustituye a la versión del / Versión: 31.07.2019 / 0018  
 Válido a partir de: 01.11.2021  
 Fecha de impresión del PDF: 01.11.2021  
 Motor Protect

Campo de aplicación	Vía de exposición / Compartimento medioambiental	Repercusión sobre la salud	Descriptor	Valor	Unidad	Observación
	Medioambiental: oral (forraje)		PNEC	9,33	mg/kg feed	
Consumidor	Humana: por inhalación	A largo plazo, efectos locales	DNEL	1,2	mg/m <sup>3</sup>	
Trabajador / empleado	Humana: por inhalación	A largo plazo, efectos locales	DNEL	5,4	mg/m <sup>3</sup>	

Destilados (petróleo), fracción parafínica ligera tratada con hidrógeno						
Campo de aplicación	Vía de exposición / Compartimento medioambiental	Repercusión sobre la salud	Descriptor	Valor	Unidad	Observación
	Medioambiental: oral (forraje)		PNEC	9,33	mg/kg feed	
Consumidor	Humana: por inhalación	A largo plazo, efectos locales	DNEL	1,19	mg/m <sup>3</sup>	
Consumidor	Humana: oral	A largo plazo, efectos sistémicos	DNEL	0,74	mg/kg bw/day	
Trabajador / empleado	Humana: cutánea	A largo plazo, efectos sistémicos	DNEL	0,97	mg/kg bw/day	
Trabajador / empleado	Humana: por inhalación	A largo plazo, efectos sistémicos	DNEL	2,7	mg/m <sup>3</sup>	

Destilados (petróleo), fracción parafínica pesada tratada con hidrógeno						
Campo de aplicación	Vía de exposición / Compartimento medioambiental	Repercusión sobre la salud	Descriptor	Valor	Unidad	Observación
	Medioambiental: oral (forraje)		PNEC	9,33	mg/kg feed	

E VLA-ED = Valor Límite Ambiental-Exposición Diaria  
 (8) = Fracción Inhalable (Directiva 2017/164/EU, Directiva 2004/37/CE), (9) = Fracción respirable (Directiva 2017/164/EU, Directiva 2004/37/CE), (11) = Fracción Inhalable (Directiva 2004/37/CE), (12) = Fracción Inhalable, Fracción respirable en aquellos Estados miembros en los que, en la fecha de la entrada en vigor de la presente Directiva, se aplique un sistema de control biológico con un valor límite biológico inferior o igual a 0,002 mg Cd/g de creatinina en orina (Directiva 2004/37/CE). [ VLA-EC = Valor Límite Ambiental-Exposición de Corta Duración (8) = Fracción Inhalable (2017/164/EU, 2017/2398/EU), (9) = Fracción respirable (2017/164/EU, 2017/2398/EU), (10) = Valor límite de exposición de corta duración en relación con un período de referencia de 1 minuto (2017/164/EU). ] VLB = Valor Límite Biológico [ Otra información: Sen = Sensibilizante, vía dérmica = puede absorber por vía cutánea, b = asfixiantes simples, f = Reacciona con agentes nitrosantes que pueden dar lugar a la formación de N-Nitrosaminas carcinógenas, FIV = Fracción Inhalable y vapor, h = Fibras l > 5mm, d < 3mm, l/d >= 3 determinadas por microscopía óptica de contraste de fases, ae = alterador endocrino, C1A = si se sabe que es un carcinógeno para el hombre, en base a la existencia de pruebas en humanos, C1B = si se supone que es un carcinógeno para el hombre, en base a la existencia de pruebas en animales, M1A = Sustancia mutagénica para el hombre, M1B = Sustancia que puede considerarse mutagénica para el hombre, TR1 = Sustancias de las que se sabe o se supone que son tóxicas para la reproducción humana, TR1A/TR1B = cuando las pruebas utilizadas para la clasificación procedan principalmente de datos en humanos/de datos en animales.  
 (13) = La sustancia puede provocar sensibilización cutánea y de las vías respiratorias (Directiva 2004/37/CE), (14) = La sustancia puede provocar sensibilización cutánea (Directiva 2004/37/CE).

## 8.2 Controles de la exposición

### 8.2.1 Controles técnicos apropiados

Encárguese de que la ventilación sea buena. Esto se puede conseguir con aspiración local o una salida de aire general.  
 Si esto no es suficiente para mantener la concentración por debajo de los valores máximos permitidos para el lugar de trabajo (VLA, AGW), debe llevarse una mascarilla.  
 Sólo es de aplicación si se incluyen los valores límites de exposición.  
 Los métodos de evaluación adecuados para comprobar la eficacia de las medidas de protección adoptadas incluyen métodos de averiguación con tecnología de medición y sin ella.  
 Estos se describen p. ej. en la EN 14042.  
 EN 14042 "Atmósferas en los lugares de trabajo. Directrices para la aplicación y uso de procedimientos y aparatos para evaluar la exposición a agentes químicos y biológicos".

### 8.2.2 Medidas de protección individual, tales como equipos de protección personal

Se deben emplear las medidas de higiene y precaución generales para el trato de productos químicos.  
 Lávese las manos antes de hacer una pausa y al terminar la jornada.



Página 6 de 16  
Ficha de datos de seguridad según Reglamento (CE) Nr. 1907/2006, Anexo II  
Revisión / Versión: 01.11.2021 / 0019  
Sustituye a la versión del / Versión: 31.07.2019 / 0018  
Válido a partir de: 01.11.2021  
Fecha de Impresión del PDF: 01.11.2021  
Motor Protect

Manténgase lejos de alimentos, bebidas y piensos.  
Antes de entrar a zonas donde se ingieren alimentos, retirar la ropa y el equipamiento de protección contaminados.

Protección de los ojos/la cara:  
Gafas de protección ajustadas con protecciones laterales (EN 166).

Protección de la piel - Protección de las manos:  
Guantes de protección resistentes al aceite (EN ISO 374)  
Eventualmente  
Guantes de protección de nitrilo (EN ISO 374).  
Guantes de protección de Neoprene® / de polichloropreno (EN ISO 374).  
Grosor capa mínima en mm:

0,5  
Permeabilidad en minutos:  
> 120

Los tiempos de exposición obtenidos conforme a la EN 16523-1 no se han comprobado en la práctica.  
Se recomienda un tiempo máximo de uso que no supere el 50% del tiempo de exposición.  
Se recomienda el uso de una crema protectora de manos.

Protección de la piel - Otros:  
Trabajar con el traje de protección (p.e. zapatos de seguridad EN ISO 20345, vestimenta protectora de mangas largas).

Protección respiratoria:  
En un caso normal no es necesario.  
Ante formación de neblina de aceite:  
Filtro A2 P2 (EN 14387), color distintivo marrón, blanco  
Téngase en cuenta las limitaciones para el tiempo de uso del equipo respirador.

Peligros térmicos:  
No aplicable

Información adicional para la protección de las manos - No se ha realizado ningún ensayo.  
La selección de las mezclas se ha realizado al leer y entender y sobre la base de las informaciones acerca de los contenidos.  
La selección en el caso de las sustancias ha sido hecha a partir de las indicaciones del fabricante de guantes.  
La selección final del material de los guantes se tiene que realizar teniendo en cuenta el tiempo de rotura, la tasa de permeación y la degradación.  
La selección de unos guantes apropiados depende del material y de otras características de calidad, lo cual difiere según el fabricante.  
Para las mezclas, la resistencia de los materiales de los guantes no se puede calcular por adelantado, por lo que es necesario comprobarla antes del uso.  
Consulte con el fabricante de guantes el tiempo exacto de rotura del material de los guantes y respete este tiempo.

### 8.2.3 Controles de exposición medioambiental

En la actualidad no existen informaciones al respecto.

## SECCIÓN 9: Propiedades físicas y químicas

### 9.1 Información sobre propiedades físicas y químicas básicas

Estado físico:	Líquido
Color:	Marrón
Olor:	Característico
Punto de fusión/punto de congelación:	No hay ninguna información sobre este parámetro.
Punto de ebullición o punto inicial de ebullición e intervalo de ebullición:	No hay ninguna información sobre este parámetro.
Infamabilidad:	Infamable
Límite inferior de explosividad:	No hay ninguna información sobre este parámetro.
Límite superior de explosividad:	No hay ninguna información sobre este parámetro.
Punto de inflamación:	>160 °C
Temperatura de auto-inflamación:	No hay ninguna información sobre este parámetro.
Temperatura de descomposición:	No hay ninguna información sobre este parámetro.
pH:	La mezcla no es soluble (en agua).
Viscosidad dinámica:	84,5 mm <sup>2</sup> /s (40°C)
Solubilidad:	Insoluble
Coefficiente de reparto n-octanol/agua (valor logarítmico):	No se aplica a las mezclas.



<p>Página 7 de 16          Ficha de datos de seguridad según Reglamento (CE) Nr. 1907/2006, Anexo II          Revisión / Versión: 01.11.2021 / 0019          Sustituye a la versión del / Versión: 31.07.2019 / 0018          Válido a partir de: 01.11.2021          Fecha de Impresión del PDF: 01.11.2021          Motor Protect</p>						
Presión de vapor:	No hay ninguna información sobre este parámetro.					
Densidad y/o densidad relativa:	0,888 g/ml (20°C)					
Densidad de vapor relativa:	No hay ninguna información sobre este parámetro.					
Características de las partículas:	No se aplica a los líquidos.					
<b>9.2 Otros datos</b>						
Explosivos:	El producto no tiene peligro de explosión.					
Líquidos comburentes:	No					
Densidad de compactado:	n.u.					
<b>SECCIÓN 10: Estabilidad y reactividad</b>						
<b>10.1 Reactividad</b>						
El producto no ha sido comprobado.						
<b>10.2 Estabilidad química</b>						
Estable si se realiza un almacenamiento y un manejo reglamentarios.						
<b>10.3 Posibilidad de reacciones peligrosas</b>						
No se conoce ninguna reacción peligrosa.						
<b>10.4 Condiciones que deben evitarse</b>						
Véase también sección 7.						
Calor, en proximidad de llamas, fuentes de ignición						
<b>10.5 Materiales incompatibles</b>						
Véase también sección 7.						
Evitar el contacto con sustancias fuertemente oxidantes.						
<b>10.6 Productos de descomposición peligrosos</b>						
Véase también sección 5.2.						
No se disuelve con un uso según lo establecido.						
<b>SECCIÓN 11: Información toxicológica</b>						
<b>11.1. Información sobre las clases de peligro definidas en el Reglamento (CE) n.º 1272/2008</b>						
Eventualmente, consultar el párrafo 2.1 (clasificación) para obtener más información acerca de efectos sobre la salud.						
<b>Motor Protect</b>						
Toxicidad / Efecto	Punto final	Valor	Unidad	Organismo	Método de verificación	Observación
Toxicidad aguda, oral:						n.d.
Toxicidad aguda, dérmica:						n.d.
Toxicidad aguda, por inhalación:						n.d.
Corrosión o irritación cutáneas:						n.d.
Lesiones oculares graves o irritación ocular:						n.d.
Sensibilización respiratoria o cutánea:						n.d.
Mutagenicidad en células germinales:						n.d.
Carcinogenicidad:						n.d.
Toxicidad para la reproducción:						n.d.
Toxicidad específica en determinados órganos - exposición única (STOT-SE):						n.d.
Toxicidad específica en determinados órganos - exposición repetida (STOT-RE):						n.d.
Peligro por aspiración:						n.d.
Síntomas:						n.d.
<b>Aceites lubricantes (petróleo), C20-50, a base de aceite neutro tratado con hidrógeno</b>						
Toxicidad / Efecto	Punto final	Valor	Unidad	Organismo	Método de verificación	Observación
Toxicidad aguda, oral:	LD50	>5000	mg/kg	Rata	OECD 401 (Acute Oral Toxicity)	

E Pagina 8 de 16 Ficha de datos de seguridad según Reglamento (CE) Nr. 1907/2006, Anexo II Revisión / Versión: 01.11.2021 / 0019 Sustituye a la versión del / Versión: 31.07.2019 / 0018 Valido a partir de: 01.11.2021 Fecha de Impresión del PDF: 01.11.2021 Motor Protect						
Toxicidad aguda, dérmica:	LD50	>5000	mg/kg	Conejo	OECD 402 (Acute Dermal Toxicity)	
Toxicidad aguda, por inhalación:	LC50	>5,53	mg/l/4h	Rata	OECD 403 (Acute Inhalation Toxicity)	
Corrosión o Irritación cutáneas:				Conejo	OECD 404 (Acute Dermal Irritation/Corrosion)	No irritante. La exposición repetida puede provocar sequedad o formación de grietas en la piel.
Lesiones oculares graves o Irritación ocular:				Conejo	OECD 405 (Acute Eye Irritation/Corrosion)	No irritante
Sensibilización respiratoria o cutánea:				Cobaya	OECD 406 (Skin Sensitisation)	No (contacto con la piel)
Mutagenicidad en células germinales:				Salmonella typhimurium	OECD 471 (Bacterial Reverse Mutation Test)	Negativo, Deducción analógica
Mutagenicidad en células germinales:					OECD 473 (In Vitro Mammalian Chromosome Aberration Test)	Negativo, Deducción analógica Chinese hamster
Mutagenicidad en células germinales:				Ratón	OECD 476 (In Vitro Mammalian Cell Gene Mutation Test)	Negativo, Deducción analógica
Mutagenicidad en células germinales:				Ratón	OECD 474 (Mammalian Erythrocyte Micronucleus Test)	Negativo, Deducción analógica
Carcinogenicidad:					OECD 453 (Combined Chronic Toxicity/Carcinogenicity Studies)	Negativo
Carcinogenicidad:				Ratón	OECD 451 (Carcinogenicity Studies)	Negativo, Deducción analógica
Toxicidad para la reproducción:					OECD 414 (Prenatal Developmental Toxicity Study)	Negativo
Toxicidad para la reproducción:					OECD 421 (Reproduction/Developmental Toxicity Screening Test)	Negativo
Toxicidad para la reproducción:				Rata	OECD 421 (Reproduction/Developmental Toxicity Screening Test)	Negativo, Deducción analógica
Toxicidad específica en determinados órganos - exposición repetida (STOT-RE):					OECD 453 (Combined Chronic Toxicity/Carcinogenicity Studies)	Negativo
Toxicidad específica en determinados órganos - exposición repetida (STOT-RE):					OECD 408 (Repeated Dose 90-Day Oral Toxicity Study in Rodents)	Negativo
Toxicidad específica en determinados órganos - exposición repetida (STOT-RE):					OECD 410 (Repeated Dose Dermal Toxicity - 90-Day)	Negativo
Toxicidad específica en determinados órganos - exposición repetida (STOT-RE):					OECD 411 (Subchronic Dermal Toxicity - 90-day Study)	Negativo
Toxicidad específica en determinados órganos - exposición repetida (STOT-RE):					OECD 412 (Subacute Inhalation Toxicity - 28-Day Study)	Negativo
Peligro por aspiración:						Asp. Tox. 1

Página 9 de 16  
 Ficha de datos de seguridad según Reglamento (CE) Nr. 1907/2006, Anexo II  
 Revisión / Versión: 01.11.2021 / 0019  
 Sustituye a la versión del / Versión: 31.07.2019 / 0018  
 Válido a partir de: 01.11.2021  
 Fecha de impresión del PDF: 01.11.2021  
 Motor Protect

Destilados (petróleo), fracción parafínica pesada tratada con hidrógeno						
Toxicidad / Efecto	Punto final	Valor	Unidad	Organismo	Método de verificación	Observación
Toxicidad aguda, oral:	LD50	>5000	mg/kg	Rata	OECD 401 (Acute Oral Toxicity)	Deducción analógica
Toxicidad aguda, dérmica:	LD50	>2000	mg/kg	Conejo	OECD 402 (Acute Dermal Toxicity)	Deducción analógica
Toxicidad aguda, por inhalación:	LC50	>5,53	mg/l/4h	Rata	OECD 403 (Acute Inhalation Toxicity)	Aerosol, Deducción analógica
Corrosión o Irritación cutáneas:				Conejo	OECD 404 (Acute Dermal Irritation/Corrosion)	No Irritante, Deducción analógica
Lesiones oculares graves o Irritación ocular:				Conejo	OECD 405 (Acute Eye Irritation/Corrosion)	No Irritante, Deducción analógica
Sensibilización respiratoria o cutánea:				Cobaya	OECD 406 (Skin Sensitisation)	No (contacto con la piel), Deducción analógica
Mutagenicidad en células germinales:					OECD 473 (In Vitro Mammalian Chromosome Aberration Test)	Negativo/Chinese hamster
Mutagenicidad en células germinales:				Salmonella typhimurium	OECD 471 (Bacterial Reverse Mutation Test)	Negativo, Deducción analógica
Mutagenicidad en células germinales:				Ratón	OECD 474 (Mammalian Erythrocyte Micronucleus Test)	Negativo, Deducción analógica
Mutagenicidad en células germinales:				Mamífero	OECD 476 (In Vitro Mammalian Cell Gene Mutation Test)	Negativo, Deducción analógica
Carcinogenicidad:				Ratón	OECD 451 (Carcinogenicity Studies)	Negativo, Deducción analógica 78 weeks, dermal
Toxicidad para la reproducción:				Rata	OECD 421 (Reproduction/Developmental Toxicity Screening Test)	Negativo, Deducción analógica oral
Toxicidad para la reproducción (desarrollo):				Rata	OECD 414 (Prenatal Developmental Toxicity Study)	Negativo, Deducción analógica dermal
Síntomas:						tos, asfixia, náuseas y vómitos, diarrea
Toxicidad específica en determinados órganos - exposición repetida (STOT-RE), oral:	LOAEL	125	mg/kg	Rata	OECD 408 (Repeated Dose 90-Day Oral Toxicity Study in Rodents)	Deducción analógica
Toxicidad específica en determinados órganos - exposición repetida (STOT-RE), dérmica:	NOAEL	30	mg/kg	Rata	OECD 411 (Subchronic Dermal Toxicity - 90-day Study)	Deducción analógica
Toxicidad específica en determinados órganos - exposición repetida (STOT-RE), por inhalación:	NOAEL	1000	mg/kg	Conejo	OECD 410 (Repeated Dose Dermal Toxicity - 90-Day)	Deducción analógica

Destilados (petróleo), fracción parafínica ligera tratada con hidrógeno						
Toxicidad / Efecto	Punto final	Valor	Unidad	Organismo	Método de verificación	Observación
Toxicidad aguda, oral:	LD50	>5000	mg/kg	Rata	OECD 401 (Acute Oral Toxicity)	Deducción analógica

Página 10 de 16  
 Ficha de datos de seguridad según Reglamento (CE) Nr. 1907/2006, Anexo II  
 Revisión / Versión: 01.11.2021 / 0019  
 Sustituye a la versión del / Versión: 31.07.2019 / 0018  
 Válido a partir de: 01.11.2021  
 Fecha de impresión del PDF: 01.11.2021  
 Motor Protect

Toxicidad aguda, dérmica:	LD50	>5000	mg/kg	Conejo	OECD 402 (Acute Dermal Toxicity)	Deducción analógica
Toxicidad aguda, por Inhalación:	LC50	>5,53	mg/l/4h	Rata	OECD 403 (Acute Inhalation Toxicity)	Aerosol, Deducción analógica
Corrosión o irritación cutáneas:				Conejo	OECD 404 (Acute Dermal Irritation/Corrosion)	No irritante, Deducción analógica
Lesiones oculares graves o irritación ocular:				Conejo	OECD 405 (Acute Eye Irritation/Corrosion)	No irritante, Deducción analógica
Sensibilización respiratoria o cutánea:				Cobaya	OECD 406 (Skin Sensitisation)	No (contacto con la piel), Deducción analógica
Mutagenicidad en células germinales:				Salmonella typhimurium	OECD 471 (Bacterial Reverse Mutation Test)	Negativo, Deducción analógica
Mutagenicidad en células germinales:				Mamífero	OECD 473 (In Vitro Mammalian Chromosome Aberration Test)	Negativo, Deducción analógica Chines e hamster
Carcinogenicidad:				Ratón	OECD 451 (Carcinogenicity Studies)	Negativo, Deducción analógica dermal
Toxicidad para la reproducción:	NOAEL	1000	mg/kg bw/d	Rata	OECD 421 (Reproduction/Developmental Toxicity Screening Test)	Deducción analógica dermal
Toxicidad para la reproducción (desarrollo):				Rata	OECD 414 (Prenatal Developmental Toxicity Study)	Negativo, Deducción analógica
Peligro por aspiración:						SI
Toxicidad específica en determinados órganos - exposición repetida (STOT-RE), oral:	NOAEL	125	mg/kg bw/d	Rata	OECD 408 (Repeated Dose 90-Day Oral Toxicity Study in Rodents)	Deducción analógica
Toxicidad específica en determinados órganos - exposición repetida (STOT-RE), dérmica:	NOAEL	<30	mg/kg bw/d	Rata	OECD 411 (Subchronic Dermal Toxicity - 90-day Study)	Deducción analógica
Toxicidad específica en determinados órganos - exposición repetida (STOT-RE), dérmica:	NOAEL	1000	mg/kg	Conejo	OECD 410 (Repeated Dose Dermal Toxicity - 90-Day)	Deducción analógica
Toxicidad específica en determinados órganos - exposición repetida (STOT-RE), por inhalación:	NOAEL	0,05	mg/l	Rata	OECD 412 (Subacute Inhalation Toxicity - 28-Day Study)	Aerosol, Deducción analógica
Toxicidad específica en determinados órganos - exposición repetida (STOT-RE), por inhalación:	NOAEL	0,15	mg/l	Rata		Aerosol, Deducción analógica 13 weeks

## 11.2. Información relativa a otros peligros

Motor Protect						
Toxicidad / Efecto	Punto final	Valor	Unidad	Organismo	Método de verificación	Observación
Propiedades de alteración endocrina:						No se aplica a las mezclas.



Página 11 de 16  
 Ficha de datos de seguridad según Reglamento (CE) Nr. 1907/2006, Anexo II  
 Revisión / Versión: 01.11.2021 / 0019  
 Sustituye a la versión del / Versión: 31.07.2019 / 0018  
 Válido a partir de: 01.11.2021  
 Fecha de Impresión del PDF: 01.11.2021  
 Motor Protect

Otros datos:						No hay indicaciones de otro tipo relevantes sobre efectos nocivos para la salud.
--------------	--	--	--	--	--	--

### SECCIÓN 12: Información ecológica

Eventualmente, consultar el párrafo 2.1 (clasificación) para obtener más información acerca de efectos sobre el medio ambiente.

Motor Protect							
Toxicidad / Efecto	Punto final	Tiempo	Valor	Unidad	Organismo	Método de verificación	Observación
12.1. Toxicidad en peces:							n.d.
12.1. Toxicidad con daphnia:							n.d.
12.1. Toxicidad con algas:							n.d.
12.2. Persistencia y degradabilidad:							Separación posible, mediante separadores de aceite.
12.3. Potencial de bioacumulación:							n.d.
12.4. Movilidad en el suelo:							n.d.
12.5. Resultados de la valoración PBT y mPmB:							n.d.
12.6. Propiedades de alteración endocrina:							n.d.
12.7. Otros efectos adversos:							n.d.

Aceites lubricantes (petróleo), C20-50, a base de aceite neutro tratado con hidrógeno							
Toxicidad / Efecto	Punto final	Tiempo	Valor	Unidad	Organismo	Método de verificación	Observación
Toxicidad con bacterias:	NOEC/NOEL	10min	> 1.93	mg/l	activated sludge		DIN 38412
12.1. Toxicidad en peces:	NOEC/NOEL	96h	>=100	mg/l	Pimephales promelas	OECD 203 (Fish, Acute Toxicity Test)	
12.1. Toxicidad en peces:	LL50	96h	> 100	mg/l	Pimephales promelas	OECD 203 (Fish, Acute Toxicity Test)	
12.1. Toxicidad con daphnia:	EL50	48h	>10000	mg/l	Daphnia magna	OECD 202 (Daphnia sp. Acute Immobilisation Test)	
12.1. Toxicidad con daphnia:	NOEC/NOEL	21d	10	mg/l	Daphnia magna	OECD 211 (Daphnia magna Reproduction Test)	
12.1. Toxicidad con algas:	NOEC/NOEL	72h	>=100	mg/l	Pseudokirchneriella subcapitata	OECD 201 (Alga, Growth Inhibition Test)	
12.1. Toxicidad con algas:	EL50	48h	>100	mg/l	Pseudokirchneriella subcapitata	OECD 201 (Alga, Growth Inhibition Test)	

Página 12 de 16  
 Ficha de datos de seguridad según Reglamento (CE) Nr. 1907/2006, Anexo II  
 Revisión / Versión: 01.11.2021 / 0019  
 Sustituye a la versión del / Versión: 31.07.2019 / 0018  
 Válido a partir de: 01.11.2021  
 Fecha de Impresión del PDF: 01.11.2021  
 Motor Protect

12.2. Persistencia y degradabilidad:						OECD 301 B (Ready Biodegradability - Co2 Evolution Test)	No fácilmente biodegradable
12.2. Persistencia y degradabilidad:		28d	46	%		OECD 301 B (Ready Biodegradability - Co2 Evolution Test)	
12.3. Potencial de bioacumulación:	Log Kow		>6				Es de esperar un potencial de bioacumulación digno de mención (LogPow > 3).
12.5. Resultados de la valoración PBT y mPmB:							Sin ninguna sustancia PBT, Sin ninguna sustancia vPvB

**Destilados (petróleo), fracción parafínica pesada tratada con hidrógeno**

Toxicidad / Efecto	Punto final	Tiempo	Valor	Unidad	Organismo	Método de verificación	Observación
12.1. Toxicidad en peces:	NOEC/NOEL	96h	>100	mg/l	Pimephales promelas	OECD 203 (Fish, Acute Toxicity Test)	
12.1. Toxicidad en peces:	NOEC/NOEL	14d	1000	mg/l	Oncorhynchus mykiss	QSAR	
12.1. Toxicidad con daphnia:	EL50	48h	10000	mg/l	Daphnia magna	OECD 202 (Daphnia sp. Acute Immobilisation Test)	Deducción analógica
12.1. Toxicidad con daphnia:	LL50	96h	>10000	mg/l		OECD 202 (Daphnia sp. Acute Immobilisation Test)	
12.1. Toxicidad con daphnia:	NOEC/NOEL	21d	10	mg/l	Daphnia magna	OECD 211 (Daphnia magna Reproduction Test)	Deducción analógica
12.1. Toxicidad con algas:	NOEC/NOEL	72h	>= 100	mg/l	Pseudokirchneriella subcapitata	OECD 201 (Alga, Growth Inhibition Test)	
12.2. Persistencia y degradabilidad:		28d	31	%		OECD 301 F (Ready Biodegradability - Manometric Respirometry Test)	No fácilmente biodegradable, Deducción analógica
12.5. Resultados de la valoración PBT y mPmB:							Sin ninguna sustancia PBT, Sin ninguna sustancia vPvB
Solubilidad en agua:							Insoluble

**Destilados (petróleo), fracción parafínica ligera tratada con hidrógeno**

Toxicidad / Efecto	Punto final	Tiempo	Valor	Unidad	Organismo	Método de verificación	Observación
12.1. Toxicidad en peces:	NOEC/NOEL	28d	>1000	mg/l	Oncorhynchus mykiss	QSAR	
12.1. Toxicidad en peces:	LL50	96h	>100	mg/l	Pimephales promelas	OECD 203 (Fish, Acute Toxicity Test)	Deducción analógica

Página 13 de 16  
 Ficha de datos de seguridad según Reglamento (CE) Nr. 1907/2006, Anexo II  
 Revisión / Versión: 01.11.2021 / 0019  
 Sustituye a la versión del / Versión: 31.07.2019 / 0018  
 Válido a partir de: 01.11.2021  
 Fecha de Impresión del PDF: 01.11.2021  
 Motor Protect

12.1. Toxicidad en peces:	NOEC/NOEL	14d	1000	mg/l	Oncorhynchus mykiss	QSAR	
12.1. Toxicidad con daphnia:	NOEC/NOEL	21d	10	mg/l	Daphnia magna	OECD 211 (Daphnia magna Reproduction Test)	Deducción analógica
12.3. Potencial de bioacumulación:							No previsible
12.1. Toxicidad con daphnia:	EL50	48h	> 10000	mg/l	Daphnia magna	OECD 202 (Daphnia sp. Acute Immobilisation Test)	Deducción analógica
12.1. Toxicidad con algas:	NOEC/NOEL	72h	>= 100	mg/l	Pseudokirchneriella subcapitata	OECD 201 (Alga, Growth Inhibition Test)	Deducción analógica
12.1. Toxicidad con algas:	EC50	72h	> 100	mg/l	Pseudokirchneriella subcapitata	OECD 201 (Alga, Growth Inhibition Test)	Deducción analógica
12.2. Persistencia y degradabilidad:		28d	31	%	activated sludge	OECD 301 F (Ready Biodegradability - Manometric Respirometry Test)	No fácilmente biodegradable, Deducción analógica
12.3. Potencial de bioacumulación:	Log Pow		> 6				@20°C
12.5. Resultados de la valoración PBT y mPmB:							Sin ninguna sustancia PBT, Sin ninguna sustancia vPvB

### SECCIÓN 13: Consideraciones relativas a la eliminación

#### 13.1 Métodos para el tratamiento de residuos

##### Para la sustancia / mezcla / cantidades residuales

Los trapos de limpieza, el papel y los demás materiales orgánicos empapados y sin limpiar representan un riesgo de incendios por lo que deben ser recogidos y eliminados.

Código de basura número, CE:

Las pautas indicadas para los desperdicios constituyen recomendaciones basadas en la utilización prevista de este producto. Pero según la utilización especial y las condiciones de eliminación por parte del usuario, eventualmente también se puedan aplicar otras pautas para los desperdicios. (2014/955/UE)

13 02 05 Aceites minerales no clorados de motor, de transmisión mecánica y lubricantes

Recomendación:

Se desaconseja el vertido de aguas residuales.

Tener en cuenta las prescripciones de las autoridades locales.

Suministrar utilización material.

Por ejemplo una instalación de incineración apropiada.

##### Para material de embalaje sucio

Tener en cuenta las prescripciones de las autoridades locales.

Vacíe el recipiente completamente.

El embalaje no contaminado se puede volver a utilizar.

El embalaje que no se pueda limpiar se tiene que eliminar como la sustancia.

### SECCIÓN 14: Información relativa al transporte

#### Indicaciones generales

14.1. Número ONU o número ID: n.u.

#### Transporte por carretera / ferrocarril (ADR/RID)

14.2. Designación oficial de transporte de las Naciones Unidas:

14.3. Clase(s) de peligro para el transporte: n.u.

14.4. Grupo de embalaje: n.u.



Página 14 de 16 Ficha de datos de seguridad según Reglamento (CE) Nr. 1907/2006, Anexo II Revisión / Versión: 01.11.2021 / 0019 Sustituye a la versión del / Versión: 31.07.2019 / 0018 Válido a partir de: 01.11.2021 Fecha de Impresión del PDF: 01.11.2021 Motor Protect	
Código de clasificación:	n.u.
LQ:	n.u.
14.5. Peligros para el medio ambiente:	No aplicable
Tunnel restriction code:	
<b>Transporte por navegación marítima (Código IMDG)</b>	
14.2. Designación oficial de transporte de las Naciones Unidas:	
14.3. Clase(s) de peligro para el transporte:	n.u.
14.4. Grupo de embalaje:	n.u.
Contaminante marino (Marine Pollutant):	n.u.
14.5. Peligros para el medio ambiente:	No aplicable
<b>Transporte aéreo (IATA)</b>	
14.2. Designación oficial de transporte de las Naciones Unidas:	
14.3. Clase(s) de peligro para el transporte:	n.u.
14.4. Grupo de embalaje:	n.u.
14.5. Peligros para el medio ambiente:	No aplicable
<b>14.6. Precauciones particulares para los usuarios</b> Siempre que no se especifique lo contrario, se deberán tener en cuenta las medidas generales para la realización de un transporte seguro.	
<b>14.7. Transporte marítimo a granel con arreglo a los instrumentos de la OMI</b> No es un producto peligroso según la ordenanza anteriormente indicada.	
<b>SECCIÓN 15: Información reglamentaria</b>	
<b>15.1 Reglamentación y legislación en materia de seguridad, salud y medio ambiente específicas para la sustancia o la mezcla</b>	
Tener en cuenta restricciones: Se deben emplear las medidas de higiene y precaución generales para el trato de productos químicos.	
Directiva 2010/75/UE (COV):	0,47 %
<b>15.2 Evaluación de la seguridad química</b> No está prevista una evaluación de la seguridad química para mezclas.	
<b>SECCIÓN 16: Otra información</b>	
Secciones modificadas:	1-16
<b>Clasificación y método de evaluación para desviación de la clasificación de la mezcla según el Reglamento (CE) 1272/2008 (CLP):</b> Nada	
Las siguientes frases representan las frases H prescritas, código de clase de peligro (SGA/CLP) de los ingredientes (mencionados en los párrafos 2 y 3). H304 Puede ser mortal en caso de ingestión y penetración en las vías respiratorias.	
Asp. Tox. — Peligro por aspiración	
<b>Principales referencias bibliográficas y fuentes de datos:</b> Reglamento (CE) n.º 1907/2006 (REACH) y Reglamento (CE) n.º 1272/2008 (CLP) en su versión vigente. Directrices para realizar hojas de datos de seguridad en su versión vigente (ECHA). Directrices sobre el etiquetado y el envasado según el Reglamento (CE) n.º 1272/2008 (CLP) en su versión vigente (ECHA). Hojas de datos de seguridad de los ingredientes. Página web de la ECHA - Información sobre productos químicos. Base de datos de sustancias GESTIS (Alemania). Página Informativa sobre sustancias peligrosas para el agua del Instituto Federal del Medio Ambiente «Rigoletto» (Alemania). Directivas sobre valores límite de exposición laboral de la UE 91/322/CEE, 2000/39/CE, 2006/15/CE, 2009/161/UE, (UE) 2017/164, (UE) 2019/1831 en su versión vigente. Listas nacionales de valores límite de exposición laboral de cada uno de los países en su versión vigente.	

Página 15 de 16  
 Ficha de datos de seguridad según Reglamento (CE) Nr. 1907/2006, Anexo II  
 Revisión / Versión: 01.11.2021 / 0019  
 Sustituye a la versión del / Versión: 31.07.2019 / 0018  
 Válido a partir de: 01.11.2021  
 Fecha de impresión del PDF: 01.11.2021  
 Motor Protect

Disposiciones para el transporte de mercancías peligrosas por carretera, ferrocarril, tráfico marítimo y aéreo (ADR, RID, IMDG, IATA) en su versión vigente.

### Abreviaturas y acrónimos que pueden aparecer en este documento:

ADR	Accord européen relatif au transport international des marchandises Dangereuses par Route
Anot.	Anotación
AOX	Adsorbable organic halogen compounds (= Compuestos halogenados orgánicos adsorbibles)
aprox.	aproximadamente
ASTM	ASTM International (American Society for Testing and Materials)
ATE	Acute Toxicity Estimate (= Estimación de Toxicidad Aguda)
BAM	Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (Alemania)
BAuA	Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (= Instituto federal para la protección del trabajo y la medicina laboral, Alemania)
BSEF	The International Bromine Concl
bw	body weight (= peso corporal)
CAS	Chemical Abstracts Service
CE	Comunidad Europea
CEE	Comunidad Económica Europea
CLP	Classification, Labelling and Packaging (REGLAMENTO (CE) No 1272/2008 sobre clasificación, etiquetado y envasado de sustancias y mezclas)
CMR	carcinogenic, mutagenic, reproductive toxic (cancerígenos, mutágenos, tóxicos para la reproducción)
Código IMDG	International Maritime Code for Dangerous Goods - IMDG-code (= Código Marítimo Internacional de Mercancías Peligrosas)
DMEL	Derived Minimum Effect Level
DNEL	Derived No Effect Level (= nivel sin efecto derivado)
dw	dry weight (= masa seca)
ECHA	European Chemicals Agency (= Agencia Europea de Sustancias y Mezclas Químicas)
EINECS	European Inventory of Existing Commercial Chemical Substances
ELINCS	European List of Notified Chemical Substances
EN	Normas europeas
EPA	United States Environmental Protection Agency (United States of America)
etc.	etcétera
EVAL	Copolímero de etileno-alcohol vinílico
Fax.	Número de fax
gral.	general
GWP	Global warming potential (= Calentamiento de la Tierra)
IARC	International Agency for Research on Cancer (= La Agencia Internacional para la Investigación sobre el Cáncer)
IATA	International Air Transport Association (= Asociación Internacional de Transporte Aéreo)
IBC (Code)	International Bulk Chemical (Code)
IUCLID	International Uniform Chemical Information Database
IUPAC	International Union for Pure Applied Chemistry (= International Union for Pure Applied Chemistry. Unión Internacional de Química Pura y Aplicada)
LC50	Lethal Concentration to 50 % of a test population (= concentración letal para el 50 % de una población de pruebas)
LD50	Lethal Dose to 50% of a test population (Median Lethal Dose) (= dosis letal para el 50 % de una población de pruebas (dosis letal media))
LQ	Limited Quantities
n.d.	no disponible / datos no disponibles
n.e.	no ensayado
n.u.	no utilizable
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development
org.	orgánico
p. ej., p.e.	por ejemplo
PBT	persistent, bioaccumulative and toxic (= persistentes, bioacumulativas, tóxicas)
PE	Poliétileno
PNEC	Predicted No Effect Concentration (= concentración prevista sin efecto)
PVC	Cloruro de polivinilo
REACH	Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals (REGLAMENTO (CE) No 1907/2006 relativo al registro, la evaluación, la autorización y la restricción de las sustancias y preparados químicos)
REACH-IT List-No.	9xx-xxx-x No. Is automatically assigned, e.g. to pre-registrations without a CAS No. or other numerical identifier. List Numbers do not have any legal significance, rather they are purely technical identifiers for processing a submission via REACH-IT.
RID	Règlement concernant le transport international ferroviaire de marchandises Dangereuses
seg.	según
SGA	Sistema Globalmente Armonizado de clasificación y etiquetado de productos químicos
SVHC	Substances of Very High Concern



ⓔ

Página 16 de 16  
Ficha de datos de seguridad según Reglamento (CE) Nr. 1907/2006, Anexo II  
Revisión / Versión: 01.11.2021 / 0019  
Sustituye a la versión del / Versión: 31.07.2019 / 0018  
Válido a partir de: 01.11.2021  
Fecha de impresión del PDF: 01.11.2021  
Motor Protect

---

Tif. Telefónico  
UE Unión Europea  
UN RTDG United Nations Recommendations on the Transport of Dangerous Goods (las Recomendaciones de las Naciones Unidas relativas al transporte de mercancías peligrosas)  
VOC Volatile organic compounds (= compuestos orgánicos volátiles (COV))  
vPvB very persistent and very bioaccumulative  
wwt wet weight

Las indicaciones hechas aquí deben describir el producto con vistas a las disposiciones de seguridad necesarias, no sirven para garantizar determinadas propiedades y están basadas en el estado actual de nuestros conocimientos.  
Responsabilidad descartada.  
Elaborado por:  
**Chemical Check GmbH, Chemical Check Platz 1-7, D-32839 Steinheim, Tif.: +49 5233 94 17 0, Fax: +49 5233 94 17 90**

© by Chemical Check GmbH Gefahrstoffberatung. La modificación o reproducción de este documento requiere la autorización expresa de Chemical Check GmbH Gefahrstoffberatung.

*Nota. Tomado de: <https://www.liqui-moly.com/es/motor-protect-p000007.html#tab-label-description-title> (accedido el 18 de julio de 2023).*

## **ANEXO 4.**

### **RECOMENDACIONES**

Para evitar fallas durante la ejecución de extracción con arrastre de vapor se recomienda usar mecheros de alcohol en vez de planchas de calentamiento o usar planchas de calentamiento iguales de manera que la temperatura de ambos balones sea la adecuada y no se quemé el producto de interés.

Para mejorar el rendimiento de la extracción con solvente se recomienda usar otro tipo de solventes que sean más afines con el sustrato, como éter-etílico, así como realizar aproximadamente 2 ciclos más, aunque se extienda el tiempo del proceso de extracción con cada ciclo adicional, de esa manera se obtendrá un aceite con mayor concentración que puede traer beneficios adicionales.

Se recomienda variar las proporciones de aditivo y aceite base de manera que puedan realizarse las diferentes pruebas fisicoquímicas y así poder obtener las composiciones óptimas de manera que el aceite lubricante formulado pueda ser aplicado también en motores de automóviles.

Se recomienda realizar la prueba de corrosión sobre diferentes metales como acero al carbón, hierro, aluminio y los más usados para fabricar piezas de maquinaria industrial de manera que se pueda asegurar la efectividad del aceite lubricante contra la corrosión y de esta manera se podrá expandir el rango de resultados usando materiales más resistentes.

Este proyecto de investigación se centró en la elaboración de un lubricante de origen orgánico que pudiera reemplazar a los derivados del petróleo de manera que se recomienda realizar las pruebas usando otros aceites de origen vegetal o animal que puedan cumplir con la función de lubricar maquinaria industrial o usarse en la industria automotriz.

Para el uso del lubricante en la industria automotriz, se recomienda realizar las demás pruebas como resistencia a la presión, cizalladura y resistencia a la oxidación; de esta manera se podrá tener la seguridad de que el aceite podrá funcionar en las condiciones de los motores de automóviles a gasolina, gas o Diesel.