



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO



*FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA E
INDUSTRIAS ALIMENTARIAS*

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA QUÍMICA

**Determinación de los parámetros operacionales en la obtención de
un producto Oleoso de Lucuma (Lucuma).**

TESIS

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE
INGENIERA QUIMICA**

AUTORA

Bach. Yessica Anay Moreno Diaz

ASESOR:

M.Sc. Rubén Dario Sachun Garcia-ORCID-0000-0003-1882-4617

Lambayeque – Perú

2023



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO



*FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA E
INDUSTRIAS ALIMENTARIAS*

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA QUÍMICA

**Determinación de los parámetros operacionales en la
obtención de un producto Oleoso de Lucuma (Lucuma).**

TESIS

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE
INGENIERA QUIMICA**

AUTORA

Bach. Yessica Anay Moreno Diaz

APROBADO POR LOS SIGUIENTES JURADOS

.....
Dr. Cesar Alberto García Espinoza

Presidente

.....
Dr. Sebastián Huangal Scheineder

Secretario

.....
Ing. Gerardo Santamaría Baldera

Vocal

.....
M.Sc. Rubén D. Sachun García

Asesor

Dedicatoria

*A Dios, por brindarme la fortaleza
día a día de seguir adelante:*

*A mis padres: Nicanor y Micaela,
por su infinito y constante apoyo
durante toda mi vida.*

*A mis hermanos Percy y Alex, por ser
como son, cada uno a su estilo, por ser
más que mis hermanos mis amigos.*

*A mi esposo Briam, por brindarme
su amor y mi adorada hija Bryanna,
quienes mi motivo de lucha y deseo de
superación.*

Yessica

ÍNDICE

RESUMEN	6
INTRODUCCIÓN.....	7
CAPITULO I.....	9
FUNDAMENTO TEÓRICO	9
1. ACEITE CRUDO DE OLEAGINOSAS.....	9
1.1. ACEITE REFINADO (Consumo humano)	9
1.1.1. Definición.....	9
1.1.2. Requisitos que deben cumplir los aceites refinados de consumo humano.....	9
1.2. MATERIA PRIMA.....	10
1.3. ANÁLISIS PRELIMINAR DE LA MATERIA PRIMA.....	11
1.4. EXTRACCIÓN DEL ACEITE	11
1.4.1. Preparación de la materia prima	11
1.4.2. Extracción mecánica	12
1.4.3. Extracción por solventes	12
1.4.4. Tipos de extracción por solventes	13
1.4.5. Condiciones requeridas para determinación del solvente adecuado.	13
1.4.6. Solventes	14
1.5. DETERMINACION DE LAS CARACTERISTICAS FISICAS Y QUIMICAS DEL ACEITE CRUDO DE LA PULPA DE LÚCUMA.....	15
1.5.1. Determinación de olor y sabor.	15
1.5.2. Determinación del color.	15
1.5.3. Determinación de la densidad.	15
1.5.4. Determinación del índice de refracción.....	15
1.5.5. Determinación del contenido de humedad y materias volátiles	15
1.5.6. Determinación de impurezas insolubles.....	16
1.5.7. Determinación de la viscosidad.....	16
1.5.8. Determinación del índice de acidez.....	16
1.5.9. Determinación del índice de peróxido.....	16
1.5.10. Determinación del índice de saponificación.....	16
1.5.11. Determinación del índice de yodo.....	16

1.5.12.	Determinación de metales	16
1.6.	REFINACION DEL ACEITE CRUDO DE LA PULPA DE LUCUMA.....	17
1.6.1.	Desgomado.....	17
1.6.2.	Neutralización.	17
1.6.3.	Decoloración.	17
1.6.4.	Desodorizarían.	18
1.6.5.	Winterización.	18
CAPÍTULO II.....		20
2.1.	MATERIALES Y EQUIPOS.....	20
2.2.	MATERIA PRIMA Y REACTIVOS	21
2.3.	METODOLOGIA	21
2.3.1.	Determinación del contenido de humedad en la materia prima	21
2.3.2.	Determinación del contenido de grasa en la materia prima.....	22
2.3.3.	Limpieza.....	22
2.3.4.	Tratamiento térmico.	22
2.3.5.	Descascarillado.....	22
2.3.6.	Despulpado.....	23
2.3.7.	Secado.	23
2.3.8.	Molienda.....	23
2.3.9.	Acondicionamiento térmico de la pulpa de Lúcumaseca molida para extracción mecánica (prensado discontinuo).	23
2.3.10.	Extracción mecánica (Prensado discontinuo).....	24
2.3.11.	Extracción con solvente hexano.	24
2.3.12.	Determinación del color en el aceite crudo	25
2.3.13.	Determinación de la densidad del aceite crudo.	25
2.3.14.	Determinación del índice de refracción del aceite crudo.	25
2.3.15.	Determinación del contenido de humedad y materias volátiles	25
2.3.16.	Determinación de impurezas insolubles.....	26
2.3.17.	Determinación de la viscosidad.....	26
2.3.18.	Determinación del índice de acidez del aceite crudo.	27
2.3.19.	Determinación del índice de peróxido en el aceite crudo.....	27
2.3.20.	Determinación del índice de saponificación en el aceite crudo.....	28

2.3.21. Determinación del índice de yodo en el aceite crudo.....	28
2.3.22. Decoloración del aceite crudo.....	29
2.3.23. Neutralización del aceite crudo.....	29
2.3.24. Desodorización del aceite crudo.....	29
2.3.25. Winterización del aceite crudo.....	30
CAPITULO III	32
RESULTADOS	32
CAPÍTULO IV	55
4.1 ANÁLISIS PRELIMINAR DE LA MATERIA PRIMA	55
4.2 EXTRACCIÓN DEL ACEITE DE LA PULPA DE LUCUMA.....	55
4.3 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL ACEITE CRUDO EXTRAÍDO.....	57
4.4 CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DEL ACEITE CRUDO EXTRAÍDO	58
4.5 REFINACIÓN DEL ACEITE CRUDO EXTRAÍDO	58
4.6 CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS	59
CAPÍTULO V.....	60
CONCLUSIONES.....	60

RESUMEN

El presente trabajo de investigación consiste en la extracción y refinación del aceite crudo de Lúcumá (Lúcumá), para obtener aceite apto al consumo humano de muy buena calidad. Se utilizó diferentes métodos de extracción, además se determinó al hexano como el solvente más adecuado para este proceso.

El aceite crudo extraído ha sido sometido a diferentes pruebas de control mediante marchas de análisis establecidas por INDECOPI, arrojando estos buenos resultados comprobados con las normas establecidas por la institución antes mencionada.

Posteriormente se procedió a realizar una refinación del aceite crudo para poder hacerlo provechoso en el consumo humano.

Por lo tanto, el presente trabajo de investigación puede proyectarse a nivel industrial para cubrir demanda del mercado nacional de nuestro país.

Palabras Claves: Extracción, Refinación, Parámetros Operacionales, Lúcumá, aceite crudo, hexano.

ABSTRACT

The present research work consists of the extraction and refining of the crude oil of the Lúcumá (Lúcuma), to obtain oil suitable for human consumption of very good quality. Different extraction methods were used, hexane was also determined as the most suitable solvent for this process.

The extracted crude oil has been subjected to different control tests through analysis procedures established by INDECOPI, yielding these good results verified with the standards established by the aforementioned institution.

Subsequently, the crude oil was refined to make it useful for human consumption.

Therefore, this research work can be projected at an industrial level to meet the demand of the national market of our country.

Key words: extraction, refining, Operational Parameters, Lúcumá, crude oil, hexane.

INTRODUCCIÓN

En el Perú actualmente la gran crisis alimentaria es debido a los costos de producción de los alimentos, y siendo el aceite vegetal uno de los productos básicos en la alimentación de los alimentos, y siendo el aceite vegetal uno de los productos básicos en la alimentación diaria, en este sentido motivación por área problemática se decidió asumir el reto de buscar un nuevo recurso natural propia de la flora peruana y así aprovecharlo para cubrir las necesidades de consumo.

Es por esto que se eligió como materia prima la Lúcumá (Lúcumá), especie que día a día adquiriendo mayor importancia debido a que puede ser utilizado ventajosamente en la industria alimentaria para la obtención de aceite de consumos humano.

No se pretendió presentar un trabajo de investigación absolutamente original, sin embargo, presentamos una nueva alternativa al desarrollo de la Industria Nacional de los aceites comestibles, así como también la utilización de instrumental, equipos y reactivos para la obtención de este.

El presente trabajo de investigación titulado “Determinación de los Parámetros Operaciones en la obtención de un Producto Oleoso de Lúcumá (Lúcumá)”, consta de cinco partes.

La primera, consiste en la recopilación de datos para la ejecución del trabajo incluyendo las generalidades sobre materia prima utilizada.

La segunda, es la experimental que trata sobre la estrategia o metodología seguida en los procesos, así como del instrumental, equipos y reactivos utilizados.

La tercera, se refiere a los resultados obtenidos en los diversos procesos, acondicionamiento de la materia prima, extracción, refinación y análisis del aceite crudo.

La cuarta, corresponde a la validación del trabajo experimental a través de la discusión sobre los resultados obtenidos en la investigación y su confrontación en los rangos o patrones de normalización establecidos.

La quinta, establece las conclusiones y recomendaciones del grupo del trabajo sobre el tema investigado.

Los objetivos a alcanzar en el presente trabajo de investigación son los siguientes:

Extraer el aceite crudo de Lúcumá (Lúcumá).

Determinar las características físicas y químicas del aceite crudo.

Refinación del aceite crudo para consumo humano.

CAPITULO I

FUNDAMENTO TEÓRICO

1. ACEITE CRUDO DE OLEAGINOSAS

DEFINICIÓN.

Son los glicéridos de los ácidos grasos, obtenidos por presión mecánica en frío o en caliente o por extracción con solventes de las materias primas que los contengan.

1.1. ACEITE REFINADO (Consumo humano)

1.1.1. Definición.

Es el aceite crudo tratado por medios físicos y químicos para eliminar los ácidos grasos libres y las sustancias mucilaginosas, resinas, albuminas, gomas, etc., así como olor y sabor desagradable.

1.1.2. Requisitos que deben cumplir los aceites refinados de consumo humano.

- No producir efectos tóxicos o dañinos en el organismo.
- No llevar partículas extrañas en suspensión.
- No contener más de 0,15% de agua.
- No acusar trazas del solvente empleado en su extracción, cuando se haya utilizado este procedimiento.
- No tener una acidez libre mayor de 0,35% expresada en ácido oleico.
- No presentar un índice de peróxido mayor de 5 miliequivalentes por kilo de muestra.
- Los aromas colorantes, antioxidantes, retardadores de rancidez y otros aditivos que contenga, deben ser aptos para el consumo humano.

- Que, siendo un aceite sinterizado, tenga una resistencia al frío mínimo de 5 horas a 0°C.

1.2. MATERIA PRIMA

Lúcuma

- El Lúcumo, (Pouteria Lúcumo), es un árbol de la familia de las Sapotáceos, originaria y nativa de los valles andinos que se cultiva por su fruto llamado lúcuma empleada en gastronomía, especialmente en la peruana.

Es un árbol perenne de fuste recto y cilíndrico que alcanza los quince metros. Su madera es de color claro, grano fino y resistente. La copa es densa y de forma esférica; las hojas se concentran en el ápice de las ramas tiernas, ligeramente pubescentes, de forma elíptica y con la base achatada. Tienen entre 12 y 25 centímetros de largo, textura coriácea y color verde oscuro en el envés.

- Cultivo y producción.

El árbol prefiere temperaturas templadas, idealmente entre los 20 y los 22°C; no es resistente a las heladas, la mayor parte de la producción se concentra en las zonas de Lima, Ayacucho, La Libertad, Cajamarca y Huancavelica su cultivo se acrecienta cada año debido a la extraordinaria demanda en Perú. (2)

- Usos.

La lúcuma se consume ya muy madura, varios días después de su caída; debe conservarse envuelta en paja o material similar durante este periodo, tiene un sabor intenso que recuerda al jarabe y se emplea cocida en tartas, pasteles, helados, batidos, pudines y otros postres; su utilización en postres, helados y dulces está bastante extendido en Perú siendo considerada fruta nacional y producto de bandera.

1.3. ANÁLISIS PRELIMINAR DE LA MATERIA PRIMA.

Determinación del contenido de humedad.

El objetivo de este análisis es reconocer la cantidad de agua que tiene la materia prima en este caso la pulpa de lúcumas.

Determinación de contenido de grasa.

Con este análisis se determina la cantidad de grasa que posee la pulpa de Lúcumas usando como solvente el hexano.

1.4. EXTRACCIÓN DEL ACEITE.

1.4.1. Preparación de la materia prima.

Limpieza

Se realizan para separar los productos extraños como son: Estacas, tallos, hojas y además desechos, al igual que la tierra y suciedad. Esta Limpieza se debe llevar a cabo antes de su almacenamiento.

Tratamiento térmico.

Consiste en mantener la materia prima en un depósito con agua caliente (60-70 °C) por un tiempo aproximado de 30 a 40 minutos. Esta operación se llevó a cabo con el objeto de suavizar la cascara.

Descascarillado.

Consiste en separar las cascara de la materia prima, usando para este fin maquinas descascarilladas. Cuando es a nivel industrial.

Despulpado.

Consiste en separar la pulpa de la pepa usando para este fin maquinas despulpadoras. Cuando es a nivel industrial.

Secado.

Consiste en eliminar el agua de la pulpa y que se logra aplicando una temperatura de 70 °C por un tiempo aproximado de 3 horas.

Molienda.

La Mayoría de materia primas oleaginosas debe transformarse en partículas pequeñas con el fin de facilitar la extracción del aceite, ya sea por extracción mecánica o por acción de solventes.

Acondicionamiento térmico de la pulpa seca molida.

La pulpa seca molida da más fácilmente su aceite por presado, cuando ha sido sometido previamente a un proceso de cocción; en el cual los efectos que se consiguen son los siguientes:

- a) Coagular las proteínas de las paredes de las células oleaginosas y hacerlas permeables al flujo de aceite.
- b) Insolubilización de los fosfatos y otras impurezas indeseables.
- c) Destrucción de microorganismos.

El acondicionamiento térmico de la pulpa seca molida se efectúa en calcinadores, calentadores y en cantidades apropiadas.

1.4.2. Extracción mecánica.

Prensado discontinuo.

Se basa en la aplicación de una presión sobre una masa de materia oleaginosa depositando en bolsas, telas, mallas, cubas y otros medios adecuados. Ejemplo, prensa de platos, prensa de jaula, prensa hidráulica.

1.4.3. Extracción por solventes.

Este método es el más eficaz en la obtención de aceites y de mayores ventajas en la manipulación de materias oleaginosas. Aquí la extracción puede alcanzar un rendimiento de 99,5% a 99,9%. Con lo que la torta quedaría con un aceite residual de 0,1% a 0,5%. Además, tiene ventaja sobre la extracción mecánica por realizarse de modo casi totalmente automático, con lo cual los costos de mano de obra resultan bajos; pero presentan el inconveniente de necesitar un equipo relativamente costoso.

Lo que hay que considerar en este proceso es el equilibrio que se tiende a alcanzar durante la operación y la velocidad de la misma, en función de los factores que afectan a uno y a otro. Siendo los factores que influyen en el equilibrio; la naturaleza del soluto y solvente, presión y temperatura.

1.4.4. Tipos de extracción por solventes.

Por inmersión. Consiste en mantener la materia oleaginosa en maceración con el solvente y puede efectuarse en frío o en caliente.

Por percolación. Consiste en verter el solvente sobre la materia oleaginosa y dejarlo percolar por gravedad hasta extraer todo el aceite. Este proceso se realiza a nivel industrial.

Mixto (percolación – inmersión). Extracción de muy buenos resultados. En el laboratorio se utilizó el SOXHLET para este tipo de extracción.

Por gases condensados. Consiste en inyectar el solvente en forma de vapor por la parte superior del extractor, al cual al ponerse en contacto con la materia oleaginosa se condensa y es este momento del cambio de estado, cuando el solvente posee su mayor capacidad para extraer el aceite. Este proceso también se realiza a gran escala en la industria.

1.4.5. Condiciones requeridas para determinación del solvente adecuado.

Las condiciones requeridas para determinar el solvente adecuado son las siguientes:

- a) No tóxico
- b) Poco inflamable
- c) No ser explosivo
- d) Poseer selectividad de modo que disuelva bien los glicéridos, separándolos de cualquier compuesto extraño.
- e) Ser fácilmente recuperable sin dejar malos olores residuales, y no ser saludables en agua.
- f) No atacar a los metales comúnmente usados en equipos industriales.

- g) Tener un punto de ebullición bajo.
- h) Ser fácilmente almacenado.

1.4.6. Solventes.

El proceso de extracción puede ser llevado a cabo con diferentes solventes, los cuales deben reunir ciertas condiciones. A continuación, se mencionan algunos solventes que podrían ser utilizados.

- **Acetona**

La acetona, metilacetilo, éter piroactilo, CH_3COCH_3 , peso mol 58,079. Líquido móvil, incoloro e inflamable, de olor un tanto punzante y aromático; es miscible en todas las proporciones con el agua.

- **Cloroformo**

Cloroformo, tricloruro de metilo, “tricloruro de formulo”, CHCl_3 , peso mol 119,39.

Es un líquido diáfano, móvil e incoloro de olor etéreo característico y sabor dulce no es inflamable, pero el vapor calentado que contiene pequeña cantidad de alcohol arde con llama verde. Se usa como solvente y reactante químico.

- **Éter etílico**

Éter etílico o etoxietano (IUPAC), éter, éter di etílico, $\text{C}_2\text{H}_5\text{OC}_2\text{H}_5$, peso mol 74,08.

Es un líquido incoloro, volátil, muy inflamable y de olor pungente dulce.

- **Hexano.**

Es un líquido incoloro, muy volátil y de olor característico, inflamable, no es tóxico, no ataca las instalaciones aun en presencia de humedad, no se descompone, no deja residuos apreciables, se puede recuperar, es económico.

1.5.DETERMINACION DE LAS CARACTERISTICAS FISICAS Y QUIMICAS DEL ACEITE CRUDO DE LA PULPA DE LÚCUMA.

1.5.1. Determinación de olor y sabor.

Cuando los aceites manifiestan un olor y sabor desagradable, es porque contienen sustancias no grasas oxidadas, en cuyo caso deberá efectuarse para ser usado como aceite comestible.

1.5.2. Determinación del color.

El color en los aceites está dado por la presencia de pigmentos liposolubles tales como carotenoides, clorofila y en algunos casos productos de la oxidación y polimerización de los ácidos grasos.

Generalmente el color característico de las grasas y los aceites es una mezcla de amarillo y rojo, incluyendo el azul, verde y marrón claro.

1.5.3. Determinación de la densidad.

La densidad es la relación entre el peso y el volumen de la sustancia grasa. En la práctica este término se indica en la relación al agua y se denomina gravedad específica.

1.5.4. Determinación del índice de refracción.

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

1.5.5. Determinación del contenido de humedad y materias volátiles.

Es la cantidad de materia volátil que puede evaporarse juntamente con la humedad, depende de producto que se está ensayando y de las condiciones empleadas, especialmente temperatura a la que se calienta la muestra.

1.5.6. Determinación de impurezas insolubles.

Las impurezas consisten en: “polvo, harina y otras sustancias extrañas insolubles en kerosene y éter de petróleo”.

1.5.7. Determinación de la viscosidad.

La viscosidad es una medida de la resistencia al desplazamiento, debido a una fricción interna.

1.5.8. Determinación del índice de acidez.

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

1.5.9. Determinación del índice de peróxido.

El índice de peróxido es la medida del contenido de oxígeno activo que tiene el aceite expresado en términos de mili equivalentes de peróxido por cada kilogramo de aceite.

1.5.10. Determinación del índice de saponificación.

El índice de saponificación se define como el número de miligramos de hidróxido de sodio necesario para saponificar un gramo de aceite. La importancia de esta determinación reside en la relación existente entre el índice de saponificación y la longitud de cadena de los ácidos grasos del triglicérido.

1.5.11. Determinación del índice de yodo.

Es una medida de las insaturaciones de los aceites y grasas y se expresa como el número de gramos de yodo absorbido por cada 100 gramos de muestra.

1.5.12. Determinación de metales.

La contaminación metálica de los aceites y grasas vegetales y animales generalmente se debe al contacto de aquellos con el equipo o a alguna otra operación de elaboración o manejo.

No es práctico incluir métodos para la determinación de todos los metales conocidos, puesto que muchos de ellos raramente o nunca se encuentran en las grasas o aceite.

1.6.REFINACION DEL ACEITE CRUDO DE LA PULPA DE LUCUMA.

1.6.1. Desgomado.

Tiene como finalidad eliminar las gomas, resinas, materias proteicas e hidratadas de carbono, fosfatos, mucilagos y agua.

1.6.2. Neutralización.

Este proceso se utiliza para eliminar los ácidos grasos libres presentes en el aceite y a su vez compuestos como fosfáticos, gomas, mucílagos, que son arrastrados por la solución jabonosa; industrialmente se realiza utilizando soda cáustica o lechada de cal, para tener una completa eliminación de los ácidos grasos libres que se transforma en jabón. La neutralización puede ser continua o discontinua dependiendo está el tamaño y capacidad de la planta refinadora; existiendo dos fuentes de pérdidas en este proceso; la emulsión y la sobre saponificación.

1.6.3. Decoloración.

Es la eliminación de la materia colorante indeseable constituida por los carotenos, incluyendo las fracciones de xantofila, clorofila, gasoil y antocianina.

La decoloración se puede efectuar de las siguientes formas:

- a) Mediante la absorción con tierras bloqueantes (arcilla natural activada químicamente) o carbones activados, los cuales retienen las sustancias colorantes.
- b) Por acción química en donde las sustancias colorantes son destruidas por oxidación o cambiadas a compuestos incoloros.
- c) Mediante la hidrogenación.

d) Por medio del calor y el proceso de desodorizarían.

e) Por oxidación con el aire.

De estos métodos mencionados el más importante es el que se realiza por absorción.

1.6.4. Desodorizarían.

Es un proceso en el cual se eliminan las sustancias olorosas volátiles y los ácidos grasos libres que imparten olores fuertes y son de bajo peso molecular.

El método más usando es el de destilación por arrastre de vapor siendo, los triglicéridos de cadena corta más volátiles que los de cadena larga. Es así como el vapor arrastra todos los ácidos grasos volátiles y los ésteres, quedando el aceite después de esta operación sin sabor ni olor.

La eficiencia en la eliminación de componentes volátiles depende del volumen del vapor en relación al volumen de la grasa y en la teoría es inmaterial considerar si el volumen del vapor se pasa a través de la grasa en un periodo de tiempo largo o corto, siempre y cuando a temperatura se mantenga constante.

1.6.5. Winterización.

El proceso tiene finalidad eliminar los glicéridos de punto de fusión elevado (sólidos y ceras) logrando separar la estearina.

En la actualidad casi todo el aceite sometido a este es el de algodón. Los de soya, maíz, girasol y oliva no necesitan ser tratados, ya que permanecen líquidos a temperatura bajas.



*Figura 1.*La Lúcura.

CAPÍTULO II.

2.1. MATERIALES Y EQUIPOS.

Materiales

- Probetas
- Pipetas
- Termómetro
- Vasos volumétricos
- Desecador
- Cocina eléctrica
- Buretas
- Embudo de separación
- Balones
- Matraces
- Crisoles

Equipos

- Campana extractora de gases
- Balanza analítica marca SARTORIUS
- Molino de 2 disco (casero)
- Estufa MEMMERT
- Cronometro
- Refractómetro, marca CARIZESSJENA
- Equipo recirculador de agua
- Termostato, marca LAUDA
- Centrífuga
- Equipo de filtración con bomba de vacío, marca General Electric.
- Equipo de separación aceite – solvente.
- Equipo de extracción con el uso de SOXHLET
- Equipo de desodorización al vacío.

- Equipo de extracción mecánica con el uso de una prensa hidráulica, marca CAVER.
- Equipo de decantación.
- Picnómetro

2.2. MATERIA PRIMA Y REACTIVOS.

- Lúcumá (materia prima)
- Almidón (indicador)
- Alcohol etílico de 96°
- Acetona
- Ácido sulfúrico concentrado
- Fenolftaleína (indicador)
- Ácido acético glacial
- Ácido clorhídrico HCl 0,5 N
- Cloroformo grado reactivo
- Hexano comercial
- Solución WIJS
- Solución de yodo
- Éter de petróleo
- Tiosulfato de sodio
- Tetracloruro de carbono
- Hidróxido de sodio NaOH 0,1 N
- Yoduro puro
- Hidróxido de sodio NaOH 0,1 N
- Yoduro de potasio
- Tierra activada (Natrill)

2.3. METODOLOGIA.

2.3.1. Determinación del contenido de humedad en la materia prima.

- a) Tomar 3 muestras de 5 gramos cada una en lunas de reloj previamente taradas
- b) Colocar las muestras en la estufa a 100°C por un tiempo aproximadamente de 20 a 30 minutos.

- c) Volver a pesar las muestras luego introducirlas en la estufa por un tiempo igual al indicado anteriormente.
- d) Nuevamente pesar las muestras. Si existe una variación de peso entre ellas se continuara repitiendo el paso (b) hasta obtener un peso constante.

2.3.2. Determinación del contenido de grasa en la materia prima.

- a) Pesar de 2 a 5 gramos aproximadamente de pulpa seca de lúcura y colocar sobre un papel de filtro haciendo una envoltura, luego introducirlo al soxhlet para la extracción de grasa.
- b) Agregar aproximadamente 150ml, de hexano como solvente en un balón previamente tarado, luego instalar junto con el soxhlet un condensador a reflujo y su refrigerante (agua), posteriormente se pondrá sobre una plancha a temperatura de ebullición del solvente y se lleva a cabo la experiencia.
- c) Dejar reciclar el solvente por espacio de 6 horas o más, hasta que el mismo se encuentre transparente, indicando ausencia del aceite.
- d) Luego recuperar el solvente por destilación simple y determinar la cantidad de aceite extraído.

2.3.2. Limpieza.

Tomar una cantidad de materia prima en este caso de Lúcura y retirar los elementos extraños a esta (tierra, suciedad, etc.) de tal manera que la operación quede lista para la operación siguiente. Esta operación se llevó, a cabo en forma manual.

2.3.3. Tratamiento térmico.

Una vez lavada la materia prima esta se coloca en un deposito con agua caliente (60-70°C, por un tiempo aproximadamente de 30 a 40 minutos.

Esta operación se llevó a cabo con el objeto de suavizar la cascara.

2.3.4. Descascarillado.

Se toma la materia prima ya tratada térmicamente y se procede a retirar las cascara. Esta operación se llevó, a cabo en forma manual.

2.3.5. Despulpado.

Una vez librada la cascara de la materia prima se procedió a separar la pulpa de la pepa con la ayuda de una espátula.

Esta operación al igual que la anterior se llevó a cabo en forma manual.

2.3.6. Secado.

Tomar la pulpa de Lúcura y colocar está en una estufa a 70°C por un tiempo aproximado de 3 horas. Esta operación se llevó a cabo con el objeto de eliminar el agua (aproximadamente 52%).

2.3.7. Molienda.

- a) Tomar una muestra de aproximadamente 200g de pulpa de Lúcura seca y colocarlo e el interior del vaso de un molino de cocina doméstica, este se basa en el principio de los .molinos d frotamiento de 2 discos que es a nivel industrial.
- b) Posteriormente se procede a tirar de la máquina y este transporta a la materia prima por medio de un sinfín hacia los discos que a su vez son regulados por un dispositivo de tornillo, para así lograr partículas pequeñas de la materia prima.

2.3.8. Acondicionamiento térmico de la pulpa de Lúcura seca molida para extracción mecánica (prensado discontinuo).

- a) Colocar determinada cantidad de pulpa seca molida previamente pesada en un depósito procurando que esta sea lo suficientemente grande como para remover la muestra y lograr así una temperatura uniforme en esta.
- b) El depósito con la muestra es calentada en una estufa que ha sido previamente graduada a la temperatura requerida.

- c) Transcurrido un tiempo aproximado de 10 a 15 minutos se procede a hacer la medición de temperatura de la muestra, que consiste en introducir el bulbo del termómetro en esta.
- d) Si la lectura del termómetro es la temperatura requerida, inmediatamente se retira la muestra para realizar el proceso de prensado de la misma.

2.3.9. Extracción mecánica (Prensado discontinuo).

- a) Una vez logrado el acondicionamiento térmico de la pulpa seca molida que había pesado previamente (20g aproximadamente) se coloca en el dispositivo de la prensa hidráulica y se le aplica una presión de hasta 1,50kgf/cm².
- b) El aceite que fluye por los orificios del dispositivo que encierra a la pulpa seca molida, es recibido en una pequeña bandeja de acero inoxidable, quedando el cake en el dispositivo.
- c) Posteriormente el cake es retirado con cuidado para ser pesado y así poder determinar la cantidad de aceite extraído por diferencias de pesos (peso inicial menos peso final).

2.3.10. Extracción con solvente hexano.

Mixta (inmersión-percolación) con Soxhlet en el laboratorio.

- a) Pesar de 3 a 5g de pulpa seca molida de Lúcum y envolver en papel de filtro.
- b) Introducir la muestra en el Soxhlet correspondiente, previamente instalado con su equipo condensador a reflujo, coccinilla y balón; al que se le agrega el solvente hexano para la experiencia.
- c) Cuando se prende la coccinilla, asciende el solvente a la parte superior donde se condensa por refrigeración con el agua y cae sobre la muestra, regresando posteriormente al balón por sifón arrastrando consigo la grasa.
- d) Las extracciones se realizan hasta que el solvente que cae sea totalmente incoloro, libre de aceite.

- e) El solvente es recuperado por medio de destilación, dejando en el balón de extracción el aceite extraído con trazas de solvente.
- f) El balón con aceite extraído con trazas de solvente.
- g) Se deja enfriar en un desecador unos quince minutos; luego se pesa.
- h) Luego se determina la cantidad de aceite.

2.3.11. Determinación del color en el aceite crudo.

- a) Tomar 20ml. de aceite crudo, calentar hasta una temperatura de 70°C y filtrar.
- b) Una vez filtrado, colocar el aceite en un tubo de vidrio especial que en este caso tiene el colorímetro marca Spectronic-20. c) Luego, proceder a hacer las lecturas de absorbancia a diferentes longitudes de onda.

2.3.12. Determinación de la densidad del aceite crudo.

- a) Colocar en un picnómetro, agua destilada a 20°C y determinar el peso de la unidad de volumen.
- b) Colocar aceite en el mismo picnómetro ya vacío y determinar el peso de la unidad de volumen.
- c) La densidad viene a ser la relación del peso de la unidad de volumen del aceite y el peso de la unidad de volumen del agua destilada.

2.3.13. Determinación del índice de refracción del aceite crudo.

- a) Encender el refractómetro y graduar la temperatura a 40°C.
- b) Colocar 1 a 2 gotas de aceite en el refractómetro y realizar un ajuste micrométrico para leer directamente el índice de refracción del aceite.

2.3.14. Determinación del contenido de humedad y materias volátiles.

- a) Se pesan exactamente 5 a 10 g de muestra mezclada y se introduce en el vaso tarado que ha sido previamente secado en la estufa y enfriado en el desecador.
- b) Se calienta la muestra sobre la plancha, rotando suavemente con la mano para evitar salpicaduras debidas a una ebullición rápida del agua.

- c) El acercamiento del punto final se juzga por el caso del levantamiento de burbujas de vapor, así como por ausencia de espuma. La temperatura de la muestra puede llegar al final del ensayo hasta humos incipientes.
- d) Se enfría a la temperatura ambiente, en desecador, y se pesa.
- e) El cálculo del contenido de humedad y materias volátiles se obtiene aplicando la siguiente ecuación:

$$\text{Pérdida de peso \% Humedad} = \frac{\text{Peso de muestra}}{\text{Peso de muestra}} \times 100$$

2.3.15. Determinación de impurezas insolubles.

- a) Se usan como muestras los residuos que quedan de la determinación del contenido de humedad y materias volátiles o una muestra preparada de la misma manera.
- b) Se agregan 50ml de kerosene a la muestra y se calientan en baño maría hasta disolver la grasa.
- c) Se filtra a través de un crisol con la ayuda de una bomba de vacío. Se lava con 5 porciones de 10ml cada una de kerosene caliente dejando escurrir cada porción antes de agregar la siguiente.
- d) Se lava completamente con éter de petróleo para desalojar el kerosene. Se seca el crisol y su contenido a peso constante a 101°C +1- 1°C, se enfría en un desecador y se pesa.
- e) El cálculo de la determinación de impurezas insolubles se obtiene aplicando la siguiente formula:

$$\% \text{ I.I.} = \frac{\text{Aumento de peso del crisol}}{\text{Peso muestra original}} \times 100$$

2.3.16. Determinación de la viscosidad.

- a) Enjuagar el equipo viscosímetro marca HOEPLER HV 303 con la muestra a medir.
- b) Llenar el tubo anterior del equipo con la muestra a medir, no debe quedar burbujas de aire.

- c) Buscar la bola de densidad adecuada para llevar a cabo la medición, debe ser aquella que sobrepase los 30 segundos.
- d) Soltar la bola seleccionada en el tubo del interior y tapar la entrada.
- e) Tomar las medidas de tiempo con un cronometro en cuanto la bolita pase por las marcas estándar del equipo.
- f) Anotar tiempos.

2.3.17. Determinación del índice de acidez del aceite crudo.

- a) Pesar 5 gramos de aceite crudo en un Erlenmeyer; luego agregar 30ml de alcohol neutralizado y caliente, agitándose hasta que la mezcla se llegue a homogenizar.
- b) Titular con NaOH 0,05N usando como indicador unas gotas de fenolftaleína.
- c) El cálculo del índice de acidez se obtiene aplicando la siguiente ecuación:

$$\% \text{ I A} = \frac{\text{mL NaOH} * \text{N} * \text{factor de la soda}}{\text{Peso de la muestra (g)}} * 100$$

2.3.18. Determinación del índice de peróxido en el aceite crudo.

- a) Pesar 5 gramos en un matraz con tapa esmerilada, y adicionar 30 ml de una mezcla de ácido acético-cloroformo en una proporción de 3 a 2 luego agitar hasta completa disolución.
- b) Agregar 0,5ml de yoduro de potasio y agitar durante 1 minuto, luego agregar almidón y 30ml de agua destilada.
- c) Luego, titular con solución de bisulfato de sodio 0,01 N hasta que el color azul desaparezca.
- d) El cálculo de índice de peróxido se obtiene aplicando la siguiente ecuación:

$$\text{IP} = \frac{\text{mL Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 * \text{N} * 1000 * \text{factor de Na}_2\text{S}_2\text{O}_3}{\text{Peso de la muestra (g)}}$$

2.3.19. Determinación del índice de saponificación en el aceite crudo.

- Pesar 2 gramos de muestra y depositarlos en un matraz, luego arador 25ml de KOH 0,5 M en solución alcohólica.
- Calentar la muestra a baño maría de 30 a 60 minutos hasta su ebullición, con refrigerante a reflujo.
- Añadir 1 ml de fenolftaleína y titular en caliente con HCl 0,5 N hasta desaparecer la coloración rosada. Paralelamente realizar una prueba en blanco.
- El cálculo del índice de saponificación se obtiene aplicando la siguiente ecuación:

$$IS = \frac{mLHCl(\text{blanco}) - mLHCl * 56.10 * \text{factor de HCl}}{\text{Peso de la muestra (gramos)}}$$

2.3.20. Determinación del índice de yodo en el aceite crudo.

- Pesar de 0,1 a 0,5g de aceite crudo dentro de un matraz especial para índice de yodo.
- Adicionar 20mL de tetracloruro de carbono y agitar hasta obtener una completa disolución del aceite. Agregar a la solución 25mL de reactivo de Wijs y dejar reposar de 30 a 60 minutos.
- Luego agregar 20mL de solución de yoduro de potasio al 10% y 1000mL de agua destilada.
- Titular con bisulfato de sodio 0,1 N, hasta que el color amarillo de la muestra haya casi desaparecido. Se agrega 1 a 2 ml, de la solución indicadora de almidón y se continúa la titulación hasta que desaparece el color azul. Paralelamente se prepara un blanco.
- El cálculo del índice de yodo se obtiene aplicando la siguiente formula:

$$II = \frac{(mL Na_2S_2O_3(\text{blanco}) - mL Na_2S_2O_3) * N * 12,69 *}{\text{Peso de la muestra (gramos)}}$$

2.3.21. Decoloración del aceite crudo.

- a) Tomar 220mL del aceite crudo equivalente aproximadamente a 200 gramos en peso y agregar 6 gramos de tierra activada (Natril al 3% en peso).
- b) Someter la mezcla a calentamiento directo y agitar constantemente, hasta alcanzar una temperatura de 80°C, tratando de mantenerla por espacio de 15 minutos.
- c) Luego, la mezcla obtenida se filtra al vacío para luego proceder a la determinación del color.

2.3.22. Neutralización del aceite crudo.

- a) Previo análisis cuantitativo de los ácidos grasos libres, se pesan 200 gramos de aceite crudo en un Erlenmeyer de 300mL.
- b) Calentar en baño maría agitando periódicamente hasta alcanzar una temperatura de 60°C como máximo.
- c) Agregar rápidamente NaOH 0,25 M en una' proporción del 1% con respecto a la muestra.
- d) En una pera de decantación depositar la suspensión, dejando reposar hasta total precipitación, enseguida proceder a la determinación del % de acidez.

2.3.23. Desodorizarían del aceite crudo.

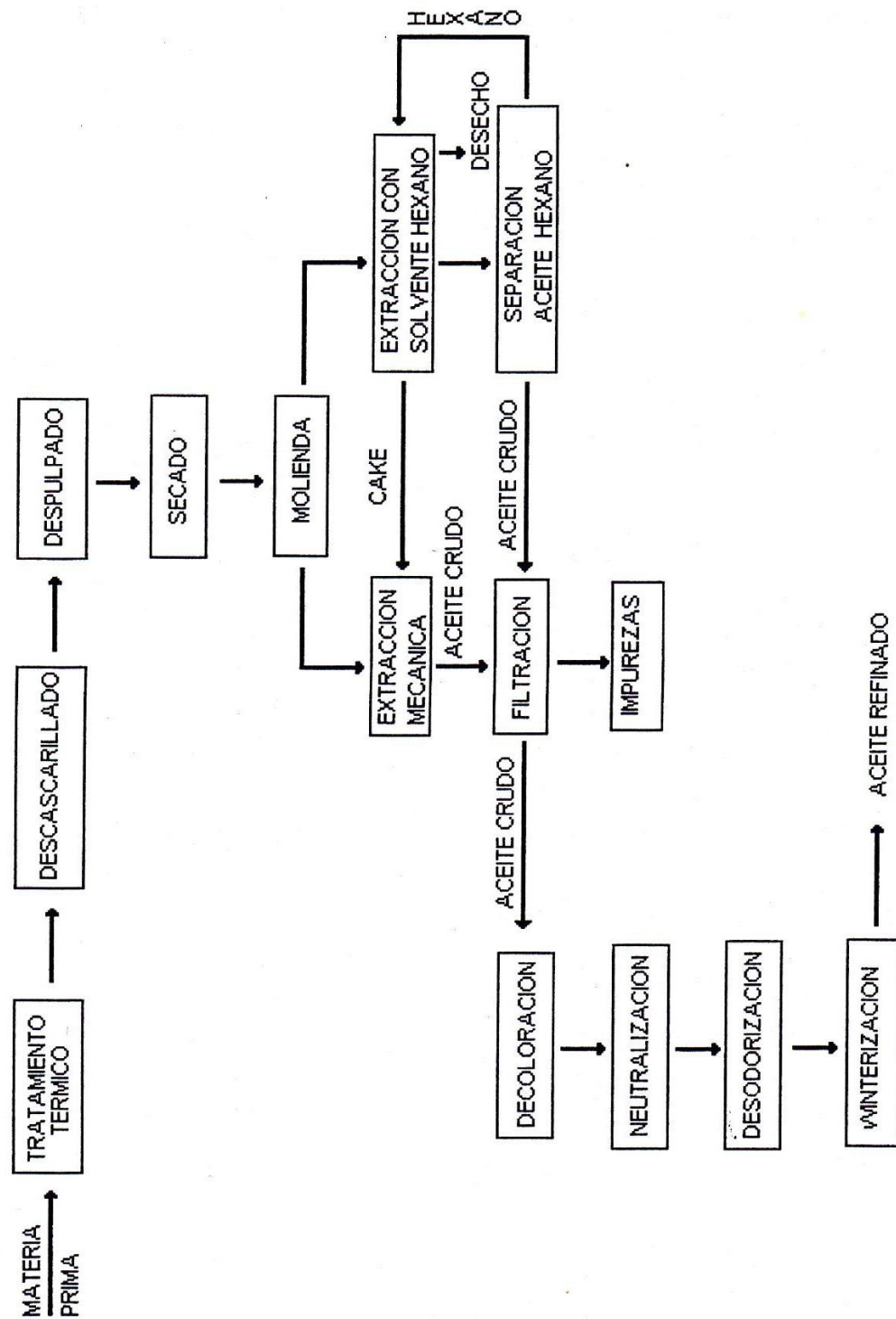
- a) Instalar tres balones de destilación de 250 mL.
- b) Numerados los balones de izquierda a derecha, colocar en el N° 1 agua destilada y pequeños trozos de vidrio. En el N° 2 que contiene solo aire, insertar en el tapón un termómetro de -10 a 200°C. En el N° 3 que contiene el aceite insertar en el tapón un termómetro de -10 a 150°C, y a su vez hacer una conexión hacia un sistema de vacío y a un refrigerante.
- c) Calentar el balón N° 3 a una temperatura constante de 105°, durante el tiempo que dure este proceso.

- d) Lograda la temperatura indicada para el tercer balón, proceder a calentar al mismo tiempo el balón N° 1 y N° 2 a fin de que el vapor de agua sobrecalentado arrastre consigo las sustancias volátiles que son causantes del olor que tiene el aceite.

2.3.24. Winterizacion del aceite crudo

- a) tomar 200 ml del aceite crudo y colocarlo en un Erlenmeyer de 300 ml.
- c) Someter la muestra a una temperatura de 0° C por un espacio de 5 horas.
- d) Se procede a hacer un reconocimiento visual si la muestra tratada a baja temperatura presenta enturbiamiento.

Figura N°2.-Diagrama de flujo de la extracción y refinación del aceite de lúcuma en laboratorio



CAPITULO III

RESULTADOS

Tabla 1

Características físicas y químicas que deben cumplir algunos aceites crudos.

REQUISITOS	ACIETE CRUDO			
	PALTA	SOYA	MANI	MAIZ
SABOR	Típico	Típico	Típico	Típico
COLOR	Típico	Típico	Típico	Típico
ASPECTO	Límpido	Límpido	Límpido	Límpido
OLOR	Típico	Típico	Típico	Típico
DENSIDAD RELATIVA (20 °C)	0.901 - 0.910	0.919 - 0.925	0.914 - 0.917	0.917 - 0.925
INDICE DE REFRACCION A 40 °C	1.4884 - 1.4889	1.4642 - 1.4702	1.4613 - 1.4642	1.485 -1.488
INDICE DE SAPONIFICACION	180 - 190	189 - 195	187 - 196	1 8 7 - 1 9 5
INDICE DE YODO	74.5 - 100	130 - 141	84 -100	103 - 129
ACIDEZ LIBRE	< 0.35 %	< 0.35 %	< 0.35 %	< 0.35 %
INDICE DE PEROXIDO	Máximo 5 %	Máximo 5 %	Máximo 5 %	Máximo 5 %
IMPUREZAS INSOLUBLES	Máximo 0.05 %	Máximo 0.05 %	Máximo 0.05 %	Máximo 0.05 %
HUMEDAD Y MATERIA VOLATIL A 150 °C	Máximo 0.2 %	Máximo 0.2 %	Máximo 0.2 %	Máximo 0.1 %

Tabla 2

Determinación del contenido de humedad en la pulpa de Lúcura

N° DE MUESTRA	DETALLE	MASA INICIAL (g)	MASA FINAL (g)	% DE HUMEDAD
1		5.000	2.377	52.46
2	Pulpa	5.000	2.321	53.58
3	Pulpa	5.000	2.409	51.82
% DE HUMEDAD PROMEDIO 52.62				

Tabla 3

Determinación del contenido de grasa en la pulpa de lúcumá usando el equipo SOXHLET

N° DE MUESTRA	EQUIPO UTILIZADO	SOLVENTE USADO	MASA (g)	PESO DE ACEITE (g)	% DE ACEITE EXTRAIDO
1	Soxhlet	Hexano	5.000	1.7086	34.172
2	Soxhlet	Hexano	5.000	1.6966	33.932
3	Soxhlet	Hexano	5.000	1.7027	34.054
%DE ACEITE EXTRAIDO PROMEDIO 34.052					

Tabla 5

Extracción de aceite residual del cake de la muestra número 3 de extracción mecánica.

N° DE MUESTRA	EQUIPO UTILIZADO	SOLVENTE USADO	MASA (g)	PESO DE ACEITE (g)	% DE ACEITE EXTRAIDO
1	Soxhlet	Hexano	5.000	1.0865	21.730
2	Soxhlet	Hexano	5.000	1.0921	21.842
3	Soxhlet	Hexano	5.000	1.0897	21.794
PROMEDIO DEL % DE ACEITE RESIDUAL EXTRAIDO 21.790					

Tabla 6

Extracción de aceite residual del cake de la muestra número 4 de extracción mecánica.

N° DE MUESTRA	EQUIPO UTILIZADO	SOLVENTE USADO	MASA (g)	PESO DE ACEITE (g)	% DE ACEITE EXTRAIDO
1	Soxhlet	Hexano	5.000	1.0283	-20.566
2	Soxhlet	Hexano	5.000	1.0541	21.082
3	Soxhlet	Hexano	5.000	1.0415	20.830
PROMEDIO DEL % DE ACEITE RESIDUAL EXTRAIDO					20.83

Tabla 7

Extracción de aceite residual del cake de la muestra número 5 de extracción mecánica.

N° DE MUESTRA	EQUIPO UTILIZADO	SOLVENTE USADO	MASA (g)	PESO DE ACEITE (g)	% DE ACEITE EXTRAIDO
1	Soxhlet	Hexano	5.000	1.0673	21.346
2	Soxhlet	Hexano	5.000	1.0745	21.490
3	Soxhlet	Hexano	5.000	1.0535	21.070
PROMEDIO DEL % DE ACEITE RESIDUAL EXTRAIDO					21.302

Tabla 8

Determinación del contenido de grasa total en la pulpa de Lúcuma mediante extracción mecánica y extracción con el soxhlet y solvente hexano.

N° DE MUESTRA	N° DE CAKE	% DE ACEITE EXTRAIDO MECANICAMENTE (EM)	% DE ACEITE EXTRAIDO DEL CAKE CON SOLVENTE HEXANO (ES)	% TOTAL DE ACEITE EXTRAIDO (EM +ES)
1	3	11.40	21.79	33.19
2	4	12.80	20.83	33.63
3	5	12.35	21.30	33.65
% DE ACEITE EXTRAIDO PROMEDIO 33.49				

Tabla 9

Determinación de la densidad relativa del aceite crudo de la pulpa de Lúcura a 20 °C

N° DE MUESTRA	PESO DE ACEITE (g)	PESO DE AGUA (g)	VOLUMEN DE PLONOMETRO (ml)	DENSIDAD RELATIVA
1	22.5851	24.6386	25	0.9166
2	22.5913	24.6402	25	0.9168
3	22.5882	24.6421	25	0.9166
DENSIDAD RELATIVA PROMEDIO				0.9167

Tabla 10

Determinación del índice de refracción del aceite crudo de la pulpa de Lúcuma

N° DE MUESTRA	TEMPERATURA (°C)	INDICE DE REFRACCION
1	40	1.4658
2	40	1.4659
3	40	1.4659
INDICE DE REFRACCION PROMEDIO		1.4659

Tabla10

Determinación de la humedad y materias volátiles del aceite crudo de la pulpa de lúcumá 100 °C

N° DE MUESTRA	PESO INICIAL (g)	PESO FINAL (g)	PERDIDA DE PESO (g)	% DE HUMEDAD Y MATERIALES VOLATILES
1	5.000	4.993	7.0×10^3	0.140
2	5.000	4.993	7.0×10^3	0.140
3	5.000	4.994	6.0×10^3	0.120
DENSIDAD RELATIVA PROMEDIO				0.133

Tabla 11

Determinación de impurezas insolubles del aceite crudo de la pulpa de Lúcura

N° DE MUESTRA	PESO DE MUESTRAS (g)	PESO INICIAL DE CRISOL (g)	PESO FINAL DE CRISOL (g)	AUMENTO DE PESO DE CRISOL (g)	% DE IMPUREZAS INSOLUBLES
1	5.2259	28.8631	28.8639	8.0×10^{-4}	0.0153
2	5.2179	28.8625	28.8632	7.0×10^{-4}	0.0134
3	5.2296	28.8647	28.8654	7.0×10^{-4}	0.0133
% DE IMPUREZAS INSOLUBLES PROMEDIO 0.0140					

Tabla 13

Determinación de viscosidad del aceite crudo de la pulpa de Mitjé

N° DE MUESTRA	TIEMPO DE CAIDA DE LA BOLA (s)	CONSTANTE DE LA BOLA	VISCOSIDAD (cp)
1	41.33	0.1375	39.6920
2	41.14	0.1375	39.5095
3	41.22	0.1375	39.5864
VISCOSIDAD PROMEDIO 39.596			

Tabla 14

Determinación del índice de acidez del aceite crudo de la pulpa de Lúcumá

FECHA DE ANALISIS	MASA DE ACEITE (g)	GASTO DE NaOH 0.05 N	FACTOR	% DE ACEITE OLEICO
21/09/20	5.00	0.85	0.900	0.21573
04/10/20	5.00	0.85	0.950	0.22771
11/10/20	5.00	0.90	0.960	0.24364
20/10/20	5.00	0.95	0.970	0.25986
29/10/20	5.00	1.00	0.966	0.27241.
09/11/20	5.00	1.05	0.966	0.28603

Tabla 15

Determinación del índice de peróxido del aceite crudo de la pulpa de Lúcumá.

N° DE MUESTRA	PESO DE MUESTRA (g)	GASTO DE Na ₂ S ₂ O ₃ 0.01N (ml)	FACTOR	INDICE DE PEROXIDO (meq de peróxido/kg de aceite)
1	5.00	1.35	0.970	2.619
2	5.00	1.25	0.970	2.425
3	5.00	1.30	0.970	2.522
INDICE DE PEROXIDO PROMEDIO				2.522

Tabla 16

Determinación del índice de saponificación del aceite crudo de la pulpa de Lúcumá

N° DE MUESTRA	MUESTRA DE ACEITE (g)	GASTO DE HCl EN BLANCO (ml)	GASTO DE HCl 0.5N (ml)	FACTOR DEL HCl	INDICE DE SAPONIFICACION (mg KOH/g de aceite)
1	2.00	21.1	7.8	0.998	186.18
2	2.00	21.1	7.4	0.998	191.78
3	2.00	21.1	7.9	0.998	184.78
INDICE DE SAPONIFICACION PROMEDIO					187.58

Tabla 17

Determinación del índice de yodo del aceite crudo de la pulpa de Lúcumá

N° DE MUESTRA	MASA DE ACEITE (g)	GASTO DE Na ₂ S ₂ O ₃ 0.01N: f=1.293 (ml)	GSATO EN BLANCO (ml)	INDICE DE YODO (g de 12 absorbidos/100 g de aceite)
1	0.4632	16.55	49.75	117.60
2	0.4204	19.50	49.75	118.06
3	0.4457	18.10	49.75	116.51
INDICE DE YODO PROMEDIO			117.39	

Tabla 18

Determinación del olor, sabor y aspecto en el aceite crudo de la pulpa de Lúcumá

DETALLE	OLOR	SABOR	ASPECTO
Aceite crudo de pulpa de lúcumá	Característico	Característico	Oscuro

Nota. Elaboración propia.

Tabla 19

Determinación del color en el aceite crudo de la pulpa de Lúcumá

PRODUCTO	COLOR FOTOMETRICO	COLOR
Aceite crudo de pulpa de lúcumá	5.35	Amarillo rojizo

Tabla 20

Características físicas y químicas del aceite crudo de pulpa de Lúcura

DETALLES	ACEITE CRUDO DE PULPA DE LUCUMA
DENSIDAD RELATIVA A 20 °C	0.9167
INDICE DE REFRACCION A 40 °C	1.4659
HUMEDAD Y MATERIA VOLATIL A 100 °C	0.133
IMPUREZAS INSOLUBLES	0.0140
VISCOSIDAD	39.596
ACIDEZ LIBRE	0.21573
INDICE DE PEROXIDO	2.522
INDICE DE SAPONIFICACION	187.88
INDICE DE YODO	117.39
OLOR	Característico
SABOR	Característico
ASPECTO	Oscuro
COLOR	Amarillo rojizo

Tabla 21
Características físicas y químicas del aceite refinado de pulpa de Lúcumá

DETALLES	ACEITE CRUDO DE PULPA DE LUCUMA.
DENSIDAD RELATIVA A 20 °C	0.9167
INDICE DE REFRACCION A 40 °C	1.4659
HUMEDAD Y MATERIA VOLATIL A 100 °C	0.133
IMPUREZAS INSOLUBLES	0.0140
VISCOSIDAD	39.596
ACIDEZ LIBRE	0.20417
INDICE DE PEROXIDO	2.522
INDICE DE SAPONIFICACION	187.88
INDICE DE YODO	117.39
OLOR	Característico
SABOR	Típico
ASPECTO	Limpio
COLOR	Amarillo claro

Tabla 22

Características físicas y químicas de un aceite comestible

DETALLES	ACEITE CRUDO DE PULPA DE LUCUMA.
DENSIDAD RELATIVA A 20 °C	(0.905 — 0.926)
INDICE DE REFRACCION A 40 °C	(1.4643 — 1.4740)
HUMEDAD Y MATERIA VOLATIL A 100 °C	Máximo 0.15 %
IMPUREZAS INSOLUBLES	Máximo 0.03 %
VISCOSIDAD	Menor a 0.35 %
ACIDEZ LIBRE	(168 — 198)
INDICE DE PEROXIDO	(99 — 123)
INDICE DE SAPONIFICACION	Característico
INDICE DE YODO	Típico
OLOR	Limpio
SABOR	Amarillo claro
ASPECTO	(0.905 — 0.926)
COLOR	(1.4643 — 1.4740)

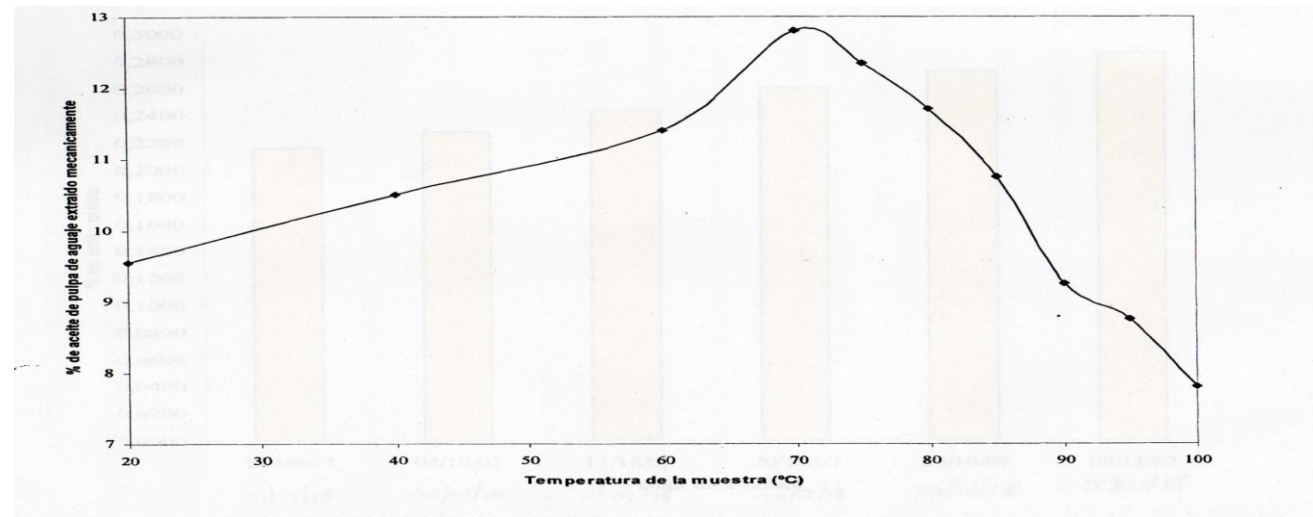


Figura N° 2.- Temperatura vs. % de aceite de pulpa de Lúcura extraído mecánicamente.

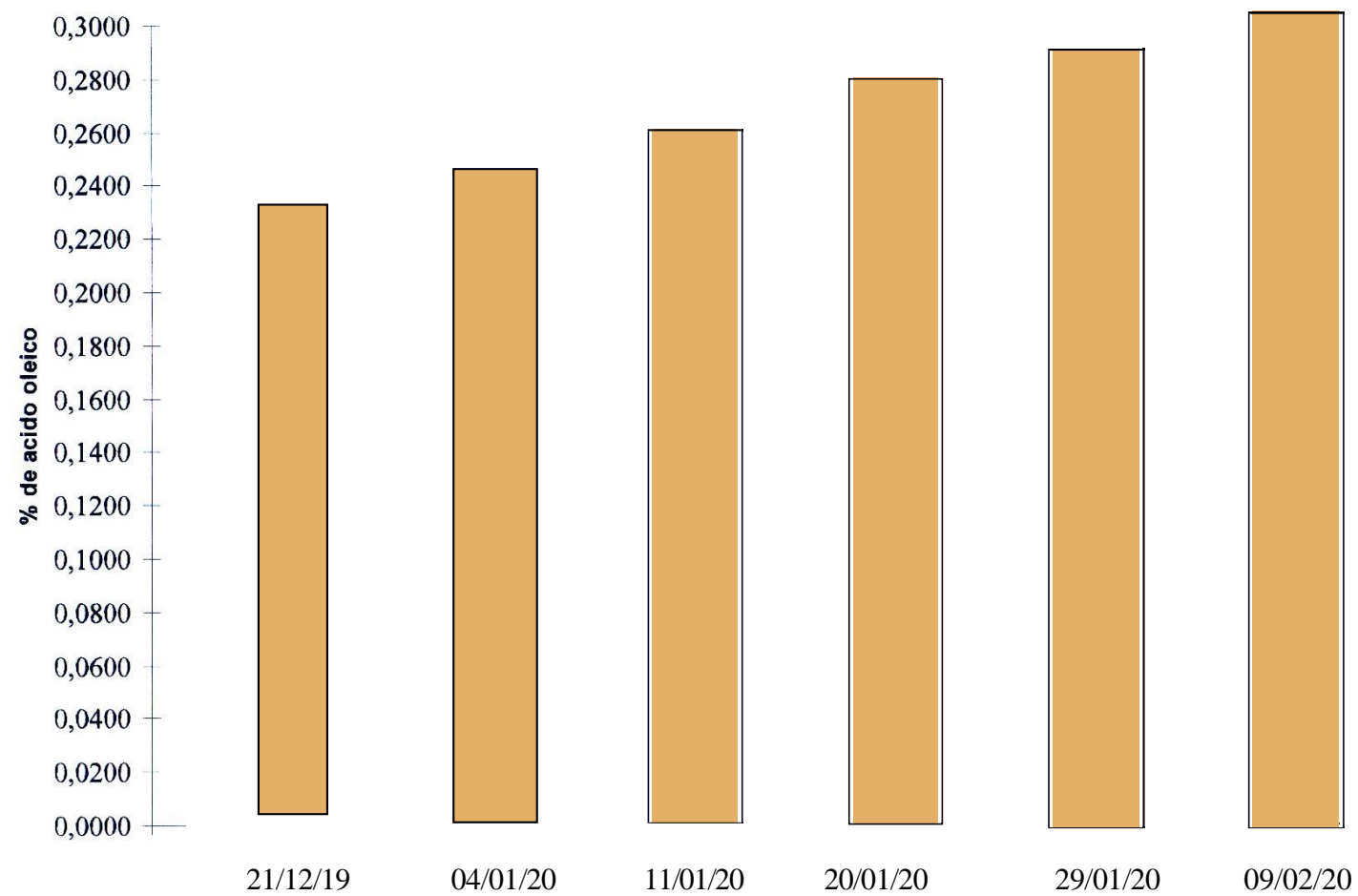


Figura 3 Degracion acida del aceite crudo de la pulga de Lúcura al transcurrir el tiempo.

CAPÍTULO IV

DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

En el presente trabajo de investigación se determinaron las características físicas, químicas y diferentes factores involucrados en la obtención de nuestro producto. A continuación se tratará de analizar y discutir de cómo influyen estos factores y características en la obtención del producto.

4.1 ANÁLISIS PRELIMINAR DE LA MATERIA PRIMA.

En la tabla N° 2, se puede observar que la materia prima presenta un contenido de humedad elevado 52,61%, esto se debe a que la materia prima ha sido sometida a un tratamiento térmico para facilitar el proceso de descascarillado y poder aprovechar la pulpa.

4.2 EXTRACCIÓN DEL ACEITE DE LA PULPA DE LUCUMA

- 1) Con respecto a lograr una extracción óptima del aceite en nuestra materia prima oleaginosa. Se determinó por conveniencia realizar una molienda de la materia prima y para este proceso consideramos el uso de un molino doméstico cuyo principio se basa en los molinos de frotamiento por 2 discos.
- 2) Se **determinó por** investigación bibliográfica que el solvente más apropiado en la extracción de aceites para uso comestible es el hexano, cuyos datos de rendimiento de extracción con respecto a nuestra materia prima se encuentran en la tabla N° 3, además dicho solvente implica un menor riesgo en cuanto a su manejo y toxicidad como muestra la tabla N° 12, no es soluble

en agua, es de bajo costo y es fácil su adquisición. No podemos afirmar lo mismo de otros solventes ya que algunos como el éter etílico que presenta demasiada inflamabilidad y poder adormecerte, el tetracloruro de carbono por tener la propiedad de descomponerse con el agua y formar ácido clorhídrico, la acetona por ser soluble en agua y el cloroformo porque se descompone lentamente en el aire y la luz para dar una formación de ácido clorhídrico, cloro y fosgeno un gas muy venenoso.

- 3) Los resultados obtenidos en la tabla N° 4, establece el rendimiento de aceite en la pulpa de Lúcumá usando el método de extracción mecánica considerando diferentes rangos de temperatura, se determinó que la temperatura a que debe encontrarse nuestra materia prima para obtener un rendimiento máximo de extracción es de 70°C y que esta variación de temperatura en el proceso representa un incremento del 3,25% más de rendimiento de aceite con respecto a que si llevara a cabo el proceso de extracción a una temperatura de 20°C.
- 4) En las tablas 5, 6 y 7 se encuentran resultados que representan el por ciento de aceite residual, extraído del cake de las muestras 3, 4 y 5 de la extracción mecánica. Esta extracción se realizó con solvente hexano y tuvo como objetivo principal, conocer el contenido de aceite qué- quedaba en la materia prima después de haber sido sometida a una extracción mecánica.
- 5) Los resultados obtenidos en tabla N° 8, tienen como objetivo determinar el contenido de grasa total en la pulpa de Lúcumá, utilizando en combinación estos métodos de extracción practicados en este trabajo de investigación, primeramente una extracción seguida de una extracción con solvente hexano que se sometió al cake de la primera extracción.

4.3 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL ACEITE CRUDO EXTRAÍDO.

- 1) La determinación del contenido de humedad y materias volátiles en el aceite crudo extraído representa una prueba importante, debido a que estos aceites van a ser usados en el consumo humano. El contenido máximo de humedad y materia volátil para aceites comestibles según norma ITINTEC es del 0,2 por ciento, en tabla N° 11 se puede observar que nuestro producto cumple con dicha norma.
- 2) En la tabla N° 10 se puede observar que el índice de refracción determinado a nuestro producto está dentro de los rangos establecidos para este tipo de aceite, esto nos permite afirmar que la sustancia es aceite; comparar con tabla N° 1.
- 3) En la tabla N° 9 se puede observar que la densidad que se determinó a nuestro aceite crudo se encuentra dentro del rango aceptable con respecto a algunos aceites crudos, comparar con tabla N° 1.
- 4) El porcentaje de impurezas insolubles en éste aceite es bajo y se encuentra dentro del rango aceptable en comparación con otros aceites, ver tabla N° 1. Esto nos confirma que el solvente elegido es el adecuado ya que el producto extraído es únicamente aceite. (tabla N° 12).
- 5) Los aceites son de alta viscosidad cuando su estructura lo conforman cadenas largas de moléculas de glicéridos. En general, la viscosidad de los aceites disminuye ligeramente con un aumento de su grado de insaturación.

En la tabla N° 13 se observa que el aceite extraído es de baja viscosidad en comparación con otros aceites.

4.4 CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DEL ACEITE CRUDO EXTRAÍDO.

- 1) En la tabla N° 14 se puede observar que el índice de acidez del aceite extraído aumenta con respecto al tiempo, esto nos permite afirmar que es necesaria una etapa de neutralización del aceite para mantener una estabilidad con el transcurso del tiempo.
- 2) El índice de peróxido o cantidad de oxígeno absorbido por el aceite extraído es bajo debido a que en la extracción no se ha usado material que pueda causar oxidación y el aceite ha sido almacenado evitando en lo posible el contacto con el oxígeno del aire. (tabla N° 15).
- 3) Los valores del índice de saponificación determinados en el aceite crudo se encuentran dentro de los rangos establecidos en comparación con otros aceites crudos, ver tabla N° 16, comparar tabla N° 1.
- 4) Los valores establecidos en tabla N° 17, sobre el índice de yodo, nos indica que el aceite de Lúcumá tiene un relativo alto grado de insaturación.

4.5 REFINACIÓN DEL ACEITE CRUDO EXTRAÍDO.

- 1) Considerando que el aceite extraído presenta un relativo alto grado de acidez debido a que proviene de una fruta ácida, se determinó realizar un proceso de neutralización utilizando soda cáustica, teniendo mucho cuidado en la cantidad suficiente de neutralizante ya que un exceso produciría emulsificación o sobre saponificación.

- 2) Para el proceso de decoloración del aceite extraído se utilizó tierra bloqueante - NATRIL en una proporción de 3% con respecto al volumen de aceite a decolorar, obteniéndose un color enmarcado en los rangos normalizado por INDECOPI para aceites comestibles.
- 3) En el proceso de desodorización se debe mantener constante la temperatura del vapor de agua sobrecalentado, debido a que una disminución de temperatura ocasionaría que el vapor de agua se condense y aumente la cantidad de agua en el aceite.
- 4) Se determinó eliminar el proceso de desgomado debido a que el aceite extraído no presenta sustancias mucilaginosas u otras similares.
- 5) En el proceso de winterización se determinó que el aceite extraído no presenta emulsiones ni enturbiamiento al ser sometido a una temperatura de 0°C por un espacio de 5 horas.

4.6 CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS.

El sabor, el olor del aceite debe ser característico a la materia prima a la cual fue extraído, es por eso que se llevó a cabo un proceso de refinación del aceite crudo extraído.

El color del aceite se determinó por el método espectrofotométrico por ser el de mayor exactitud.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES

- 1) El porcentaje de aceite extraído de la pulpa de Lúcumá está comprendido dentro de los rangos establecido por la industria con fines de explotación.
- 2) Realizados los ensayos de molienda se determinó, que el dispositivo más adecuado para este proceso, es un molino de frotamiento por dos discos.
- 3) Se determinó por investigación bibliográfica que el solvente más apropiado en la extracción de aceites par uso comestible es el hexano.
- 4) Utilizando el método de extracción con soxhlet y utilizando hexano como solvente se obtuvo un rendimiento en aceite crudo de 34,05%.
- 5) Utilizando el método de extracción mecánica se obtuvo un rendimiento en aceite crudo de 12,80%.
- 6) Combinando ambos métodos, primeramente el método de extracción mecánica seguida de una extracción soxhlet utilizando hexano como solvente, se obtuvo un rendimiento total de aceite crudo extraído de 33,48%.
- 7) El aceite crudo de pulpa de Lúcumá es relativamente estable en comparación con otros aceites crudos derivados de oleaginosas, esto es debido a que posee un bajo índice de acidez y peróxidos.
- 8) En el caso del aceite de pulpa de Lúcumá no se requiere de proceso de desgomado ni el de winterización, lo que contribuiría a su bajo costo de producción a nivel industrial.

- 9) El aceite refinado de pupa de Lúcura reúne las condiciones fijadas por INDECOPI y por lo tanto es considerado como óptimo para el consumo humano, y que por ser vegetal no produce colesterol que es dañino para el organismo humano.
- 10) Considerándose desde la adquisición de la materia prima hasta el término de proceso de refinación del aceite de pulpa de Lúcura, nos permite sugerir su explotación con fines industriales

CAPÍTULO VI

RECOMENDACIONES

- 1) Tanto el aceite crudo extraído mecánicamente o con el uso del soxhlet, debe ser filtrado y luego centrifugado para evitar el paso de harina en materia insoluble.
- 2) No almacenar el aceite por mucho tiempo por el riesgo a incrementar la acidez de éste.
- 3) El subproducto de la extracción (harina) debería ser utilizado como forraje e la alimentación para ganado.
- 4) En el proceso de desodorización se recomienda el uso de pedazos de loza como disipador en el balón donde se encuentra el aceite.
- 5) Los reactivos preparados y utilizados deben ser obligatoriamente valorados para evitar posibles errores en los resultados.
- 6) No exponer los aceites a temperaturas mayores de 130°C debido a que se produce alteraciones de las propiedades físicas químicas y organolépticas.
- 7) En el proceso de neutralización se recomienda no utilizar demasiada soda cáustica porque ocasionaría emulsiones y una sobre saponificación.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- 1) Aldrich, S.R.W.. Scout, And E.R. Leng. 2010 Molern C. Producción. 2da Edition A & L Publication Champaing IL pg 240
- 2) Bernardini, E. "Tecnología de Aceites y Grasas". Ed. Alambra. España 2005p.180.
- 3) Bailey, Altón "Aceites y Grasas Comestibles", Reverte Barcelona, 2010 pp 506.
- 4) Colom Virgili, R. "Aceites y Grasas su Extracción por Disolventes y refinación Industrial". Ed. Tip. Cat. Casals, Barcelona, 2010. pp. 23, 54, 61.
- 5) C. Collazos, R. Whitz; H. Viñas, "La Composición de los Alimentos Peruanos" 3era Ed. Servicio Cooperativo Peruano Norte Americano de educación, Lima — Perú.
- 6) Calzada Bonza. "Frutales Nativos". La Molina 2010 .
- 7) Hernan Schmid — hebbel "Tratado de Bromatología" Universidad Nacional José F. Sánchez Carrión. (2005).
- 8) Herrera F.L. "Catálogo Alfabético de los Nombres Vulgares y Científicos de las Plantas que existen en el Perú". Univ. Nac. Agraria, Lima, Perú 200 pp. 232.
- 9) Industrias Pacocha "Normas Técnicas de Análisis de Grasas y Aceites".
- 10) Jaroslav, S. "Vocabulario de los Nombres Vulgares de la Flora Peruana", Colegio Selesiano, Lima, Perú 2010, pp 298.

- 11) Lao Magin, R. "Catálogo Preliminar de las especies Forestales del Perú". Univ. Nac. Agraria, Lima, Perú 2010, pp 298.
- 12) Leon, J. "Fundamentos Botanicos de los Cultivos Tropicales". Instituto Interamericano de Ciencias Agricolas de la OEA, San Jose, Costa Rica 2010. pp 240-248.
- 13) Menlenbacher V.C. "Analisis de Grasas y Aceites". Enciclopedia Quimica Industrial. Tomo VI. Ed. Urmo, Espaila, Bilbao, 2010. pp. 338.
- 14) Mostacero J., Medina, **D.** "Fundamentos de Fitogeografia y Recursos Naturales del Perd". Universidad Nacional de Trujillo, Departamento de Ciencias Biologicas, Trujillo, Peru 2005. pp. 230 — 234.
- 15) Raymond E. Kira & Donald F. Othmer "Enciclopedia de Tecnologia Quimica" Tomos I, VII, IX, Ed. Uteha, Mexico, 2010.
- 16) Robert, H. Perry, Cecil H. Chilton, "Biblioteca del Ingeniero Quimico", Tomo III, 5ta edicion, Ed. Mc Graw-Hill, Mexico 2005.

APÉNDICE

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE ACEITE EN MATERIA PRIMA CON EQUIPO SOXHLET

$$\% \text{ Aceite} = \frac{(\text{Peso balon con grasa} - \text{Peso balon vacio})}{\text{Pesodelamuestra(g)}} \times 100$$

$$\text{Peso de balón con grasa} = 97,9716 \text{ g}$$

$$\text{Peso de balón vacío} = 96,263 \text{ g}$$

$$\text{Peso de muestra} = 5,000 \text{ g}$$

$$\% \text{ Ac} = \frac{97,9716 \text{ g} - 96,263 \text{ g}}{5,000 \text{ g}} \times 100$$

$$\% \text{ Ac} = 34,172$$

EXTRACCIÓN MECANICA DE ACITE EN MATERIA PRIMA

$$\% \text{ Aceite} = \frac{(\text{Peso de muestra} - \text{Peso de cake})}{\text{Pesodemuestra(g)}} \times 100$$

$$\text{Peso de muestra} = 20 \text{ g}$$

$$\text{Peso de cake} = 17,44 \text{ g}$$

$$\% \text{ Ac} = \frac{20 \text{ g} - 17,44 \text{ g}}{20 \text{ g}} \times 100$$

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD EN MATERIA PRIMA

$$\% \text{ Humedad} = \frac{(\text{Pesos inicial } \textit{muestra} - \text{Peso final } \textit{muestra})}{\text{Peso inicial } \textit{muestra}} \times 100$$

$$\text{Peso inicial muestra} = 5,000 \text{ g}$$

$$\text{Peso final muestra} = 2,377 \text{ g}$$

$$\% \text{ Humedad} = \frac{5,000 \text{ g} - 2,377 \text{ g}}{5,000 \text{ g}} \times 100$$

$$\% \text{ Humedad} = 52,46$$

DETERMINACIÓN DE CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL ACEITE CRUDO EXTRAÍDO.

a) Determinación del color en el aceite crudo.

$$\text{Color Fotomet.} = 1,29A_{460} + 69,7A_{550} + 41,2A_{650} + 56,4A_{670}$$

A= absorbanica a la longitud de onda indicada

$$A_{460} = 0,983$$

$$A_{550} = 0,091$$

$$A_{620} = 0,067$$

$$A_{670} = 0,089$$

$$\text{Color} = 1,29(0,983) + 69,7(0,091) + 41,2(0,067) + 56,4(0,0899)$$

$$\text{Color} = 5,35$$

b) Densidad

$$\delta r = \frac{W_{\text{aceite}}}{W_{\text{agua}}} \quad \text{Usando picnómetro de 25 mL.}$$

$$W_{\text{aceite}} = 22,5851 \text{ g}$$

$$W_{\text{agua}} = 24,6386 \text{ g}$$

$$\delta r = \frac{22,5851 \text{ g}}{24,6386 \text{ g}} = 0,9166$$

$$\delta r = 0,9166$$

c) Índice de refracción

$$\text{Lectura en equipo} = 1,4659$$

d) Humedad y materia volátil

$$\% \text{ Humedad} = \frac{W_{\text{inicial muestra (g)}} - W_{\text{final muestra (g)}}}{W_{\text{inicial muestra (g)}}}$$

$$W_{\text{inicial muestra}} = 5,0000 \text{ g}$$

$$W_{\text{final muestra}} = 4,9929 \text{ g}$$

$$\% \text{ Humedad} = \frac{5,0000 - 4,9929}{5,0000} \times 100$$

$$\% \text{ Humedad} = 0,1420$$

e) Viscosidad

$$n = T \times (S_b - S_f \times B)$$

Donde =

n: Viscosidad absoluta. Cp

T: Intervalo de tiempo caída de bolas

Sf: Gravedad específica del fluido a la temperatura de trabajo.

Sb: Constante de bola = 0,1375

$$T = 43,33 \text{ s}$$

$$S_f = 0,9167$$

$$S_b = 7,9012$$

$$B = 0,1375$$

$$n = 41,33 (7,9012 - 0,9167) \times 0,1375$$

$$n = 39,692$$

f) Impurezas insoluble

$$\% \text{ de impurezas solubles} = \frac{\text{Aumento de peso de frisol}}{\text{Peso de muestra}} \times 100$$

$$\% \text{ de impurezas insoluble} = \frac{W_2 - W_1}{W_m}$$

$$\text{Peso inicial de cresol} = W_1$$

$$\text{Peso Final de cresol} = W_2$$

$$\text{Peso inicial muestra} = W_m$$

$$\% \text{ impurezas insolubles} = \frac{28,8639 - 28,8631}{5,2259} \times 100$$

$$\% \text{ de impurezas} = 0,0153$$

DETERMINACIÓN DE CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DEL ACEITE

CRUDO EXTRAÍDO

a) Determinación del índice de acidez.

(Como ácido oleico)

$$\% \text{ Ac} = \frac{\text{mL NaOH} \times N \times 28,2 \times \text{factor NaOH}}{\text{Peso de muestra (g)}}$$

$$\text{Gasto (NaOH)} = 0,085 \text{ mL}$$

$$N_{(\text{NaOH})} = 0,05 \text{ N}$$

$$\text{Factor}_{(\text{NaOH})} = 0,900$$

$$W_{\text{muestra}} = 5,00 \text{ g}$$

$$\% \text{ Ac} = \frac{0,85 \text{ mL} \times 0,05 \text{ N} \times 28,2 \times 0,900}{5}$$

$$\% \text{ Ac} = 0,21573$$

b) Determinación del índice de peróxido

$$\text{Índice de peróxido (mL/kg grasa)} = \frac{\text{mL N}_2\text{S}_2\text{O}_3 \times N \times \text{factor} \times 1000}{\text{Peso de muestra (g)}}$$

$$\text{Gasto (N}_2\text{S}_2\text{O}_3) = 1,350 \text{ mL}$$

$$N(\text{N}_2 \text{ S}_2 \text{ O}_3) = 0,01 \text{ N}$$

$$\text{Factor}_{(\text{N}_2\text{S}_2\text{O}_3)} = 0,970 \text{ mL}$$

$$\text{Peso de muestra} = 5 \text{ g}$$

$$\text{Índice de peróxido} = \frac{1,350 \text{ ml} \times 0,01 \text{ N} \times 0,970 \times 1000}{5 \text{ g}}$$

Índice de peróxido = 2,619 mL equivalente de peróxido por cada kilogramo de aceite.

c) *Determinación del índice de saponificación.*

$$\text{Índice saponif} = \frac{\text{mL HCl blanco} - \text{mL HCl gasto} \times \text{N} \times \text{factor} \times 56,108}{\text{Peso de muestra (g)}}$$

Gasto (HCl en muestra) = 7,8

mL N_(HCl) = 0,5 N

Factor_(HCl) = 0,998

Peso de muestra 2,00 g

$$I.S = \frac{(21,1 - 7,8) \times 0,5 \text{ N} \times 0,998 \times 56,108}{2 \text{ g}}$$

Índice Saponificación = 186,18 mg de KOH para saponificar

d) *Determinación del índice de yodo.*

$$I \text{ Yodo} = \frac{\text{mL N}_2\text{S}_2\text{O}_3 \text{ gasto} \times \text{N} \times \text{Factor} \times 12,69}{\text{Peso de muestra (g)}}$$

Gasto (N₂S₂O₃ blanco) = 49,75

mL Gasto N₂S₂O₃) = 1,293

Peso de muestra = 0,4632

$$I. \text{ Yodo} = \frac{(49,75 - 16,55) \times 0,1 \text{ N} \times 1,293 \times 12,69}{0,4632}$$

I. Yodo = 117,6g de yodo absorbidos por 100 g de aceite crudo



ACTA DE SUSTENTACIÓN - 2023

Siendo las 11:30 pm del día viernes 15 de diciembre del 2023, se reunieron en la sala de sustentación de la Facultad de Ingeniería Química e Industrias Alimentarias los miembros del jurado evaluador de la Tesis Titulada: ***"Determinación de los parámetros operacionales en la obtención de un producto oleoso de Lúcumá (Lúcumá)."*** designados Decreto N°039-2019-UINV-FIQIA (14/02/19) y aprobada con Decreto N°072-2019-UINV-FIQIA (22/03/19), con la finalidad de Evaluar y Calificar la sustentación de la tesis antes mencionada, conformados por los siguientes docentes:

- **Presidente:** Dr. Cesar Alberto García Espinoza
- **Secretario:** Dr. Sebastián Huangal Scheineder
- **Vocal:** Ing. Gerardo Santamaria Baldera

La tesis fue asesorada por el M.Sc. Rubén Dario Sachun Garcia, nombrado por R Decreto N°116-2018-UINV-FIQIA (04/12/18). El acto de sustentación es autorizado con Res. N°414-2023-D-FIQIA-VIRTUAL de fecha 12 de diciembre del 2023.

La Tesis fue presentada y sustentada por la Bachiller: **MORENO DIAZ YESSICA ANAY**; y tuvo una duración de 45 minutos.

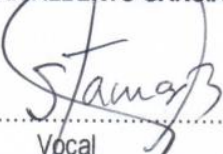
Después de la sustentación, y absueltas las preguntas y observaciones de los miembros del jurado; se procedió a la calificación respectiva, otorgándole el calificativo de 18 (Dieciocho) en la escala vigesimal, mención Muy Bueno.

Por lo que quedan APTO (s) para obtener el Título Profesional de INGENIERA QUIMICA de acuerdo con la Ley Universitaria 30220 y la normatividad vigente de la Facultad de Ingeniería Química e Industrias Alimentarias y la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

Siendo las 12:20 pm se dio por concluido el presente acto académico, dándose conformidad al presente acto, con la firma de los miembros del jurado.

Firmas


Presidente
Dr. CESAR ALBERTO GARCIA ESPINOZA


Vocal
Ing. GERARDO SANTAMARIA BALDERA


Secretario
Dr. SEBASTIAN HUANGAL SCHEINEDER


Asesor
M.Sc. RUBEN DARIO SACHUN GARCIA

CONSTANCIA DE VERIFICACION DE ORIGINALIDAD

Yo **M.Sc. Ruben Dario Sachun Garcia**, usuario revisor de la Tesis titulada:
***“DETERMINACION DE LOS PARAMETROS OPERACIONALES EN LA OBTENCION DE UN PRODUCTO
OLEOSO DE LA LUCUMA (Lúcuma).”***

Cuyo autor (es) son:

1.- **Yessica Anay Moreno Diaz**; identificado (a) (os) (as) con documento de
identidad : **43518945**; declaro que la evaluación realizada por el Programa
informático, ha arrojado un porcentaje de similitud 3%, verificables en el
Resumen del Reporte automatizado de similitudes que se acompaña.

El suscrito (a) analizó reporte y concluyó que cada una de las coincidencias
detectadas dentro del porcentaje de similitud permitido no constituyen plagio y
que el documento cumple con la integridad científica y con las normas para el
uso de citas y referencias establecidas en los protocolos respectivos,

Se cumple con adjuntar el Recibo Digital a efectos de la trazabilidad respectiva
del proceso.

Lambayeque, 07 de setiembre del 2023



.....

Firma (Asesor)

Nombres y Apellidos **RUBEN DARIO SACHUN GARCIA**

DNI **16563325**

Se Adjunta:

Resumen de Reporte automatizado de similitudes

Recibo digital

DETERMINACION DE LOS PARAMETROS OPERACIONALES EN LA OBTENCION DE UN PRODUCTO OLEOSO DE LA LUCUMA (Lúcuma)

INFORME DE ORIGINALIDAD

3%

INDICE DE SIMILITUD

3%

FUENTES DE INTERNET

0%

PUBLICACIONES

0%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

www.gob.pe

Fuente de Internet

1%

2

dspace.unitru.edu.pe

Fuente de Internet

<1%

3

pesquisa.bvsalud.org

Fuente de Internet

<1%

4

www.secotab.gob.mx

Fuente de Internet

<1%

5

www.naturalexportcompany.com

Fuente de Internet

<1%

6

Submitted to Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo

Trabajo del estudiante

<1%

7

www.coursehero.com

Fuente de Internet

<1%

8

P. S. Rodríguez Millán, A. S. Silva Ramírez, M. L. Carrillo Inungaray. " Caracterización

<1%

M.Sc. RUBEN DARIO SACHUN GARCIA

ASESOR

fisicoquímica del aceite de nuez de
Macadamia () Physicochemical
characterization of Macadamia nut () oil ",
CyTA - Journal of Food, 2011

Publicación



archive.org

Fuente de Internet

<1 %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 15 words

Excluir bibliografía

Activo

M.Sc. RUBEN DARIO SACHUN GARCIA

ASESOR

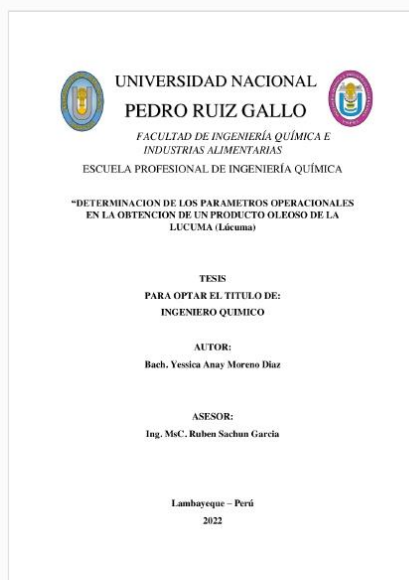


Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por Turnitin. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega: Yessica Anay Moreno Diaz
Título del ejercicio: DETERMINACION DE LOS PARAMETROS OPERACIONALES EN...
Título de la entrega: DETERMINACION DE LOS PARAMETROS OPERACIONALES EN...
Nombre del archivo: Tesis_TERMINADO_FINAL.pdf
Tamaño del archivo: 998.63K
Total páginas: 70
Total de palabras: 10,112
Total de caracteres: 53,506
Fecha de entrega: 29-ago.-2023 01:04p. m. (UTC-0500)
Identificador de la entrega: 2153600876



Derechos de autor 2023 Turnitin. Todos los derechos reservados.

M.Sc. RUBEN DARIO SACHUN GARCIA

ASESOR