



UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR

Facultad de Ciencias Agropecuarias Recursos Naturales y del Ambiente

Carrera de Ingeniería Agroindustrial

TEMA:

“CARACTERIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DE DOS VARIETADES DE JACK FRUIT, (*Artocarpus heterophyllus* Lam y *Artocarpus integer*) Y SU APLICACIÓN EN LA AGROINDUSTRIA”.

Proyecto de investigación previo a la obtención del título de Ingeniero Agroindustrial otorgado por la Universidad Estatal de Bolívar, a través de la Facultad de Ciencias Agropecuarias Recursos Naturales y del Ambiente, Carrera de Ingeniería Agroindustrial.

AUTORES:

Silvia Mercedes Ortiz Chacha

Angel Gustavo Quinatoa Quinatoa

DIRECTORA:

Dra. Herminia Sanaguano PhD

Guaranda - Ecuador

2022

TEMA:

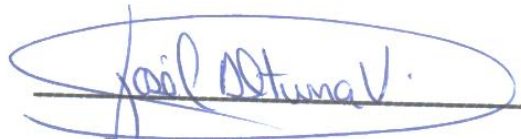
**“CARACTERIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-
QUÍMICAS DE DOS VARIEDADES DE JACK FRUIT, (*Artocarpus
heterophyllus Lam y Artocarpus integer*) Y SU APLICACIÓN EN LA
AGROINDUSTRIA”**

REVISADO Y APROBADO POR:



Dra. Herminia del Rosario Sanaguano Salguero PhD.

DIRECTORA



Ing. José Luis Altuna McS

BIOMETRISTA



Lic. Juan Eloy Bonilla.

REDACCIÓN TÉCNICA

CERTIFICADO DE AUTORÍA

Nosotros, Silvia Mercedes Ortiz Chacha con C.I. 020223259-1 y Angel Gustavo Quinatoa Quinatoa con C.I. 020238099-4, declaramos que el trabajo y los resultados presentados en este informe, no han sido previamente presentados para ningún grado o calificación profesional: y, que las referencias bibliográficas que incluyen han sido consultadas y citadas con su respectivo autor(es).

La Universidad Estatal de Bolívar puede hacer uso de los derechos de publicación correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, su Reglamentación y la Normativa Institucional vigente.



Silvia Mercedes Ortiz Chacha

C.I. 020223259-1

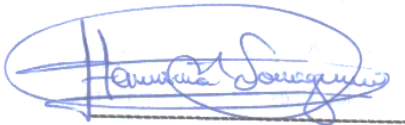
AUTORA



Angel Gustavo Quinatoa Quinatoa

C.I. 020238099-4

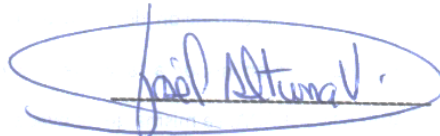
AUTOR



Dra. Herminia del Rosario Sanaguano Salguero PhD.

C.I. 060158728-0

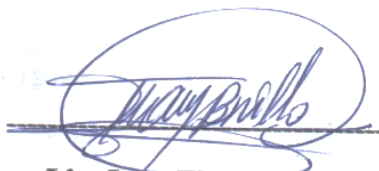
DIRECTORA



Ing. José Luis Altuna McS

C.I. 180253805-6

BIOMETRISTA



Lic. Juan Eloy Bonilla.

C.I. 020115994-4

REDACCIÓN TÉCNICA



Notaria Tercera del Cantón Guaranda
Msc. Ab. Henry Rojas Narvaez
Notario

....rio

N° ESCRITURA 20220201003P01229

DECLARACION JURAMENTADA

OTORGADA POR: QUINATOA QUINATOA ANGEL GUSTAVO y ORTIZ CHACHA SILVIA MERCEDES

INDETERMINADA DI: 2 COPIAS H.R.

Factura: 001-006 -000001510

En la ciudad de Guaranda, capital de la provincia Bolívar, República del Ecuador, hoy día dieciocho de Julio del dos mil veintidós, ante mi Abogado HENRY ROJAS NARVAEZ, Notario Público Tercero del Cantón Guaranda, comparecen los señores QUINATOA QUINATOA ANGEL GUSTAVO soltero; celular 0999525356, domiciliado en el Cantón de Echeandía, Provincia Bolívar y de paso por este lugar y, ORTIZ CHACHA SILVIA MERCEDES soltera, celular 0990975827, domiciliada en el Cantón de Echeandía Provincia de Bolívar de paso por este lugar, por sus propios y personales derechos, obligarse a quienes de conocerles doy fe en virtud de haberme exhibido sus documentos de identificación y con su autorización se ha procedido a verificar la información en el Sistema Nacional de Identificación Ciudadana; bien instruidos por mí el Notario con el objeto y resultado de esta escritura pública a la que procede libre y voluntariamente, advertidos de la gravedad del juramento y las penas de perjurio, me presenta su declaración Bajo Juramento declaran lo siguientes "Previo a la obtención del título de Ingeniero Agroindustrial, manifestamos que el criterio e ideas emitidas en el presente trabajo de investigación titulado "CARACTERIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DE DOS VARIEDADES DE JACK FRUIT, (*Artocarpus heterophyllus Lam y Artocarpus integer*) Y SU APLICACIÓN EN LA AGROINDUSTRIA", es de nuestra exclusiva responsabilidad en calidad de autores, previo a la obtención de título de Ingeniero Agroindustrial, en la universidad Estatal de Bolívar. Es todo cuanto podemos declarar en honor a la verdad, la misma que la hacemos para los fines legales pertinentes. HASTA AQUÍ LA DECLARACIÓN JURADA. La misma que elevada a escritura pública con todo su valor legal. Para el otorgamiento de la presente escritura pública se observaron todos los preceptos legales del caso, leída que les fue a las comparecientes por mí el Notario en unidad de acto, queda incomparada al protocolo de esta notaria aquella se ratifica y firma conmigo de todo lo cual doy Fe.

QUINATOA QUINATOA ANGEL GUSTAVO

c.c. 0202380994

ORTIZ CHACHA SILVIA MERCEDES

c.c. 020223239-1



MSC. AB. HENRY ROJAS NARVAEZ
Notario Tercero del
Cantón - Guaranda

AB. HENRY ROJAS NARVAEZ

NOTARIO PUBLICO TERCERO DEL CANTON GUARANDA



EL NOTA....

Document Information

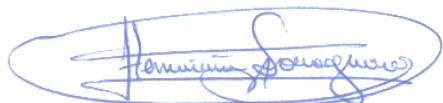
Analyzed document	Tesis Jackfruit Ortiz y Quinatoa (FINAL..).docx (D141992952)
Submitted	7/13/2022 1:03:00 AM
Submitted by	
Submitter email	abosquez@ueb.edu.ec
Similarity	6%
Analysis address	abosquez.ueb@analysis.arkund.com

Sources included in the report

Entire Document

Hit and source - focused comparison, Side by Side

Submitted text	As student entered the text in the submitted document.
Matching text	As the text appears in the source.



.....
**Dra. Herminia del Rosario Sanaguano
Salguero**

PhD. C.I. 0601587280

DIRECTORA



.....
Lic. Juan Eloy Bonilla.

C.I. 0201159944

REDACCIÓN TÉCNICA

DEDICATORIA

Esta tesis está dedicada primeramente a Dios por darme la oportunidad de culminar la carrera y contar con el apoyo y la presencia de mis abuelitos, Lizandro Ortiz y María Choquicondor, porque ellos siempre estuvieron a mi lado brindándome su apoyo y consejos para ser de mí una mejor persona, por su sacrificio y esfuerzo, por darme una carrera para mi futuro y por creer en mi capacidad, aunque habido momentos difíciles pero siempre estuvieron brindándome su comprensión, cariño, amor y brindarme el tiempo necesario para realizarme profesionalmente y lograron que este sueño se haga realidad.

A mis padres quienes de una u otra manera han contribuido en una parte de mi carrera para el logro de mi objetivo.

Silvia Ortiz

DEDICATORIA

Dedico este trabajo principalmente a Dios por haberme dado la vida y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional.

Dedico con todo mi corazón mi tesis a mi madre a pesar de nuestras distancias físicas, siento que estás conmigo siempre y aunque nos faltaron muchas cosas por vivir juntos, sé que estos momentos hubiera sido tan especial para ti como lo es para mí. Por eso te doy mi trabajo en ofrenda por tu paciencia y amor madre mía te amo.

A mi amada familia y hermanos quienes con sus palabras de aliento no me dejaban decaer para que siguiera adelante y siempre sea perseverante y cumpla mis metas.

Gracias por ser quienes son y por creer en mí.

Angel Quinatoa

AGRADECIMIENTO

Agradecer a Dios por permitir culminar esta tesis, otorgándome sabiduría para llevar a cabo en el campo laboral.

Al igual agradecerle a nuestros docentes de la facultad de ingeniería agroindustrial, por brindarme la oportunidad de adquirir conocimientos durante estos 5 años, los cuales fueron fundamentales a la hora de culminar este gran logro para mi carrera profesional y en mi vida personal. y en especial a nuestra directora de la tesis la doctora Herminia Sanaguano, Biomestrista, ingeniero José Luis Altuna, y redacción técnica, licenciado Juan Eloy Bonilla, por guiarnos en la realización de esta tesis.

Silvia Ortiz

AGRADECIMIENTO

Primeramente doy gracias a Dios por darme el don de la perseverancia para alcanzar mis metas y también a la Universidad, Estatal de Bolívar por haberme aceptado ser parte de ella y abierto las puertas de su seno científico para poder estudiar mi carrera, doy gracias a cada uno de mis docentes que brindaron sus conocimientos que hizo parte de este proceso integral de formación profesional.

No ha sido sencillo el camino hasta ahora, pero gracias a sus aportes, su amor, a su inmensa bondad y apoyo, lo complicado de lograr esta meta se ha notado menos. Les agradezco y hago presente mi gran afecto hacia ustedes, mi hermosa familia.

Este trabajo de tesis ha sido una gran bendición en todo sentido y lo agradezco a todos mis familiares, y no cesan mis ganas de decir que es gracias a ellos que esta meta está cumplida.

Angel Quinatoa

ÍNDICE DE CONTENIDO

CONTENIDO	Pág
CAPÍTULO I	1
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Objetivos.....	2
1.1.1. Objetivo general	2
1.1.2. Objetivos específicos	2
1.2. Problema.....	4
CAPÍTULO II	5
2. MARCO TEÓRICO	5
2.1. Origen del jackfruit	5
2.1.1. Jackfruit en el Ecuador	5
2.1.2. Lugares de cultivo	5
2.1.3. Condiciones climáticas	6
2.1.4. Taxonomía	6
2.1.5. Descripción botánica	6
2.1.6. Valor nutricional.....	7
2.1.7. Fruta.....	8
2.1.8. Semilla	8
2.2. Características del <i>Artocarpus heterophyllus Lam</i>	9
2.3. Características de <i>Artocarpus integer</i>	10
2.4. Aplicación en la agroindustria	11
2.5. Compuestos funcionales de la jackfruit	11
2.6. Aceite esencial	11
2.7. Aceite vegetal	12
2.7.1. Propiedades del aceite de origen vegetal.....	12
2.7.2. Propiedades del aceite de jackfruit	12

2.8.	Métodos de extracción de aceite	13
2.8.1.	Método Soxhlet.....	13
2.8.2.	Extracción por arrastre de vapor.....	14
2.9.	Cromatografía de gases	14
2.10.	Crema hidratante	16
2.10.1.	Beneficios de una crema hidratante.....	16
CAPÍTULO III		17
3.	MARCO METODOLÓGICO.....	17
3.1.	Ubicación de la investigación	17
3.2.	Localización de la investigación	17
3.3.	Situación geográfica y climática	17
3.4.	Zona de vida (Zonificación ecológica).....	18
3.5.	Materiales	18
3.5.1.	Material experimental.....	18
3.5.2.	Materiales de laboratorio.....	18
3.5.3.	Equipos	18
3.5.4.	Reactivos	19
3.5.5.	Materiales de oficina	19
3.6.	Métodos	20
3.6.1.	Factor de estudio.....	20
3.6.2.	Tratamientos	20
3.6.3.	Características del experimento.....	21
3.6.4.	Tipo de diseño experimental.....	22
3.7.	Análisis de varianza (ANOVA)	22
3.7.1.	Pruebas de rangos múltiples	23
3.8.	Metodología experimental	24
3.8.1.	Procedimiento de la preparación de muestras	24

3.8.2.	Diagrama de flujo de preparación de las muestras	25
3.9.	Análisis de las propiedades físico-químicas del jackfruit	26
3.9.1.	Propiedades físicas	26
3.9.2.	Propiedades químicas	26
3.10.	Método de extracción de aceites	30
3.10.1.	Extracción por el método Soxhlet	30
3.10.2.	Extracción por el método de arrastre de vapor	30
3.11.	Análisis de los aceites por cromatografía de gases (GC-MSD)	31
3.12.	Elaboración de un producto agroindustrial a base de aceite extraído	31
3.12.1.	Formulación para la elaboración de una crema hidratante	32
3.12.2.	Procedimiento para la elaboración de una crema hidratante	32
CAPÍTULO IV		33
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN		33
4.1.	Resultados de las propiedades físico-químicas de las dos variedades del Jackfruit	33
4.1.1.	Análisis de las propiedades físicas	33
4.1.2.	Análisis de las propiedades químicas	34
4.2.	Resultados de la extracción de aceite por Soxhlet y arrastre de vapor	35
4.3.	Resultados de los aceites por cromatografía de gases	42
4.3.1.	Identificación de los compuestos de la corteza de <i>jackfruit Artocarpus heterophyllus Lam</i>	42
4.3.2.	Identificación de los compuestos de la semilla de <i>jackfruit Artocarpus heterophyllus Lam</i>	46
4.3.3.	Identificación de los compuestos de la corteza de <i>jackfruit Artocarpus integer</i>	49
4.3.4.	Identificación de los compuestos de la semilla de <i>jackfruit Artocarpus integer</i>	51
4.4.	Elaboración de una crema hidratante para la piel	53

4.4.1.	Crema hidratante.....	53
4.4.2.	Etiqueta.....	54
4.4.3.	Costo beneficio	55
4.5.	Comprobación de hipótesis	57
4.5.1.	Hipótesis nula (Ho).....	57
4.5.2.	Hipótesis alterna (Hi).....	57
4.5.3.	Comprobación de hipótesis para el método de extracción	57
4.7.	Conclusiones y Recomendaciones.....	58
4.7.1.	Conclusiones.....	58
4.7.2.	Recomendaciones	59

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

GLOSARIO DE TÉRMINOS

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA N°	Pág
Tabla 1. Taxonomía del jackfruit.....	6
Tabla 2. Valor nutricional de la jackfruit.....	7
Tabla 3. Nutrientes de la semilla de Jackfruit.....	9
Tabla 4. Aplicación de la jackfruit	11
Tabla 5. Localización del lugar del experimento.....	17
Tabla 6. Parámetros geográficos y climáticos del cantón Guaranda	17
Tabla 7. Factores de estudio a desarrollar	20
Tabla 8. Combinación de los tratamientos para la investigación	21
Tabla 9. Características del diseño experimental	21
Tabla 10. Grados de libertad del diseño experimental propuesto.....	23
Tabla 11. Coordenadas del lugar de la recolección de la materia prima	24
Tabla 12. Componentes y cantidad utilizadas para la elaboración de la crema.....	32
Tabla 13. Resultados de las propiedades físicas de las dos variedades de jackfruit.....	33
Tabla 14. Porcentaje de los análisis químicos de las dos variedades de jackfruit	34
Tabla 15. Análisis de varianza para los dos métodos de extracción de aceite de Jackfruit.....	35
Tabla 16. Prueba de medias (LSD) del factor A (variedad) de la extracción del aceite.....	36
Tabla 17. Prueba de medias (LSD) del factor B de la extracción del aceite.....	38
Tabla 18. Prueba de medias (LSD) del factor C de la extracción del aceite.....	40
Tabla 19. Compuestos del aceite de la corteza de la variedad <i>Artocarpus</i> <i>heterophyllus Lam</i>	44
Tabla 20. Compuestos del aceite de la semilla de la variedad <i>Artocarpus</i> <i>heterophyllus Lam</i>	47
Tabla 21. Compuestos del aceite de la corteza de la variedad <i>Artocarpus integer</i>	50
Tabla 22. Compuestos del aceite de la semilla de la variedad <i>Artocarpus integer</i>	52
Tabla 23. Costo directo.....	55
Tabla 24. Costo indirecto.....	55
Tabla 25. Costo unitario... ..	56

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA N°	Pág
Figura 1. Árbol frutal de la jackfruit	10
Figura 2. <i>Artocarpus integer</i>	10
Figura 3. Presentación interna y externa del jackfruit.....	8
Figura 4. Semilla de jackfruit	9
Figura 5. Equipo Soxhlet.....	13
Figura 6. Equipo arrastre de vapor	14
Figura 7. Cromatografía de gases	15
Figura 8. Relación del <i>Artocarpus heterophyllus Lam</i> y <i>Artocarpus integer</i> con la extracción del aceite.....	37
Figura 9. Interacción de AB de la extracción del aceite.....	38
Figura 10. Relación de la materia prima con la extracción del aceite	39
Figura 11. Interacción de AC de la extracción del aceite.....	40
Figura 12. Relación del método de extracción con la obtención del aceite	41
Figura 13. Interacción de BC de la extracción del aceite.....	42
Figura 14. Cromatograma del aceite de la corteza de la variedad <i>Artocarpus heterophyllus Lam</i>	43
Figura 15. Cromatograma del aceite de la semilla de la variedad <i>Artocarpus heterophyllus Lam</i>	46
Figura 16. Compuestos del aceite de la corteza de la variedad <i>Artocarpus integer</i>	49
Figura 17. Compuestos del aceite de la semilla de la variedad <i>Artocarpus integer</i>	51
Figura 18. Crema hidratante para la piel	54
Figura 19. Etiquetado del producto	54

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO N°

Anexo 1. Mapa de ubicación de la investigación

Anexo 2. Análisis Físico

Anexo 3. Análisis químicos de la corteza de la *jackfruit Artocarpus heterophyllus*

Lam

Anexo 4. Análisis químicos de la semilla de la *jackfruit Artocarpus heterophyllus*

Lam

Anexo 5. Análisis químicos de la corteza de la *jackfruit Artocarpus integer*

Anexo 6. Análisis químicos de la semilla de la *jackfruit Artocarpus integer*

Anexo 7. Extracción por el método Soxhlet de las dos variedades de *jackfruit*

Anexo 8. Extracción por el método de arrastre de vapor

Anexo 9. Análisis por cromatografía de gases del aceite de la corteza de *Artocarpus heterophyllus*

Anexo 10. Análisis por cromatografía de gases del aceite de la semilla de *Artocarpus heterophyllus Lam*

Anexo 11. Análisis por cromatografía de gases del aceite de la corteza de *Artocarpus integer*

Anexo 12. Análisis por cromatografía de gases del aceite de la semilla de *Artocarpus integer*

Anexo 13. Fotografías de los análisis físico-químicos de la materia prima

Anexo 14. Extracción por Soxhlet y arrastre de vapor

Anexo 15. Fotografías de los Análisis por cromatografía de gases

Anexo 16. Fotografías de la crema hidratante

Anexo 17. Norma NTE INEN 2867

Anexo 18. Norma NTE INEN 1750

Anexo 19. Norma NTE INEN-ISO 22716

RESUMEN

El presente proyecto de titulación se desarrolló en el Laboratorio General y en la Planta de Procesamiento de la Carrera de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Estatal de Bolívar, la materia prima en estudio fue la cascara y semilla del *jackfruit*, dichos residuos no son aprovechados debido al desconocimiento de sus bondades como el compuesto Squalene, que se encuentra en la corteza de *Artocarpus heterophyllus Lam*, posee propiedades emolientes que contribuyen a suavizar la dureza de la piel, que pueden ser utilizados en la industria cosmética para la fabricación de distintos productos, por tal motivo en la presente investigación el objetivo fue: Caracterizar las propiedades físico-químicas de dos variedades de *jackfruit*, (*Artocarpus heterophyllus Lam* y *Artocarpus integer*) y sus aplicaciones a la Agroindustria, debido a que no existe empresas que elaboran productos cosméticos a base del aceite extraído de la corteza de *jackfruit*, ya que la fruta es poco conocido en el Ecuador y desconocen de las bondades que este aceite ofrece. En el análisis físico, la variedad *Artocarpus heterophyllus Lam* posee mayor tamaño y masa mientras que en el análisis realizado de humedad, ceniza, grasa, fibra y proteína, se encuentra dentro del rango de la norma INEN 615, al extraer el aceite por el método Soxhlet se obtuvo un volumen de 2,4 mL de aceite de la cáscara de la variedad *Artocarpus heterophyllus Lam* valor más representativo y la extracción por el método arrastre de vapor los resultados no fueron satisfactorios. El análisis cromatográfico realizado a los aceites extraído por Soxhlet se identificó; a los compuestos Squalene con 4,20%, 13,27-Cycloursan-3-one con 28,27%, 9,19-Cyclolanost-7-en-3-ol con 15,83%, 9,19-Cyclolanost-24-en-3-ol, (-β)- con 10,84% y el compuesto Lanosterol con un área de 11,33%, de este aceite se elaboró una crema hidratante.

Palabras claves: Aceite, Jackfruit, Corteza, Cromatografía, Squalene, Cosmético.

SUMMARY

The present degree project was developed in the general laboratory, in the Processing Plant of the Agroindustrial Engineering Career of the State University of Bolivar, the raw material under study was the shell and seed of the jackfruit, these residues are not used due to lack of knowledge of its benefits as the compound Squalene, has emollient properties that contribute to soften the hardness of the skin, which can be used in the cosmetic industry for the manufacture of various products, for this reason in this research the objective was: to characterize the physicochemical properties of two varieties of jackfruit (*Artocarpus heterophyllus* lam. and *Artocarpus integer*) and its application in the Agroindustry, because there are no companies that produce cosmetic products based on the oil extracted from the bark of jackfruit, since the fruit is little known in Ecuador and are unaware of the benefits that this oil offers. In the physical analysis, the variety *Artocarpus heterophyllus* lam has greater size and weight while in the analysis of moisture, ash, fat, fiber and protein, is within the range of the INEN 615 standard, to extract the oil by the Soxhlet method was obtained a volume of 2,4 mL of oil from the peel of the variety *Artocarpus heterophyllus* lam more representative value and extraction by the method steam drag the results were not representative. The chromatographic analysis performed on the oils extracted by Soxhlet identified; Squalene compounds with 4,20%, 13,27-Cycloursan-3-one with 28,27%, 9,19-Cyclolanost-7-en-3-ol with 15.83%, 9,19-Cyclolanost-24-en-3-ol, (- β)- with 10,84% and the compound Lanosterol with an area of 11,33%, from which Squalene compound was elaborated a moisturizing cream.

Keywords: Cosmetics, Chromatography, Oil, Jackfruit, Bark, Squalene.

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

En Ecuador los primeros árboles del Jackfruit (*Artocarpus heterophyllus Lam*) se cultivaron en pequeñas cantidades en los sectores de Napo, Sucumbíos y Orellana, en los últimos tiempos también se lo ha estado cultivando al Noroccidente de Pichincha, pero la fruta es consumida de forma natural, por lo tanto, no se aprovecha las cortezas ni semillas de este fruto (Crane & Balerdi, 2018).

El Jackfruit es una fruta que muchas personas no conocen, es una planta de color verde claro, se distingue por su tamaño ya que sus frutos son considerados de mayor tamaño en el mundo, la fruta en madurez aproximadamente contiene 59% de pulpa, 37% cáscara y 4% de semillas, además, posee muchos nutrientes y vitaminas que beneficia la salud de quienes lo consume (Valle & Mancero, 2020). Por lo general el árbol de la jackfruit empieza a dar frutos después de los cuatro y ocho años, un árbol adulto puede producir de 50 a 400 frutas por año, en Ecuador el rendimiento es de 39 frutos por año y la pulpa comestible es de 35 a 40% (Naula, 2019).

Según menciona Barzola & Estrada (2018), las semillas de jackfruit contienen entre un 40 y un 55 % de aceite, y se caracterizan principalmente por ácidos grasos insaturados, en los que están presentes el ácido oleico y el ácido linoleico, y la corteza contiene aproximadamente un 30 % de aceite con propiedades similares a las de las semillas, que puede obtenerse mediante procesos agroindustriales de alta o mediana eficiencia.

La innovación de productos tiene su origen en la industria alimentaria en todo el mundo, impulsada por la necesidad constante de crear, innovar o modificar como herramienta fundamental para la productividad y la competitividad, porque el conocimiento de los procesos de innovación para conseguir un producto es muy importante, porque siempre va ligado con la competitividad del mercado (Cisneros, 2018).

El desarrollo de la economía es un factor que cada país desea cada vez más, y por ello, este estudio quiere aportar a la matriz productiva a través de la información y fomentar el emprendimiento, ya que en el Ecuador existe sectores donde se produce jaca, siendo esta fruta apta para el procesamiento de diferentes productos por poseer diferentes sabores como plátano, piña, fresa, manzana, mango, puede reducir y controlar los niveles de presión arterial alto de vitamina A, puede ayudar a mantener una visión saludable, previene el estreñimiento (Delgado, 2018).

Debido a que los productos cosméticos a base del aceite de la cáscara de jackfruit no existen en el mercado, se consideró necesario realizar esta investigación, en la que se busca elaborar una crema para la piel como antiinflamatorias, analgésicas, terapéuticas, antisépticas, hidratantes, etc.

En tal sentido en el presente trabajo de investigación se plantearon los siguientes objetivos:

1.1. Objetivos

1.1.1. Objetivo general

- Caracterizar las propiedades Físico-Químicas de dos variedades de jackfruit, (*Artocarpus heterophyllus Lam*), (*Artocarpus integer*) y su aplicación en la Agroindustria.

1.1.2. Objetivos específicos

- Determinar las propiedades Físico- Químicas de dos variedades de *jackfruit* que se cultivan en el cantón Echeandía.
- Determinar el mejor método de extracción de los aceites a partir de las semillas y la corteza de las dos variedades de *jackfruit*.
- Analizar cromatográficamente los aceites extraídos de las dos variedades del *jackfruit*.

- Elaborar un producto agroindustrial dependiendo de las características que presenten los aceites extraídos de las dos variedades de *jackfruit*.

1.2. Problema

El *jackfruit* es una fruta desconocida para muchas personas y quienes lo consumen desconocen de sus propiedades nutricionales y propiedades antiinflamatorias, analgésicas, terapéuticas, antisépticas, debido a que existe poca información acerca de esta fruta, por ende, todas las partes que constituye la fruta no tienen un aprovechamiento agroindustrial, en este contexto la fruta tiene aproximadamente 50% de pulpa, el 40% corresponde a la corteza y el 10% corresponde a las semillas que se encuentran distribuidas en todo el fruto (Macias & Esquivel, 2020).

Por desconocimiento de las bondades que esta fruta ofrece, existen los residuos provenientes de la *jackfruit* como es las semillas, la corteza que recubre el fruto son desperdiciadas, por lo que presenta una alternativa tecnológica viable para aprovechar en los Procesos Agroindustriales.

En Ecuador muchas empresas se encargan de producir cosméticos con materia prima conocida, por ende, no existen empresas que se encarguen de la elaboración de productos cosméticos a base de los aceites de las semillas de *jackfruit* porque desconocen su existencia, ya que la fruta es originaria de países asiáticos.

Las propiedades del aceite del *jackfruit* son de gran importancia ya que muchos compuestos se pueden utilizar en la medicina tradicional y que por desconocimiento no son aprovechadas industrialmente.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Origen del *jackfruit*

Jaca o *jackfruit* como se le llama tradicionalmente en América del Norte, es nativo de los bosques tropicales y subtropicales principalmente del sur de Asia, donde es consumida como una fruta común, es un árbol de gran adaptabilidad y en el Ecuador es cultivada principalmente en las regiones noroccidentales de Pichincha que es una zona templada y subtropical, donde la fruta se mantiene como un producto silvestre de muy bajo consumo (Ramos & Udeo, 2019).

2.1.1. *Jackfruit* en el Ecuador

En Ecuador, los cultivos de jaca se ubican al norte de Quito, Quevedo y en la provincia del Guayas, debido a que esta planta se adapta a los humedales tropicales y subtropicales, se cultiva a una altura de 1600 msnm, lo que se traduce en mejores rendimientos que los cultivos sembrados en lugares bajos, la etapa de producción varía según el tipo de planta, es decir, las variedades tardan entre 4, 5 años y las variedades silvestres tardan 8 años, para poder sembrar esta planta, se necesita tener un suelo limpio y sin perturbar, cada planta a una distancia de 8 x 8 m, la mejor época para sembrar esta planta es en invierno debido a la cantidad de agua necesaria para el crecimiento de la planta (Macias & Esquivel, 2020).

2.1.2. Lugares de cultivo

A nivel nacional, se estima que los primeros árboles de la *jackfruit* dieron sus frutos en el Oriente, actualmente la *jackfruit* se está expandiendo en diversos lugares, tales como en las provincias de Los Ríos, Napo, Sucumbíos, Orellana, y Cotopaxi, los meses de cosecha de esta fruta son de Febrero a Julio, debido a que en este periodo los árboles tienden a desarrollar más frutos, llegar a pesar el fruto entre 35 kilos y medir un metro, el rendimiento

que alcanza el árbol de *jackfruit* es de 39 frutos por año, el 40% de la fruta es comestible, la fruta fue introducida recientemente en las zonas cálidas del Ecuador, al ser poco conocida los productores no cuentan con una información amplia (Barzola & Estrada, 2018).

2.1.3. Condiciones climáticas

Es un árbol que se adapta a los climas tropicales, húmedos y subtropicales siendo sensibles a las heladas en sus primeros años de crecimiento y no pueden soportar la sequía por estas razones este cultivo se adapta perfectamente en zonas como Santo Domingo de los Tsáchilas, puerto Quito y en el Oriente Ecuatoriano.

2.1.4. Taxonomía

En la presente tabla se detalla la taxonomía del *jackfruit*.

Tabla 1

Taxonomía del jackfruit

Familia	Moraceae
Reino	Plantea
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Rosales
Tribu	Artocarpeae
Género	Artocarpus
Nombre común	Árbol de pan
Sinonimia común	Pan del pobre, pan de palo, fruta pan, yaca.
Nombre científico	<i>Artocarpus heterophyllus Lam</i>
Sinonimia	Artocarpus inter auct; Artocarpus integrifolia
Científica	Auct:y artocarpus integrifolia L.F.
Nombre en inglés	Breadfruit, jackfruit

Fuente. Datos tomados de Macias & Hernan (2020)

2.1.5. Descripción botánica

Es un árbol que mide de 9-21 m de altura, sus hojas son perennes alternas brillantes y alargadas, otra característica de las hojas son de color verde oscuro brillante y su superficie

correosa y vistosa, el árbol exuda látex blanco pegajoso en todas sus partes cuando es lesionado, es un árbol monoico el cual contiene flores masculinas que nacen sostenidas por un racimo alargado y sus flores femeninas son elípticas o redondeadas, su fruto sincarpio tiene una forma de pera con protuberancia piramidales cortas (Delgado, 2018).

2.1.6. Valor nutricional

Posee nutrientes tales como: Caroteno, Niacina B3, Tiamina B1, Riboflavina B2, también en la fruta se encuentran los fitonutrientes que ayudan a prevenir el cáncer y a desacelerar el avance del cáncer.

Tabla 2

Valor nutricional de la jackfruit

Composición	Fruta inmadura (g)	Fruta madura (g)	Semilla (g)
Agua	76,2-82	72,0	51,0-64,5
Proteína	2,0-2,6	1,2-1,9	6,6-7,04
Grasa	0,1-0,6	0,1-0,4	0,40-0,43
Carbohidratos	9,4-11,5	16,0-25,4	25,8-38,4
Fibra	2,6-3,6	1,0-1,5	1,0-1,5
Azúcar total	-	20,6	-
Minerales totales	0,9	0,87-0,9	0,9-1,2
Calcio (mg)	30,0-73,2	20,0-37,0	50,0
Magnesio (mg)	-	27,0	54,0
Fósforo (mg)	20,0-57,2	38,0-41,0	38,0-97,0
Potasio (mg)	287,0-57,2	191-407	246
Sodio (mg)	30,0-35,0	20,0-41,0	63,2
Hierro (mg)	0,4-1,9	0,5-1,1	1,5
Vitamina A (IU)	30	175-540	
Vitamina C (mg)	12,0-14,0	7,0-10,0	11,0
Tiamina (mg)	0,05-0,15	0,03-0,09	0,25
Riboflavina (mg)	0,05-0,2	0,05-0,4	0,11-0,3
Energía (kj)	50-210	88-410	133-139

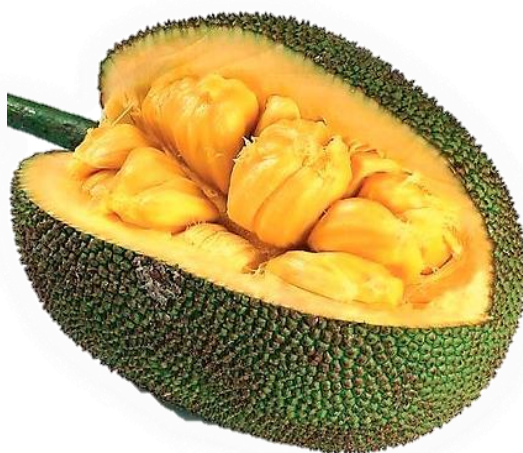
Fuente. Datos tomados de Donoso & Torres (2017)

2.1.7. Fruta

Sus frutos son considerados de mayor tamaño en el mundo ya que se distinguen por tamaño, llegando a medir hasta 90 cm de largo, la piel que recubre la fruta es rugosa con protuberancias puntiagudas, su color es verde y amarillo mientras que la pulpa es de color anaranjados, amarillos y al abrir la fruta en dos partes su aroma es muy similar al del plátano y la piña (Hidalgo, 2020).

Figura 1

Presentación interna y externa del jackfruit



Fuente. Figura tomada de Cisneros (2018)

2.1.8. Semilla

En el interior de la fruta se encuentra la semillas, el cual está consta del 80% nuez comestible, 20% de corteza leñosa y cutícula apergaminada, de 2 a 4 cm de largo y 2 cm de espesor, la semilla es de color blanco, una fruta puede albergar de 100 a 500 semillas, siendo fuente de almidón y fibra dietética, todos los fitonutrientes tienen un amplio alcance anti cancerígenos y antihipertensivo, antienvjecimiento, antioxidante y antiulcerosos, las semillas son ricas en carbohidratos complejos, fibra dietética, vitaminas A, C, B y minerales como el calcio, fosforo (Naula, 2019).

Figura 2

Semilla de jackfruit



Fuente. Figura tomada de Macias & Esquivel (2020)

Tabla 3

Nutrientes de la semilla de Jackfruit

Componente	Cantidad
Proteína	12 - 13%
Fibra	1,3 – 1,5%
Grasa	0,4 - 0,93%
Almidón	38,79 – 44,6%
Calcio	0,55%
Fósforo	0,23%
Hierro	1,2%

Fuente. Datos tomados de la investigación de Muñoz (2017)

2.2. Características del *Artocarpus heterophyllus Lam*

Su nombre científico *Artocarpus heterophyllus Lam*, es una especie de la familia Moraceae, siendo un árbol frutal de multipropósitos ya que son muchas sus aplicaciones, en diferentes partes del mundo el *jackfruit* es conocido: Nanka en Filipinas y Malasia, Khanun en Tailandia, Khnor en Camboya, Mak Mi en Laos y Mit en Vietnam, se adaptan perfectamente en climas tropicales y húmedos (Luna, 2018).

Figura 3

Árbol frutal del *jackfruit*



Fuente. Figura tomada de Barcia (2015)

2.3. Características del *Artocarpus integer*

La *Artocarpus integer*, se encuentra dentro de la familia de las *Moraceae*, siendo pariente cercano de la jackfruit silvestre y es plantado ampliamente en Malasia, Birmania, Indonesia y Tailandia, la fruta es rica en vitaminas, minerales y antioxidantes, actualmente el producto se puede consumir crudo, cosidos, en estado maduro e inmaduro, las semillas se pueden comerse cocidas, asadas, tostadas o hechas harina (Allwyn *et al.*, 2017)

Figura 4

Artocarpus integer



Fuente. Trabajo de campo

2.4. Aplicación en la agroindustria

La jackfruit se puede obtener durante todo el año debido a gran biodiversidad que posee el Ecuador, es una opción para la diversificación y para la elaboración de procesos agroindustriales, en la que se puede utilizar frutos, semillas, hojas e incluso los tallos como fuentes medicinales, también son utilizados en la gastronomía (Fajardo, 2017).

Tabla 4

Aplicación del jackfruit

Partes	Usos
Raíces	Su extracto es utilizado en tratamiento de enfermedades de la piel, asma y problemas estomacales.
Hojas	Usada en tratamientos de asma, desparasitación estomacal, tratamiento para sequedad en resquebrajaduras de pies.
Frutas	La fruta madurada es utilizada como laxante.
Semillas	Son usadas en tratamientos de páncreas, alivia deficiencias de vitamina A en el organismo y tostadas son utilizadas como afrodisiaco.

Fuente. Información tomada de Fajardo (2017)

2.5. Compuestos funcionales del jackfruit

El fruto, hojas, raíces y látex presentan numerosos compuestos funcionales que pueden ser utilizados como antiasmáticos, antidiarreico, tratamiento de conjuntivitis, diabetes, antihelmíntico, otitis, eliminación de verrugas, tratamiento de la hipertensión arterial y aumenta la potencia sexual, en los países asiáticos la semilla y la pulpa la consideran como tónica, refrescante y nutritiva (Donoso & Torres, 2017).

2.6. Aceite esencial

Es un producto que se obtiene a partir de materia prima natural de origen vegetal mediante diferentes métodos de extracción, el aceite esencial se considera una combinación específica y compleja de sustancias químicas las cuales son biosintetizadas en las plantas,

la cual presenta una composición y aroma característico, apariencia oleosa, obteniendo a través de métodos fisicoquímicos (Logroño & Lozano, 2019).

2.7. Aceite vegetal

Son sustancias que son extraídas a partir de semillas, frutos u otras partes de las plantas en los tejidos donde se acumula una fuente de energía, pero sólo los llamados oleaginosos sirven para la producción industrial del aceite, la composición química de los aceites vegetales forma un 95% mezcla de triglicéridos, 5% de ácidos grasos libres y otros subproductos (Hernández, 2017).

2.7.1. Propiedades del aceite de origen vegetal

Los aceites oleosos extraídas de diferentes plantas, evidencian propiedades antibacterianas, antifúngicas, antivirales, insecticidas y antioxidantes, debido a estas propiedades los aceites de algunas plantas han sido incorporadas en películas comestibles, las películas y recubrimiento de quitosano han demostrado ser eficaces en la conservación de alimentos (Vázquez & Guerrero, 2017).

2.7.2. Propiedades del aceite de *jackfruit*

Amarti (2021), en su investigación el compuesto 13,27-Cycloursan-3-one, es un triterpenoide y presenta propiedades antitumorales, cardio-protectoras, antiinflamatorias y antiparasitarias, el compuesto 9,19-Cyclolanost-7-en-3-ol posee propiedades antioxidantes (Wenji *et al.*, 2013), el compuesto 9,19-Cyclolanost-24-en-3-ol, (3 β)- posee propiedades capaces de reducir la reducción intestinal del colesterol tanto fitoesteroles como tacoesteroles, el compuesto Lanosterol tiene propiedades capaz de reducir la gravedad de las cataratas, el compuesto 24-Methylenecycloartan-3-one se le atribuyen propiedades antimicrobianas y de gran importancia en tratamientos terapéuticos finalmente el compuesto Squalene se puede utilizar en la industria cosmética debido a que posee propiedades

emolientes que contribuyen a suavizar la dureza de la piel, también a eliminar los radicales libres por oxidación de la piel.

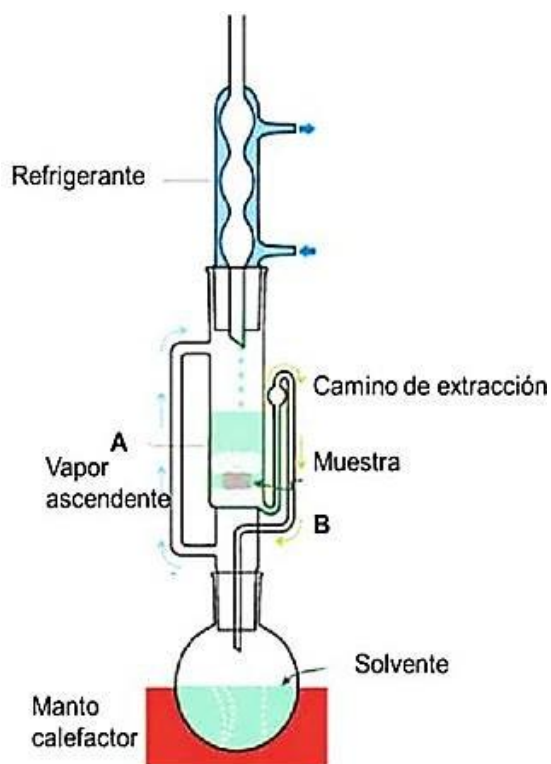
2.8. Métodos de extracción de aceite

2.8.1. Método Soxhlet

El equipo Soxhlet está diseñada para que una parte del solvente esté en contacto con la muestra, consta de un tubo extractor con sifón, la cual está conectada a un balón, se utiliza como solvente hexano o éter etílico, en el extremo superior se ajusta a un condensador vertical que actúa como refrigerante, el dedal de celulosa con la muestra se coloca en tubo extractor permitiendo la entrada del solvente, el equipo es colocado en una manta de calentamiento hasta llegar a la temperatura en la que se evapora el solvente, en el momento que el nivel del solvente sobrepasa el nivel del sifón, el extractor se descarga con el solvente que contiene la grasa extraída dando paso al inicio del próximo reflujó (Semanate, 2021).

Figura 5

Equipo Soxhlet



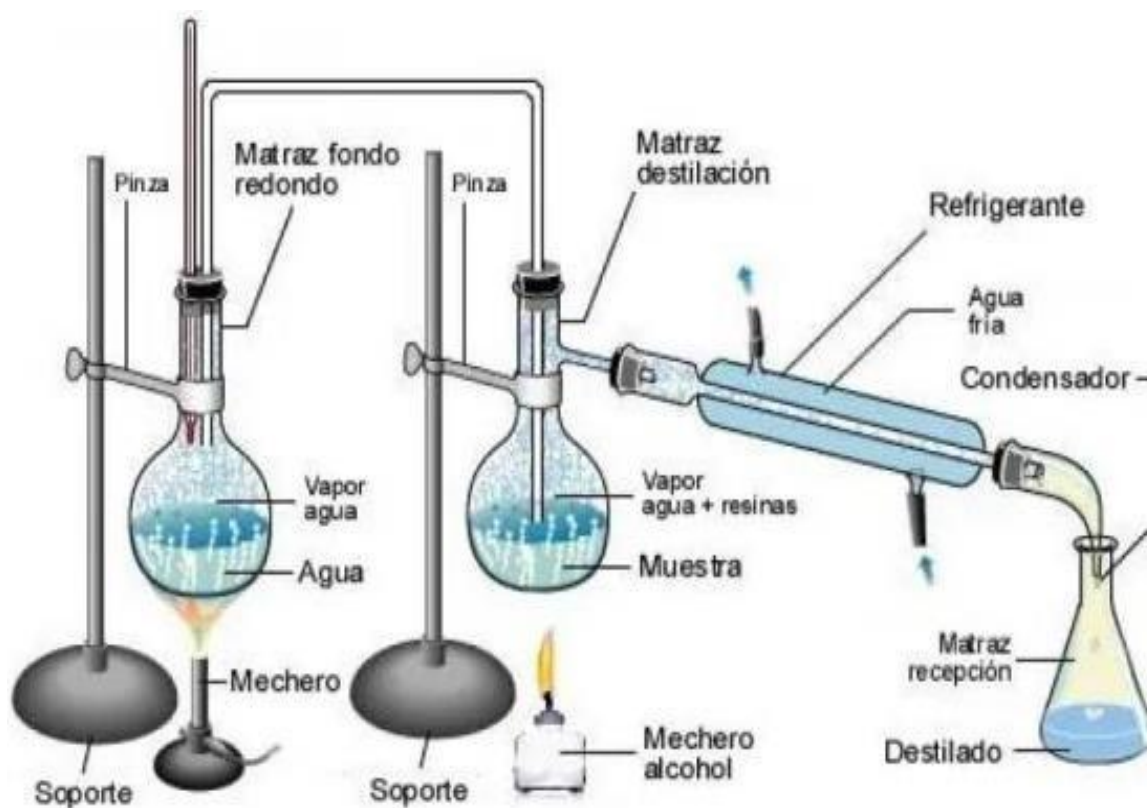
Fuente. Química orgánica (2020)

2.8.2. Extracción por arrastre de vapor

Es un proceso de extracción de aceites esenciales usando vapor de agua saturada a presión atmosférica, este procedimiento no tiene un nombre específico, se llama arrastre de vapor por lo que en su interior ocurre reacciones al usar vapor saturado o sobrecalentado, se aplican para obtener aceites que poseen componentes volátiles y el rendimiento de esta técnica son muy bajas (Torres, 2018).

Figura 6

Equipo de destilación por arrastre de vapor



Fuente. Figura tomada de Aguilar (2016)

2.9. Cromatografía de gases

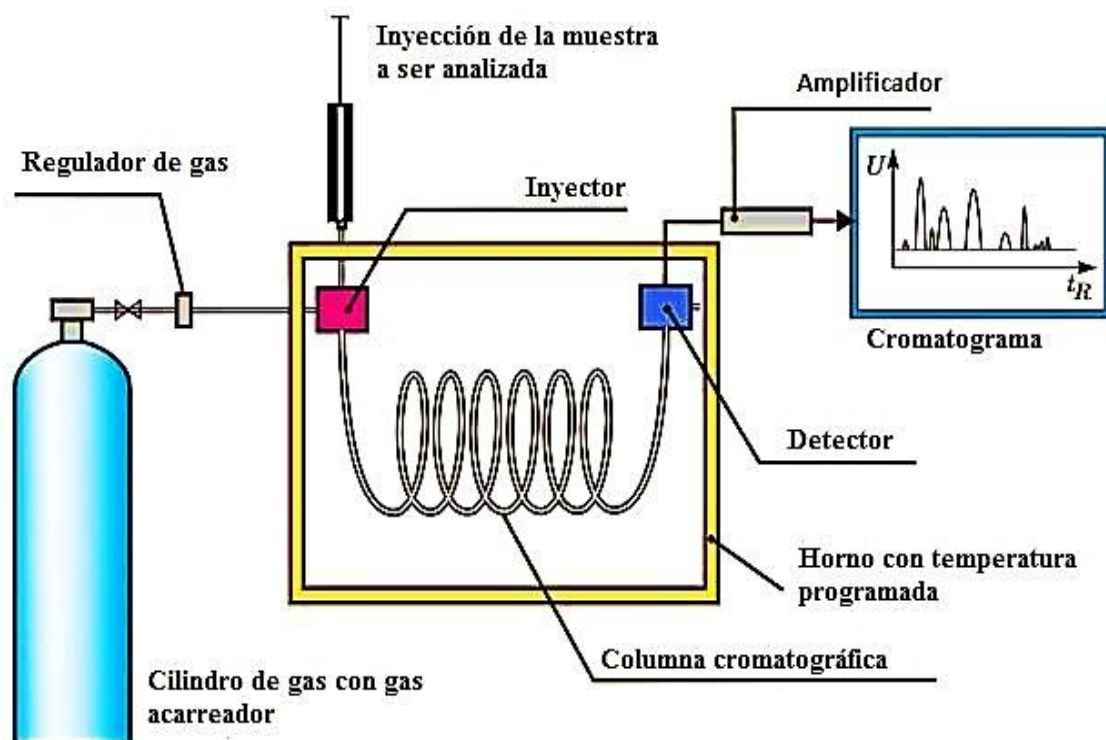
Es una técnica analítica que se utiliza para la separación, identificación y cuantificación de lípidos y compuestos orgánicos, es una técnica sensible en la que se utiliza μL de muestra para los análisis y que proporciona alta resolución siendo capaz de detectar concentraciones a niveles de ppm, esta técnica posee un amplio rango de aplicaciones tales

como, controles de calidad en la industria farmacéutica, análisis de estupefacientes, determinación de contaminantes en el ambiente y análisis en la industria de alimentos (Fuentes, 2019).

La cromatografía de gases se utiliza comúnmente con fines investigativos en la que se identifica compuestos químicos que posee un extracto de una muestra, en la CG se involucra una fase móvil y una estacionaria, la fase móvil o llamada gas acarreador es un gas inerte como helio, argón o nitrógeno, mientras que la fase estacionaria consiste de columnas en que la parte sólida actúa como fase estacionaria, la separación de los compuestos de una muestra basa en la diferencia de fuerza entre la fase estacionaria (Saynes & Ramirez, 2018).

Figura 7

Cromatografía de gases



Fuente. Figura tomada de Bolívar (2018)

Según (Sinche, 2012), da a conocer las partes del equipo de cromatografía de gases y sus funciones:

- **Cromatograma:** Detector que responde la concentración del soluto y registra una señal en función del tiempo.
- **Inyector en columna:** Es un dispositivo para introducir la muestra directa en la columna.
- **Detector:** Un dispositivo que pone en manifiesto el cambio en la composición del eluyente.
- **Columna:** Es un tubo que contiene la fase estacionaria a través de la cual discurre la fase móvil.
- **Horno para columna:** Horno controlado termostáticamente en cuyo interior se encuentra la columna y su temperatura.
- **Cilindro de gas de CO₂:** Gas inerte que cumple la función de arrastrar los extractos sin afectar su composición química.

2.10. Crema hidratante

Es una crema semisólida que se aplica sobre la piel para formar una capa protectora que evita la pérdida de humedad por la exposición al ambiente, y consta de 60 a 80 % de agua y aceites vegetales para ayudar a nutrir la piel, previniendo la deshidratación y el envejecimiento prematuro (Torres, 2021).

2.10.1. Beneficios de una crema hidratante

Permite que las células de la piel se desarrollen en un ambiente mejor y menos dañino, también proveen agua que se perdiendo con la edad, las principales propiedades son para mejorar la estructura celular interna de la piel y su salud, se usa para para tatar enfermedades como la resequedad escamosa, psoriasis, piel atópica o pieles secas normales (Castaño & Cardona, 2020).

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Ubicación de la investigación

La investigación propuesta se llevó a cabo en el Laboratorio General de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente de la Universidad Estatal de Bolívar, según la localización que se detalla a continuación.

3.2. Localización de la investigación

Tabla 5

Localización del lugar del experimento

Ubicación	Localidad
Provincia	Bolívar
Cantón	Guaranda
Sector	Laguacoto I
Dirección	Vía Guaranda-San Simón km ½

Trabajo experimental. Ortiz & Quinatoa, (2022)

3.3. Situación geográfica y climática

Tabla 6

Parámetros geográficos y climáticos del cantón Guaranda

Parámetro	Valor
Altitud	2560 msnm
Latitud	01°34'15'' sur
Longitud	79°0'02'' oeste
Temperatura mínima	8°C
Temperatura media anual	13°C
Temperatura máxima	18°C
Humedad	75%

Fuente. (Estación Meteorológica, Universidad Estatal de Bolívar, Laguacoto II, 2021)

3.4. Zona de vida (Zonificación ecológica)

La clasificación propuesta por Leslie Holdridge de las áreas terrestres según el comportamiento global bioclimático la zona de vida corresponde al bosque húmedo montano bajo (BHMB).

3.5. Materiales

3.5.1. Material experimental

- *Jackfruit, (Artocarpus heterophyllus Lam)*
- *Jackfruit (Artocarpus integer)*

3.5.2. Materiales de laboratorio

- Mortero
- Cápsulas
- Crisoles
- Vasos de precipitación
- Probeta
- Pipeta
- Embudo de decantación
- Soporte universal
- Pinzas
- Desecador

3.5.3. Equipos

- Estufa (MEMMERT, Alemania)
- Secador (MEMMERT, Alemania)
- Balanza analítica (RADWAG, Polonia)
- Cromatografía de gases (AGILENT TECHNOLOGIES, USA)

- Manta de calentamiento (IKA, USA)
- Equipo Soxhlet
- Destilador arrastre de vapor
- Molino
- Digestor Kjeldhal
- Digestor de fibra

3.5.4. Reactivos

- Agua destilada
- Éter de petróleo
- Catalizador Kjeldahl
- Ácido sulfúrico (H_2SO_4)
- Ácido clorhídrico (HCl)
- Hexano (C_6H_{14})
- Alcohol cetosteárico ($CH_3(CH_2)_nOH$)
- Nipagin ($C_8H_8O_3$)
- Nipasol ($C_{10}H_{12}O_3$)
- Lauril sulfato de sodio ($CH_3(CH_2)_{10}CH_2(OCH_2CH_2)_nOSO_3Na$)
- Metabisulfito de sodio ($Na_2S_2O_5$)
- EDTA ($C_{10}H_{16}N_2O_8$)
- Propilenglicol ($C_3H_8O_2$)

3.5.5. Materiales de oficina

- Esferográficos
- Cuadernos
- Laptops

- Teléfono Celular
- Calculadora
- Lápiz
- Impresora
- Hojas de papel bond
- Pendray

3.6. Métodos

3.6.1. Factor de estudio

Para el desarrollo de la presente investigación se establecieron tres factores de estudio: factor A (variedad), factor B (materia prima) y factor C (método de extracción).

Tabla 7

Factores de estudio a desarrollar

Factores	Código	Niveles
Variedad	A	a ₁ = <i>Artocarpus heterophyllus Lam</i> a ₂ = <i>Artocarpus integer</i>
Materia prima	B	b ₁ = Corteza b ₂ = Semillas
Métodos de extracción	C	c ₁ = Extracción por Soxhlet c ₂ = Extracción por arrastre de vapor

Trabajo experimental. Ortiz & Quinatoa, (2022)

3.6.2. Tratamientos

La combinación de los tratamientos se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 8*Combinación de los tratamientos para la investigación*

Tratamiento	Código	Niveles		
		A	B	C
T1	a ₁ b ₁ c ₁	<i>Artocarpus heterophyllus Lam</i>	Corteza	Extracción por Soxhlet
T2	a ₁ b ₁ c ₂	<i>Artocarpus heterophyllus Lam</i>	Corteza	Extracción por arrastre de vapor
T3	a ₁ b ₂ c ₁	<i>Artocarpus heterophyllus Lam</i>	Semillas	Extracción por Soxhlet
T4	a ₁ b ₂ c ₂	<i>Artocarpus heterophyllus Lam</i>	Semillas	Extracción por arrastre de vapor
T5	a ₂ b ₁ c ₁	<i>Artocarpus integer</i>	Corteza	Extracción por Soxhlet
T6	a ₂ b ₁ c ₂	<i>Artocarpus integer</i>	Corteza	Extracción por arrastre de vapor
T7	a ₂ b ₂ c ₁	<i>Artocarpus integer</i>	Semillas	Extracción por Soxhlet
T8	a ₂ b ₂ c ₂	<i>Artocarpus integer</i>	Semillas	Extracción por arrastre de vapor

Trabajo experimental. Ortiz & Quinatoa, (2022)

3.6.3. Características del experimento

En la siguiente tabla se presentan las características del experimento realizado en el trabajo de campo.

Tabla 9*Características del diseño experimental*

Características	Cantidad
Unidad experimental	30 g
Niveles factor A	2
Niveles factor B	2
Niveles factor C	2
Número de repeticiones	2
Números de unidades experimentales	16

Trabajo experimental. Ortiz & Quinatoa, (2022)

3.6.4. Tipo de diseño experimental

En base a la necesidad de establecer el efecto combinado de los diferentes factores y niveles de estudio que se propusieron en la investigación, se planteó desarrollar un diseño completamente aleatorizado (DCA) en arreglo A x B x C (2x2x2) con 2 repeticiones.

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + C_k + (AB)_{ij} + (AC)_{ik} + (BC)_{jk} + \varepsilon_{ij}$$

Siendo:

Y_{ijk} = Diseño completamente aleatorizado

μ = Efecto global

A_i = Efecto del i ésimo nivel del factor A; $i = 1, \dots, a$

B_j = Efecto del j ésimo nivel del factor B; $j = 1, \dots, b$

C_k = Efecto del k ésimo nivel del factor C; $k = 1, \dots, b$

$(AB)_{ij}$ = Efecto de la interacción entre los factores A, B

$(AC)_{ik}$ = Efecto de la interacción entre los factores A, C

$(BC)_{jk}$ = Efecto de la interacción entre los factores B, C

ε_{ijk} = Residuo o error experimental

3.7. Análisis de varianza (ANOVA)

Para determinar los mejores tratamientos se realizó el análisis de varianza como se presenta a continuación.

Tabla 10*Grados de libertad del diseño experimental propuesto*

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F_0	Valor- ρ
Factor A	a-1	SC_A	CM_A	CM_A/CM_E	$P(F > F_0^A)$
Factor B	b-1	SC_B	CM_B	CM_B/CM_E	$P(F > F_0^B)$
Factor C	c-1	SC_C	CM_C	CM_C/CM_E	$P(F > F_0^C)$
Interacción AB	(a-1)(b-1)	SC_{AB}	CM_{AB}	CM_{AB}/CM_E	$P(F > F_0^{AB})$
Interacción AC	(a-1)(c-1)	SC_{AC}	CM_{AC}	CM_{AC}/CM_E	$P(F > F_0^{AC})$
Interacción BC	(b-1)(c-1)	SC_{BC}	CM_{BC}	CM_{BC}/CM_E	$P(F > F_0^{BC})$
Interacción ABC	(a-1)(b-1)(c-1)	SC_{ABC}	CM_{ABC}	CM_{ABC}/CM_E	$P(F > F_0^{ABC})$
Error	abc(n-1)	SC_E			
Total	abcn-1	SC_T			

Trabajo experimental. Ortiz & Quinatoa, (2022)

3.7.1. Pruebas de rangos múltiples

Para las pruebas de rangos múltiples se aplicó el método de LSD (prueba de diferencia mínima significativa) para la determinación del mejor tratamiento.

$$LSD = t_{\alpha/2; N-I} \sqrt{S_R^2 \left(\frac{1}{n_i} + \frac{1}{n_j} \right)}$$

Siendo:

n_i y n_j = El número de observaciones correspondiente a cada media,

$N - I$ = El número de grados de libertad de la varianza residual,

$t_{\alpha/2; N - I}$ = El valor crítico de la distribución t con $N - I$ grados de libertad que da una probabilidad a su derecha igual a $\alpha/2$.

3.8. Metodología experimental

3.8.1. Procedimiento de la preparación de muestras

- **Recolección de la materia prima**

Las dos variedades de *jackfruit* (*Artocarpus heterophyllus Lam*) y *Artocarpus integer*) fueron recolectadas en el cantón Echeandía de la provincia Bolívar.

Tabla 11

Coordenadas del lugar de la recolección de la materia prima

Parámetros	Valor
Altitud	311 msnm
Latitud	1°26'20'' Sur
Longitud	79°17'08'' Oeste

Trabajo experimental. Ortiz & Quinatoa, (2022)

- **Recepción**

Las frutas de *jackfruit* recolectadas fueron transportadas hasta las instalaciones del Laboratorio General de la Facultad de Ciencias Agropecuarias Recursos Naturales y del Ambiente.

- **Medición de la masa**

En una balanza se procedió a medir la masa de las frutas de *jackfruit* de las dos variedades.

- **Descascarado**

Se procedió a retirar las semillas de la fruta, posteriormente se separaron la corteza que recubre la semilla con la ayuda de un cuchillo de acero inoxidable.

- **Picado**

Con un cuchillo de acero inoxidable se procedió a picar tanto la corteza como la semilla para acelerar el proceso de secado.

- **Secado**

En una estufa se procedió a secar la corteza y las semillas picadas a una temperatura de 50°C durante 72 h.

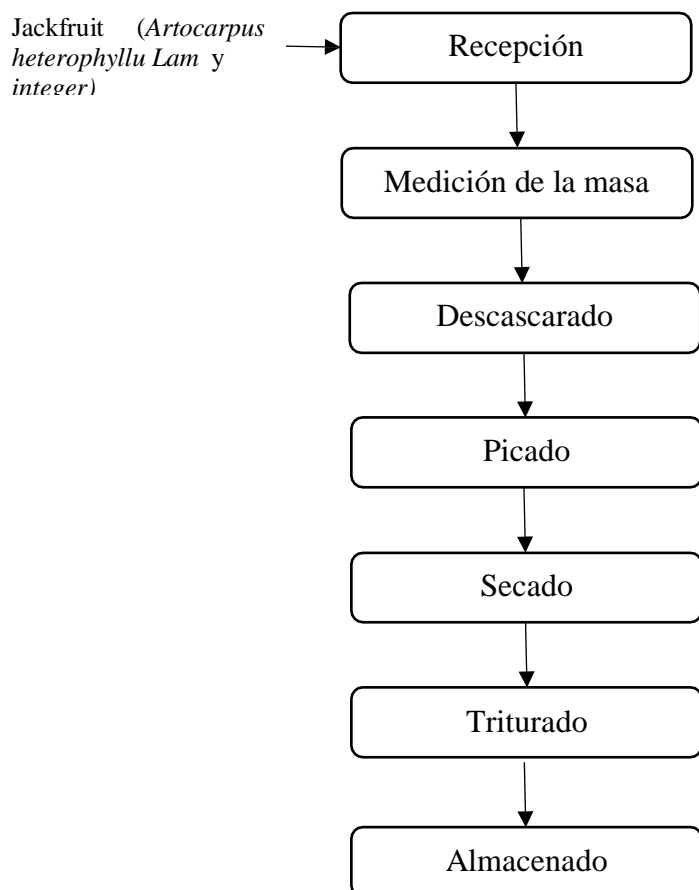
- **Triturado**

En un molino manual se redujo el tamaño de las partículas tanto de las semillas como las cortezas previamente secadas.

- **Almacenado**

Se almacenó en un lugar fresco, seco y limpio en recipientes herméticamente sellados hasta su posterior análisis.

3.8.2. Diagrama de flujo de preparación de las muestras



Trabajo experimental. Ortiz & Quinatoa, (2022)

3.9. Análisis de las propiedades físico-químicas del *jackfruit*

3.9.1. Propiedades físicas

- **Masa**

Para establecer la masa y estandarizar la fruta, así como la semilla se procedió a medir en una balanza analítica digital, en la cual se colocó las muestras y se registró los datos en una libreta de campo para posteriormente ser pasado a una base de datos Excel.

- **Tamaño**

Para la medición del tamaño de la fruta y de la semilla se utilizó una cinta métrica, donde posteriormente se contrastó con la norma NTE INEN 1750, (2012).

- **Diámetro**

Para determinar el diámetro, se procedió a cortar la fruta por la mitad y la semilla de igual manera, se midió con una cinta métrica, iniciando desde el centro de la fruta hacia afuera de la fruta.

3.9.2. Propiedades químicas

- **Humedad**

Para la determinación de humedad se realizó mediante la norma NTE INEN-ISO 712 (2013). Donde establece el método mediante la pérdida por calentamiento, en la que se mide 10 g de muestra previamente molida y se calentó en una estufa a una temperatura de 130 °C a 133 °C por 4 h. Todos los análisis fueron realizados por duplicado y se realizó los cálculos utilizando la siguiente ecuación:

$$\% \textit{Humedad} = \frac{A - B}{A - C} * 100$$

Ecuación 1. *Cálculo de la humedad*

Siendo:

A= Peso del crisol (g) + muestra húmeda (g)

B= Peso del crisol + muestra seca (g)

C= Peso del crisol (g).

- **Ceniza**

Para efectuar el contenido de ceniza se aplicó la norma NTE INEN 520 (2013), donde se pesó 10 g de muestra y se introdujo en la estufa, a una temperatura de 250 °C durante 5 h, posteriormente las muestras fueron llevadas a un desecador hasta alcanzar la temperatura ambiente y pesar las muestras. Todos los análisis se realizaron por duplicado, para los cálculos se aplicó la siguiente ecuación:

$$C = \frac{100 (m_3 - m_1)}{(100 - H)(m_2 - m_1)}$$

Ecuación 2. *Cálculo de las cenizas*

Siendo:

C= Contenido de cenizas de origen vegetal en porcentaje

m_1 = Masa del crisol vacío

m_2 = Masa del crisol con la muestra

m_3 = Masa del crisol con las cenizas

H= Porcentaje de humedad en la muestra.

- **Grasa**

Para la determinación del contenido de grasa se realizó mediante la norma AOAC 2003.06, se disolvió 1 g de muestra en 100 mL de HCL, para la digestión se calentó durante 1 h en una plancha de calentamiento, las muestras fueron filtradas y llevadas a una estufa a 105 °C por 2 h, continuando con el procedimiento las muestras fueron llevadas a un determinador de grasa con 50 mL de C_6H_{14} , finalmente las muestras con hexano se colocaron

en una estufa durante 40 min a 130 °C. Los análisis se realizaron por duplicado en la que se aplicó la ecuación de acuerdo a la norma NTE INEN 523.

$$G = \frac{m_2 - m_1}{m(100 - H)} * 100$$

Ecuación 3. Cálculo de la grasa

Siendo:

G = Cantidad de grasa en porcentaje

m_1 = Masa del matraz con la grasa extraída (g)

m_2 = Masa del matraz vacío (g)

m = Masa del material seco (g)

H = Porcentaje de humedad en la muestra

- **Fibra**

Para determinar el contenido de fibra se estableció mediante el método WEENDE. En 100 mL de H_2SO_4 , se disolvió 0,5 g de muestra y durante 1 h en una plancha de calentamiento se realizó la digestión, posteriormente se añadió 100 mL de NaOH repitiendo el mismo proceso de la digestión, los residuos que se encuentran en el papel filtro fueron llevados a una estufa a 130 °C por 40 min y colocados en el desecador, los análisis se realizaron por duplicado, aplicando la ecuación que describe la norma NTE INEN 522, (2013):

$$F_c = \frac{(m_1 - m_2) - (m_3 - m_4)}{m} * 100$$

Ecuación 4. Cálculo de la fibra cruda

Siendo:

F_c = Contenido de fibra cruda, en porcentaje

m = Muestra de la masa desengrasada (g)

m_1 = Peso del crisol contenido asbesto y fibra (g)

m_2 = Peso del crisol contenido asbesto incinerado (g)

m_3 = Peso del crisol del ensayo en blanco contenido asbesto (g)

m_4 = Peso del crisol del ensayo en blanco contenido asbesto e incinerado (g)

- **Proteína**

Para la determinación de proteína se realizó mediante el método Kjeldahl, en la que se introduce 1 g de muestra en un tubo de mineralización y 3 g de catalizador K_2SO_4 , 5 mL de H_2O_2 , posteriormente se digiere a $420\text{ }^\circ\text{C}$, el nitrógeno proteico es transformado en sulfato de amonio por acción de ácido sulfúrico. Los análisis se realizaron por duplicado y se aplicando la ecuación de la norma NTE INEN 519:

$$P = (1.40)(F) \frac{(V_1N_1 - V_2N_2) - (V_3N_1 - V_4N_2)}{m(100 - H)}$$

Ecuación 5. *Cálculo de la proteína*

Siendo:

P = Contenido de proteínas en porcentaje de masa

V_1 = Volumen de solución 0.1 N de H_2SO_4 , empleado para recoger el destilado de la muestra, en cm^3

N_1 = Normalidad de la solución de H_2SO_4

V_2 = Volumen de la solución 0.1 N de NaOH, empleado en la titulación, en cm^3

N_2 = Normalidad de la solución de NaOH

V_3 = Volumen de la solución 0.1 N de NaOH empleado en la titulación del ensayo en blanco cm^3

V_4 = Volumen de la solución 0.1 N de NaOH empleado en la titulación del ensayo en blanco cm^3

m = Masa de la muestra (g)

H = Porcentaje de humedad en la muestra

F = Factor para convertir el contenido de N a proteína

3.10. Método de extracción de aceites

3.10.1. Extracción por el método Soxhlet

Se obtuvo aceite de las dos variedades de *jackfruit* tanto de la corteza como de las semillas mediante el equipo Soxhlet, la cual consta de una manta de calentamiento, balón de 1000 mL, cuerpo extractor, refrigerante con entrada y salida de agua.

- Se procedió pesando en los dedales de celulosa 30 g de muestra triturada de cada matriz e introducidas en el cuerpo extractor, se colocó 250 mL de hexano en el balón de 1000 mL y fue sujeta con un soporte universal todo el equipo.
- Se prendió la manta de calentamiento hasta alcanzar 69 °C, temperatura en la que se evapora el disolvente, realizando 5 reflujos a la misma temperatura.
- Para la recuperación del hexano se realizó mediante el método de destilación simple a una temperatura de 69 °C.
- Los aceites extraídos fueron envasados en recipientes de color ámbar y se pesó para determinar la cantidad de aceite.

3.10.2. Extracción por el método de arrastre de vapor

Para extraer el aceite de las dos variedades de *jackfruit* como de la semilla y la corteza, se efectuó en un equipo de arrastre de vapor el cual consta de una manta de calentamiento, balón de destilación, refrigerante de bolas, codo de destilación y embudo de decantación.

- En el balón de fondo plano se colocó 50 g de muestra de cada matriz en estudio y se añadió 500 mL de agua destilada.
- Se encendió la manta de calentamiento y se mantuvo a una temperatura de 150 °C, mientras que la temperatura del interior del balón fue de 97 °C por 8 horas, tiempo que dura la extracción del aceite.

- El aceite se separó mediante el embudo de decantación y se recolectó en frascos de vidrio de color ámbar.

3.11. Análisis de los aceites por cromatografía de gases (GC-MSD)

Se realizaron análisis cromatógrafos del aceite obtenido por el método Soxhlet de las dos variedades de *jackfruit*, tanto de la corteza como de la semilla en un cromatógrafo de gases acoplado a un detector selectivo de masas (GC-MSD).

Se pipeteó 1 mL de aceite de cada matriz en estudio y se disolvió con hexano agitándolo en un vortex durante 2 min.

Se inyectó 1 µL de muestra en modo splitless en un cromatógrafo de gases (Agilent Technologies 7890A, GC System) con un detector selectivo de masas (Agilent Technologies 5977A), acoplado a una columna HP-5MS (30 m x 0,250 mm x 0,25 µm) y helio 0.8 mL/min como gas de arrastre, la temperatura en la cámara de inyección fue de 250 °C, mientras que la temperatura del detector fue de 260 °C, en el horno la temperatura inicial fue de 60 °C incrementándose a 180 °C a razón de 20 °C/min manteniéndose a dicha temperatura durante 1 min, finalmente subió a 325 °C a razón de 10 °C/min en la que se mantuvo durante 5 min, la ionización se dio por medio del impacto electrónico a 70 eV en modo full scan de 30 a 500 AMU (unidad de masa atómica), para la identificación de los compuestos se llevó a cabo con la ayuda de la librería NIST 14 L.

3.12. Elaboración de un producto agroindustrial a base de aceite extraído

Debido a las investigaciones realizadas por los diversos autores como: Parolo *et al.*, (2019), Ramos (2015) y Villacis *et al.*, (2021) mencionan que el *jackfruit* que posee múltiples beneficios para la salud como: analgésicos, anti cancerígenos, antihipertensivo, antienvjecimiento, antioxidante y antiulcerosos, por lo tanto, se tomó la decisión de elaborar una crema hidratante para la piel, porque existen los compuestos activos en el aceite de la corteza del *jackfruit*.

3.12.1. Formulación para la elaboración de una crema hidratante

A continuación, se detalla la formulación para la elaboración de una crema hidratante para la piel.

Tabla 12

Componentes y cantidad utilizadas para la elaboración de la crema

Componente	Cantidad	Porcentaje
Alcohol cetoestearílico	30 g	12%
Nipagin	0,05 g	0,02%
Nipasol	0,05 g	0,02%
Lauril sulfato de sodio	1,25 g	0,5%
Metabisulfito de sodio	0,0025 g	0,01%
EDTA	0,05 g	0,02 %
Propilenglicol	12,5 g	5%
Agua destilada	225 g	82,43%
Aceite	0,75 g	0,30%

Trabajo experimental. Ortiz & Quinatoa, (2022)

3.12.2. Procedimiento para la elaboración de una crema hidratante

- En un vaso de precipitación se agregó 250 mL de agua destilada, luego se llevó a la plancha de calentamiento a una temperatura de 60 °C y se agregó 30 mL de alcohol cetoestearílico.
- En un vaso de precipitación se agregó 12,5 mL de propilenglicol, homogenizar con 0,05 g de Nipagin y 0,05 g de Nipasol, esta mezcla se vertió en la primera mezcla.
- Agregar 1,25 g de Lauril sulfato de sodio a la primera mezcla y homogenizar la solución, controlando la temperatura que no pase los 60 °C, para lo posterior homogeneizar con 0,0025 g de Metabisulfito de sodio.
- Incorporar 0,05 g de EDTA.
- Finalmente colocar 0,30% de aceite esencial que corresponde a 0,75 mL, junto con vitamina E, colágeno y aroma.

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados de las propiedades físico-químicas de las dos variedades de *jackfruit*

4.1.1. Análisis de las propiedades físicas

En la siguiente tabla se presentan los resultados de las propiedades físicas realizadas a las dos variedades de *jackfruit* tanto de la fruta como de la semilla.

Tabla 13

Resultados de las propiedades físicas de las dos variedades de jackfruit

Parámetros	<i>Artocarpus heterophyllus Lam</i>		<i>Artocarpus integer</i>	
	Semilla	Fruto	Semilla	Fruto
Masa (g)	5,5	7500	4,5	3600
Tamaño (cm)	2,4	85,5	2,4	75,5
Diámetro (cm)	5,8	41	5,5	37,3

Trabajo experimental. Ortiz & Quinatoa, (2022)

En la tabla 13, se evidencia los promedios de las masas, tamaño, diámetro realizadas a la fruta y la semilla de las dos variedades de *jackfruit Artocarpus heterophyllus Lam* y *Artocarpus integer*, donde se evidencia la masa promedio de la fruta cultivada en el cantón Echeandía es de 7,5 kg y un diámetro de 41 cm. Simba (2014), analizó los mismos parámetros de la variedad *Artocarpus heterophyllus Lam*, donde identificó los siguientes resultados: masa 9,30 kg, tamaño 38 cm y un diámetro de 28,5 cm, por otro lado Semanate (2021), analizó a la misma variedad de *jackfruit* encontrándose valores como: masa 3 kg, diámetro 40 cm y la semilla encontrándose con un diámetro de 1,5 cm, tamaño de 3 cm, en otro estudio realizado por Cisneros (2018), analizó los mismos parámetros al de nuestra

investigación encontrándose con resultados: masa 5,2 kg, tamaño 33 cm, diámetro 16 cm y la masa de la semilla de 0,6 kg. Estos valores identificados por los autores varían significativamente con las de nuestra investigación, pudiendo atribuirse a las condiciones climáticas, tipo de suelo, a los fertilizantes utilizados en las distintas etapas de crecimiento de la planta, para la variedad *Artocarpus integer* no se encontraron referencias bibliográficas por ende es la primera en realizar este tipo de análisis.

4.1.2. Análisis de las propiedades químicas

En la siguiente tabla se muestran los resultados de los análisis de las propiedades químicas realizadas a las dos variedades de *jackfruit*.

Tabla 14

Porcentaje de los análisis químicos de las dos variedades de jackfruit

Variables	Método	<i>Artocarpus heterophyllus Lam</i>		<i>Artocarpus integer</i>	
		Corteza	Semilla	Corteza	Semilla
Humedad	NTE INEN-ISO 712	85%	44%	85%	55%
Ceniza	NTE INEN 520	0,23%	0,27%	0,14%	16%
Grasa	AOAC 2003.06	1,93%	0,87%	3,79%	0,84%
Fibra	WEENDE	26,68%	16,81%	41,46%	9,58%
Proteína	KJELDAHL	5,8%	11,6%	7,5%	13,8%

Trabajo experimental. Ortiz & Quinatoa, (2022)

En la tabla 14, se presentan los porcentajes de humedad, ceniza, grasa, fibra, proteína que se realizaron a la corteza y semilla de las dos variedades de *jackfruit*, donde para la variedad *Artocarpus heterophyllus Lam* el porcentaje de humedad más alto corresponde a la corteza, ceniza a la semilla, grasa a la corteza, fibra a la corteza y finalmente la semilla tiene mayor porcentaje en proteína; mientras que para la variedad *Artocarpus integer* la corteza posee mayor porcentaje de humedad, para ceniza la semilla, grasa la corteza, fibra la corteza y proteína con un porcentaje más elevado corresponde a la semilla 13,8%.

Los análisis realizados a la corteza y la semilla de las dos variedades de *jackfruit* se encuentran dentro del rango establecido por la norma NTE INEN 616 (2015), donde establece un valor máximo para harinas, humedad de 14,15%, proteína 9%, ceniza 2%,grasa 2%, a excepción de la humedad ya que sus valores son muy superiores a los que dictamina la norma INEN. En el estudio realizado por Chávez *et al.*, (2020), en la semilla del *jackfruit* identificó valores en la humedad 59%, ceniza 1%, grasa 1,14%, fibra 0,07% y proteína 15,23%, Cantillo *et al.*, (2021), analizó los mismos parámetros a la *jackfruit* encontrándose valores de humedad 75%, ceniza 1,17%, fibra 1,45%, proteína 0,25% y grasa 1,61%, valores que varían significativamente a la de nuestra investigación, debido ala variedad del *jackfruit*, método utilizado para el análisis y al estado de maduración.

4.2. Resultados de la extracción de aceite por Soxhlet y arrastre de vapor

En la tabla 15 se presentan los resultados obtenidos del análisis de varianza correspondiente a la extracción de aceite de las dos variedades de *jackfruit* tanto de la corteza como de la semilla.

Tabla 15

Análisis de varianza para los dos métodos de extracción de aceite del jackfruit

Fuente	Gl	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor- ρ
Efectos principales					
A: Variedad	1	0,5625	0,5625	150,000	0,0000
B: Materia prima	1	1,4400	1,4400	384,000	0,0000
C: Métodos de extracción	1	4,7524	4,7524	1267,31	0,0000
Interacciones					
AB	1	0,4225	0,4225	112,67	0,0000
AC	1	0,5625	0,5625	150,00	0,0000
BC	1	1,4400	1,4400	384,00	0,0000
ABC	1	0,4225	0,4225	112,67	0,0000
Residuos	8	0,0300	0,00375		
Total (corregido)	15	9,6324			

Trabajo experimental. Ortiz & Quinatoa, (2022)

En la tabla se presentan los resultados del análisis de varianza para los dos métodos de extracción, donde los valores- p prueban la significancia estadística para el factor A (variedad de *jackfruit*), factor B (materia prima), factor C (método de extracción) y sus respectivas interacciones. Se evidencia que 7 valores- p son menores que 0,05, los tres factores tienen un efecto estadísticamente significativo sobre la extracción de aceite con un 95,0 % de nivel de confianza.

Se aplicó pruebas de medias por el método LSD (diferencia mínima significativa), debido a que existe diferencia significativa con un 95,0 % de confianza en el factor A (variedad de *jackfruit*).

Tabla 16

Prueba de medias (LSD) del factor A (variedad) de la extracción del aceite

Variedad	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
a1	8	0,7425	0,0216506	A
a2	8	0,3675	0,0216506	B

Trabajo experimental. Ortiz & Quinatoa, (2022)

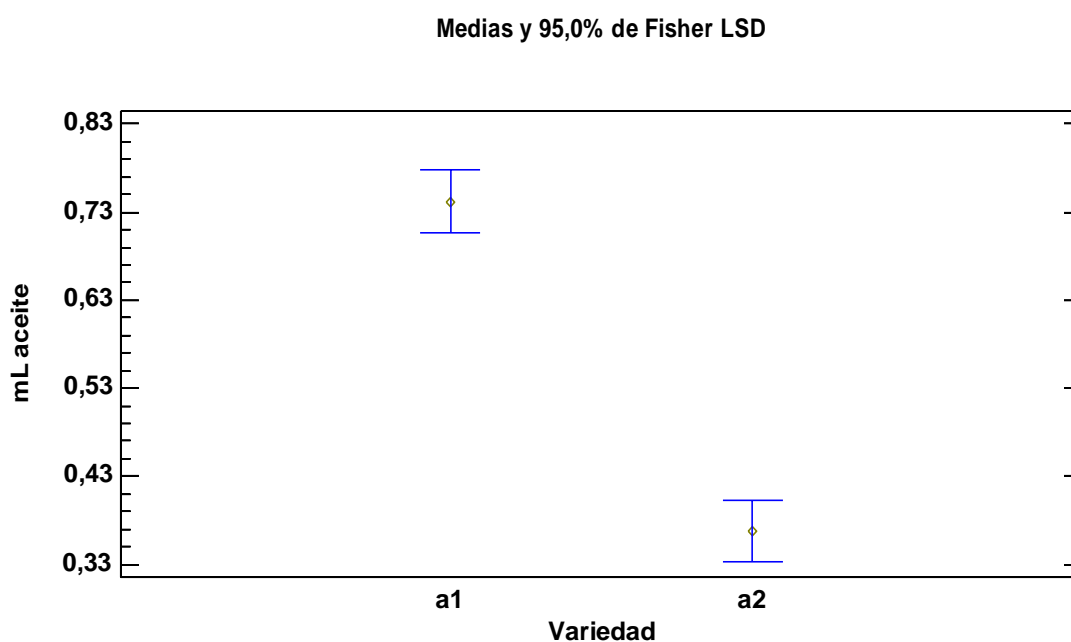
En la tabla 16, se observa las medias tras realizar pruebas de rangos múltiples, y se evidencia que existe diferencia entre los grupos homogéneos, donde la media más alto corresponde al nivel a_1 (*Artocarpus heterophyllus Lam*) con un valor de 0,7425 mL del aceite extraído, es decir que la variedad *Artocarpus heterophyllus Lam* se obtiene el aceite en mayor volumen. Ramos (2015), realizó un estudio y extrajo 0,18 mL de aceite de la misma variedad, por otro lado Ramos & Udeo (2019), consiguieron un resultado de 0,008 mL de aceite de la variedad *Artocarpus heterophyllus Lam*, estos valores informados por los autores difieren significativamente con los de nuestro trabajo de investigación, por ende se

puede considerar que la diferencia de volumen de aceite total extraído se debe a que la variedad *Artocarpus heterophyllus Lam* posee una fruta de tamaño más grande al de la variedad *Artocarpus integer* y que la fruta puede llegar a tener hasta 500 semillas, también al tiempo de cosecha y a su estado de maduración.

De manera gráfica las medias se presentan a continuación:

Figura 8

Relación de la *Artocarpus heterophyllus Lam* y *Artocarpus integer* con la extracción del aceite



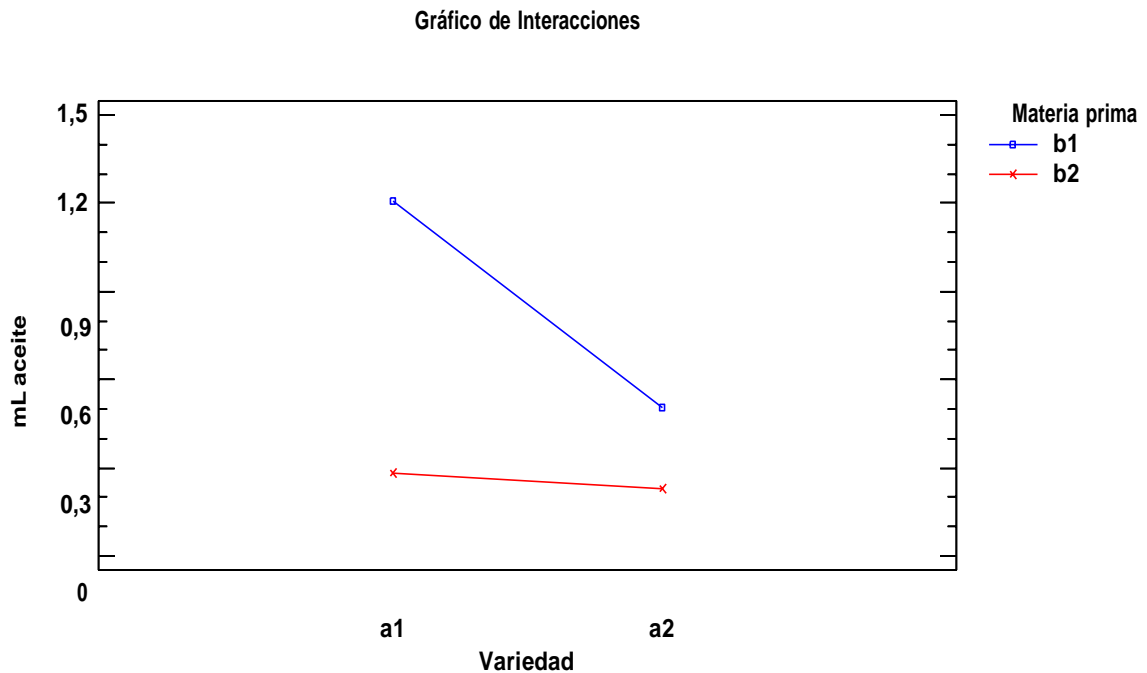
Trabajo experimental. Ortiz & Quinatoa, (2022)

En la figura 8, se detalla que el nivel a1 (*Artocarpus heterophyllus Lam*) es diferente del nivel a2 (*Artocarpus integer*), por lo tanto, el factor A en esta investigación tiene un efecto estadísticamente significativo sobre la extracción del aceite con un nivel de confianza del 95%.

A continuación, en la figura 9 se presenta la interacción AB de la extracción del aceite.

Figura 9

Interacción de AB de la extracción del aceite



Trabajo experimental. Ortiz & Quinatoa, (2022)

En la figura se observa que las líneas de tendencia si presentan interacciones el factor A con el factor B, donde el aceite de la variedad *Artocarpus heterophyllus Lam* extraído de la corteza presenta mayor volumen.

Se realizó pruebas de medias por el método LSD (diferencia mínima significativa), para el factor B (materia prima) debido a que existe diferencia significativa con un 95,0 % de confianza.

Tabla 17

Prueba de medias (LSD) del factor B de la extracción del aceite

Materia prima	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
b1	8	0,855	0,0216506	A
b2	8	0,255	0,0216506	B

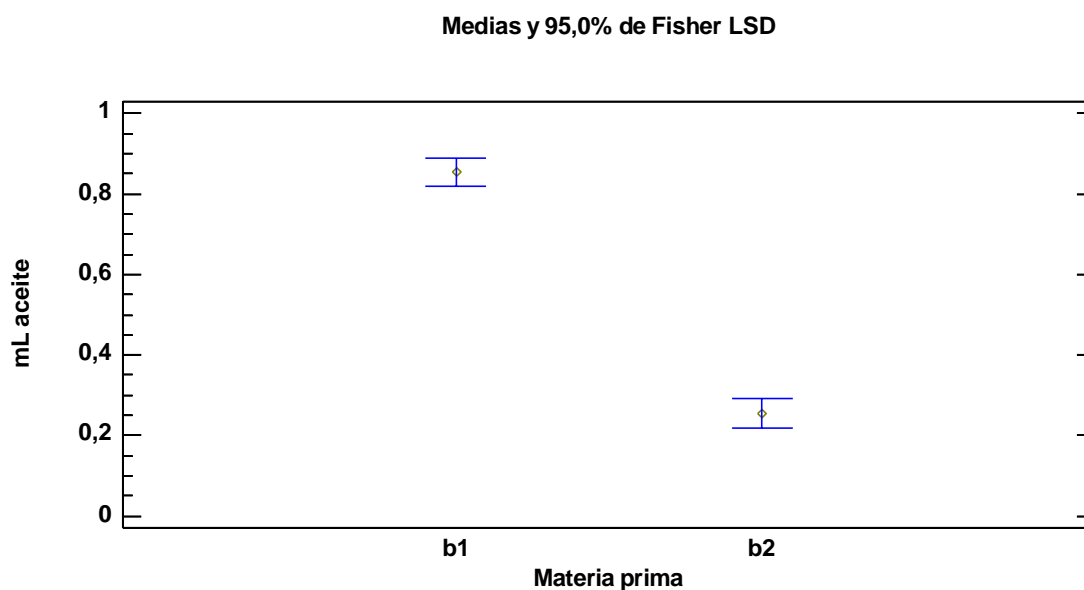
Trabajo experimental. Ortiz & Quinatoa, (2022)

La tabla 17, presenta pruebas de medias realizadas en el factor B, donde se observa que los grupos homogéneos son diferentes y la media más alta con un valor de 0,855 mL de aceite corresponde al nivel b1, por lo tanto, el aceite extraído de la corteza se extrae en mayor volumen. Peña & Valdés (2018), en su investigación realizada consiguieron extraer 0,44 mL de aceite en la semilla de *jackfruit*, valor que difiere significativamente con las de nuestra investigación, en tal sentido se puede considerar que el aceite extraído de la corteza se obtiene en mayor volumen, esto debido a que en la semilla el mayor componente es la fibra, y en la corteza se encuentran mayor cantidad de compuestos cromatográficos como se puede observar en la tabla 20 y 22.

A continuación, las medias se presentan gráficamente.

Figura 10

Relación de la materia prima con la extracción del aceite



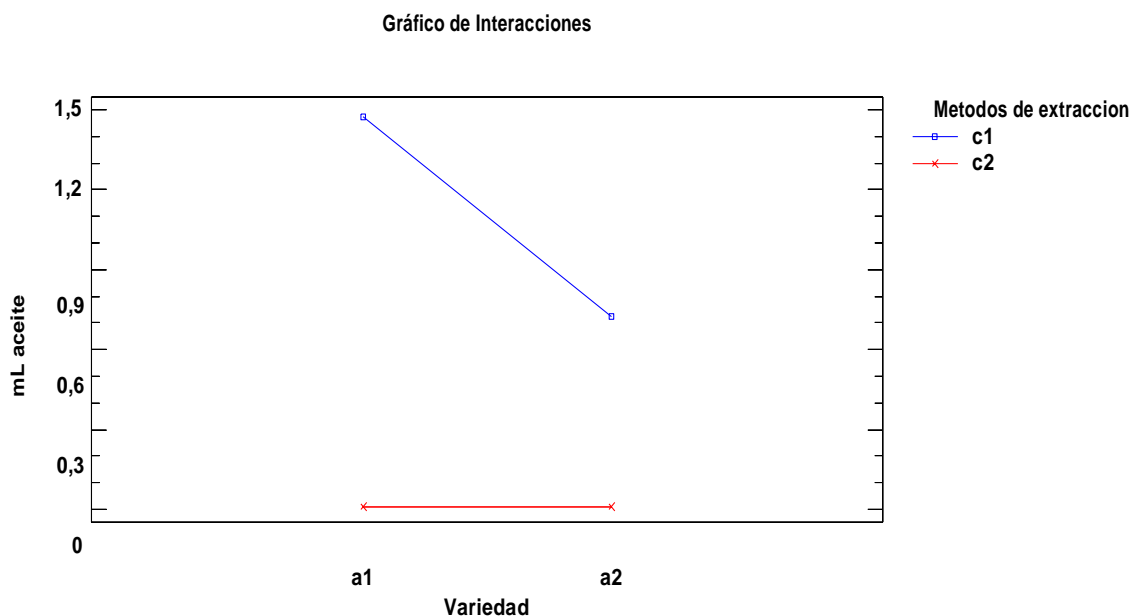
Trabajo experimental. Ortiz & Quinatoa, (2022)

En la figura 10, se observa que los niveles del factor B son diferentes, donde el nivel b1 (corteza) el volumen del aceite extraído de 0,8 mL, por ende, el factor B en esta investigación tiene un efecto estadísticamente significativo sobre la extracción del aceite con un nivel de confianza del 95%.

En la figura 11 que se presenta a continuación se observa la interacción AC de la extracción del aceite.

Figura 11

Interacción de AC de la extracción del aceite



Trabajo experimental. Ortiz & Quinatoa, (2022)

En la figura se detalla que las líneas de tendencia presentan interacciones, en la que se demuestra que se puede extraer aceites de las dos variedades de *jackfruit* por el método soxhlet, mientras que por el método arrastre de vapor las extracciones no fueron favorables. Para establecer el nivel de incidencia del factor C (método de extracción), se realizó pruebas de medias por el método LSD (diferencia mínima significativa) con un 95,0 % de confianza.

Tabla 18

Prueba de medias (LSD) del factor C de la extracción del aceite

Métodos de extracción	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
c1	8	1,1	0,0216506	A
c2	8	0,01	0,0216506	B

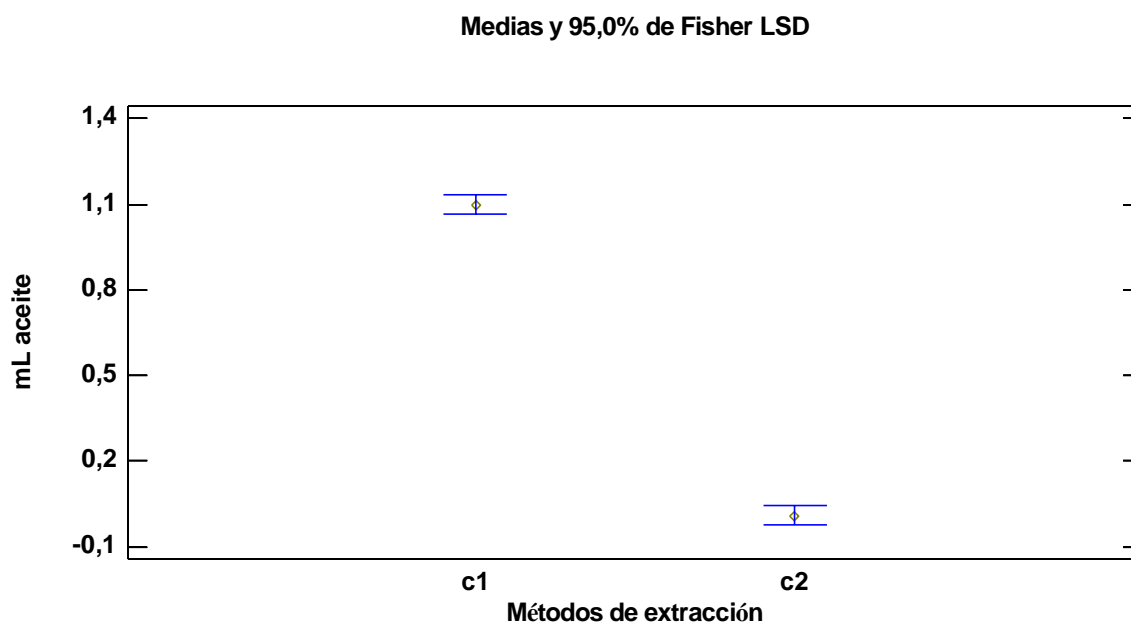
Trabajo experimental. Ortiz & Quinatoa, (2022)

En la tabla 18, se presenta las pruebas de medias, demostrando que el nivel c1 tiene una media de 1,1 mL de aceite, por lo tanto, el método de extracción por Soxhlet es el más eficiente para la extracción de aceite, que la extracción por el método arrastre de vapor los resultados no fueron favorables. Ortiz & Acuña (2022), obtuvieron un volumen de 0,00012 mL de extracto metanólico del *jackfruit* por arrastre de vapor, por último en el trabajo realizado por Farias (2017), en las semillas del *jackfruit* obtuvo un volumen de 0,000008 mL de aceite, demostrando que los autores consiguieron resultados extremadamente bajos, resultados que coinciden con la de nuestra investigación por el método arrastre de vapor, mientras que por el método Soxhlet los resultados fueron favorables.

Las medias se presentan gráficamente a continuación.

Figura 12

Relación del método de extracción con la obtención del aceite



Trabajo experimental. Ortiz & Quinatoa, (2022)

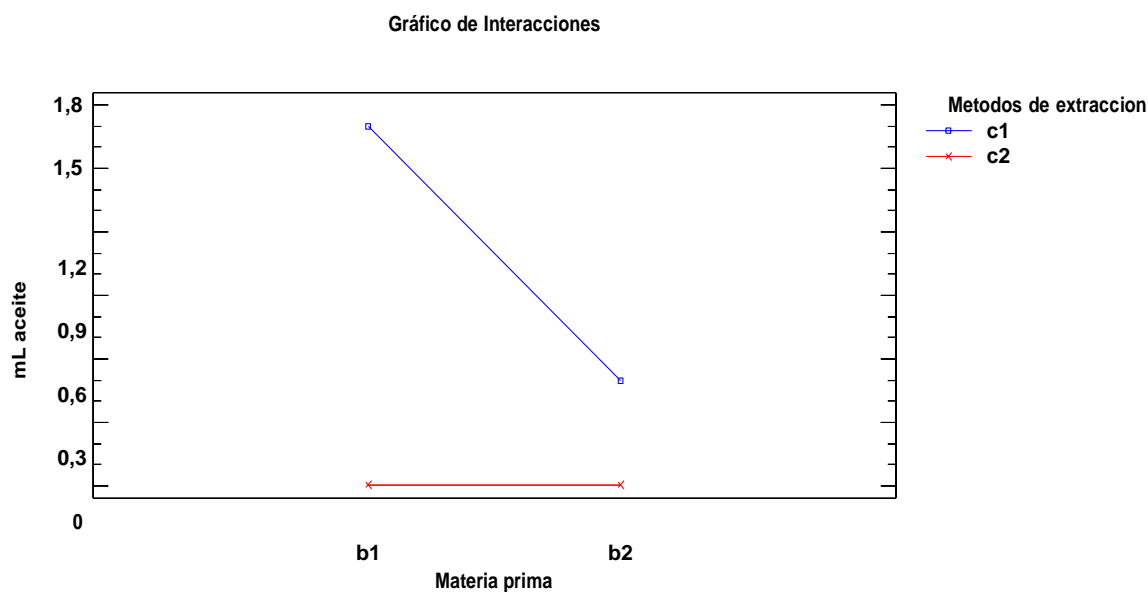
En la figura 12, se observa que los niveles del factor C son diferentes, en la que se demuestra que el nivel c1 (extracción por Soxhlet) el aceite obtenido es de 1,1 mL, por lo

tanto, el factor C en la presente investigación tiene un efecto estadísticamente significativo sobre la extracción del aceite con un 95 % de nivel de confianza.

En la figura 13 que se presenta a continuación se observa la interacción BC de la obtención del aceite.

Figura 13

Interacción de BC de la extracción del aceite



Trabajo experimental. Ortiz & Quinatoa, (2022)

En la figura se identifica que las líneas de tendencia presentan interacciones, demostrando que la corteza y la semilla se puede extraer aceite por el método Soxhlet, mientras que por el método arrastre de vapor las extracciones no hubo resultados.

4.3. Resultados de los aceites por cromatografía de gases

4.3.1. Identificación de los compuestos de la corteza de jackfruit *Artocarpus*

heterophyllus Lam

En el cromatograma de la Figura 14 se observan los compuestos obtenidos, en la que se registró 21 picos cromatográficos.

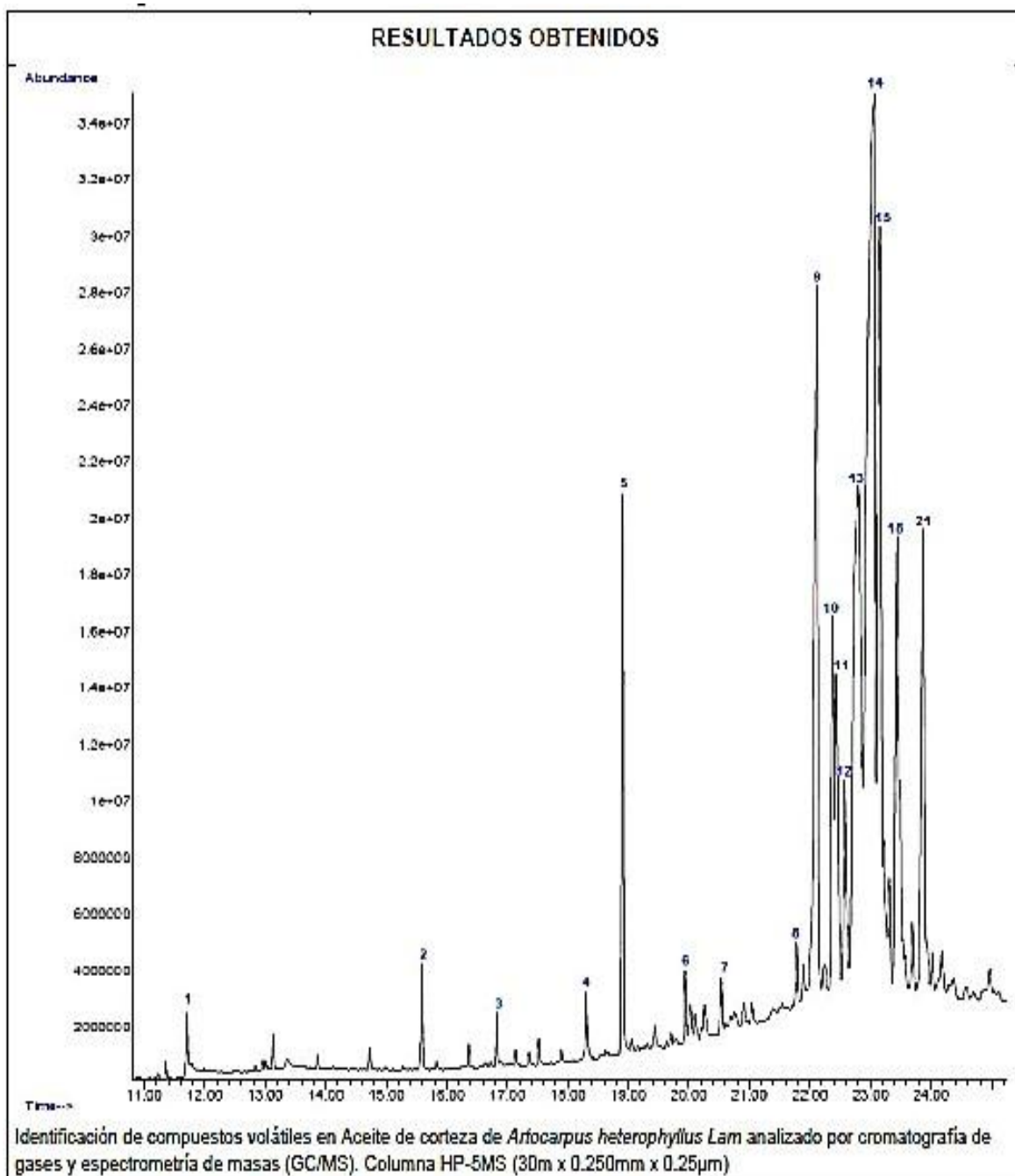


Figura 14

Cromatograma del aceite de la corteza de la variedad Artocarpus heterophyllus Lam

Trabajo experimental. Ortiz & Quinatoa, (2022)

Se registró 21 picos cromatográficos como se observa en la figura 14, de los cuales los picos con mayor intensidad fue el número 14 con un tiempo de retención de 23,63 min que corresponde a 13,27-Cycloursan-3-one, el pico número 15 con un tiempo de retención 23,155 min que es 9,19-Cyclolanost-24-en-3-ol, (3β)- y el pico número 9 con un tiempo de

retención de 21,773 min que es Lanosterol, y el pico con abundancia media fue el número 13 con un tiempo de retención de 22,794 min corresponde al 9,19-Cyclolanost-7-en-3-ol.

En la siguiente tabla se observan los compuestos identificados del aceite extraídos de la corteza de la variedad *Artocarpus heterophyllus*.

Tabla 19

Compuestos del aceite de la corteza de la variedad Artocarpus heterophyllus Lam

Nº	Compuesto	TR (min)	Área (%)
1	n-Hexadecanoic acid	11,707	0,37
2	Hexanedioic acid, bis(2-ethylhexyl) ester	15,590	0,73
3	Diisooctyl phthalate	16,825	0,29
4	1,3-Benzenedicarboxylic acid, bis(2-ethylhexyl) ester	18,300	0,55
5	Squalene	18,901	4,20
6	Betulin	19,934	0,41
7	Oxirane, 2,2-dimethyl-3-(3,7,12,16,20-pentamethyl-3,7,11,15,19-heneicosapentaenyl)-, (all-E)-	20,531	0,30
8	Campesterol	21,773	0,61
9	Lanosterol	22,120	11,33
10	Lanosta-8,24-dien-3-one	22,371	3,45
11	γ -Sitosterol	22,425	4,11
12	9,19-Cyclolanostane-3,7-diol	22,569	2,75
13	9,19-Cyclolanost-7-en-3-ol	22,794	15,83
14	13,27-Cycloursan-3-one	23,063	28,27
15	9,19-Cyclolanost-24-en-3-ol, (3 β)-	23,155	10,84
16	23-(Phenylsulfanyl)lanosta-8,24-dien-3-ol	23,211	1,66
17	Betulinaldehyde	23,310	1,17
18	24-Methylenecycloartan-3-one	23,434	5,39
19	Lupeol	23,481	1,26
20	9,19-Cycloergost-24(28)-en-3-ol, 4,14-dimethyl-, acetate, (3 β ,4 α ,5 α)-	23,685	0,63
21	9,19-Cyclolanost-24-en-3-ol, acetate	23,875	5,84

Trabajo experimental. Ortiz & Quinatoa, (2022)

En la tabla 19, se observan los compuestos que se encuentran en mayor concentración como son: el compuesto 13,27-Cycloursan-3-one con un área de 08,27%, seguido del compuesto 9,19-Cyclolanost-7-en-3-ol con un área de 15,83%, el compuesto Lanosterol con un área de 11,33%, el compuesto 9,19-Cyclolanost-24-en-3-ol, (3 β)- con un área de 10,84%, mientras que los compuestos con abundancia media corresponden al 9,19-Cyclolanost-24-en-3-ol, acetate con una área de 5,84%, el compuesto 24-Methylenecycloartan-3-one con una área de 5,39% finalmente el compuesto Squalene con una área de 4,20%.

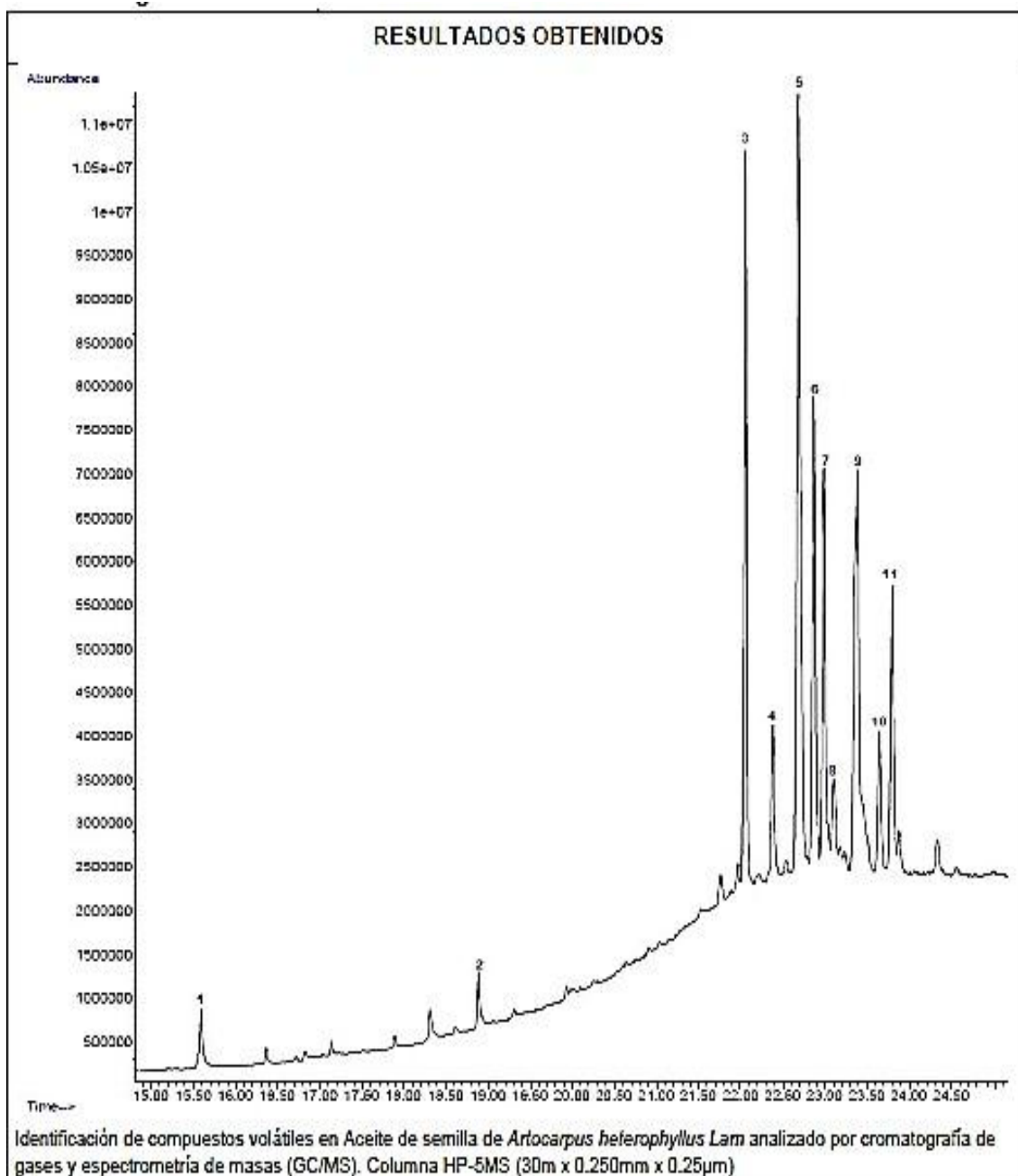
Amarti (2021), identificó el compuesto 13,27-Cycloursan-3-one el cual se le atribuye propiedades cardio-protectoras, antiinflamatorias y antiparasitarias, en el estudio realizado por Parolo *et al.*, (2019), el compuesto de la jackfruit con mayor área fue el 13,27-Cycloursan-3-one superando el 20%, del mismo modo, el mismo compuesto en nuestra investigación presentó una área de 28,27%, este compuesto es un triterpenoide y se sabe poco de sus funciones biológicas, además el autor informó el compuesto Lanosterol también se identificó en nuestra investigación y se le atribuye propiedades capaz de reducir la gravedad de las cataratas, por otro lado el compuesto Lupeol también fue identificado por Sánchez *et al.*, (2020), en el extracto de *Ficus crocata*, donde da a conocer que el compuesto Lupeol induce la apoptosis y la detención del ciclo celular en varias líneas celulares de cáncer, el compuesto 9,19-Cyclolanost-24-en-3-ol, acetate lo identificó Arévalo (2016), donde menciona que dicho compuesto, son activos eficaces para reducir la absorción intestinal del colesterol tanto a fitoesteroles como a tocoferoles, por otro lado en la investigación realizada Parolo (2020), el estudio cromatográfico identificó al compuesto Squalene en la jackfruit, donde menciona que dicho compuesto es de gran importancia para la industria cosmética debido a que posee propiedades emolientes que contribuyen a suavizar la dureza de la piel.

4.3.2. Identificación de los compuestos de la semilla de jackfruit *Artocarpus heterophyllus* Lam

En la siguiente figura se observan los picos cromatográficos realizados al aceite extraído de la semilla de la jackfruit.

Figura 15

Cromatograma del aceite de la semilla de la variedad Artocarpus heterophyllus



Trabajo experimental. Ortiz & Quinatoa, (2022)

En la figura 15, se registran 11 picos cromatográficos, de las cuales con mayor intensidad fue el número 5 con un tiempo de retención de 22,683 min y el pico número 3 con un tiempo de 22,057 min, los picos con abundancia media fueron el número 6 con un tiempo de retención de 22,871 min, pico número 7 con un tiempo de retención de 22,988 min y finalmente el pico 9 con un tiempo de retención de 23,386 min.

En la tabla se presentan los compuestos identificados por cromatografía de gases en el aceite de la semilla de la variedad *Artocarpus heterophyllus*.

Tabla 20

Compuestos del aceite de la semilla de la variedad Artocarpus heterophyllus

Nº	Compuesto	TR (min)	Área (%)
1	Hexanedioic acid, bis(2-ethylhexyl) ester	15,959	1,51
2	Octasiloxane, 1,1,3,3,5,5,7,7,9,9,11,11,13,13,15,15-hexadecamethyl-	18,890	1,23
3	Lanosterol	22,057	14,68
4	γ -Sitosterol	22,384	4,05
5	9,19-Cyclolanost-7-en-3-ol	22,683	25,02
6	13,27-Cycloursan-3-one	22,871	11,97
7	9,19-Cyclolanost-24-en-3-ol, (3 β)-	22,988	10,39
8	Octasiloxane, 1,1,3,3,5,5,7,7,9,9,11,11,13,13,15,15-hexadecamethyl-	23,107	2,83
9	Lanosta-8,24-dien-3-ol, acetate, (3 β)-	23,386	18,47
10	9,19-Cycloergost-24(28)-en-3-ol, 4,14-dimethyl-, acetate, (3 β ,4 α ,5 α)-	23,648	3,57
11	9,19-Cyclolanost-24-en-3-ol, acetate, (3 β)-	23,799	6,30

Trabajo experimental. Ortiz & Quinatoa, (2022)

En la tabla 20, se detallan los compuestos identificados de los cuales los de mayor abundancia corresponden al 9,19-Cyclolanost-7-en-3-ol con un área de 25,02%, seguido del compuesto Lanosta-8,24-dien-3-ol, acetate, (3 β)- con una de 18,47%, el compuesto Lanosterol con un área de 14,68%, el compuesto 13,27-Cycloursan-3-one con un área de 11,97% y finalmente el compuesto 9,19-Cyclolanost-24-en-3-ol, (3 β)- con un área de 10,39%.

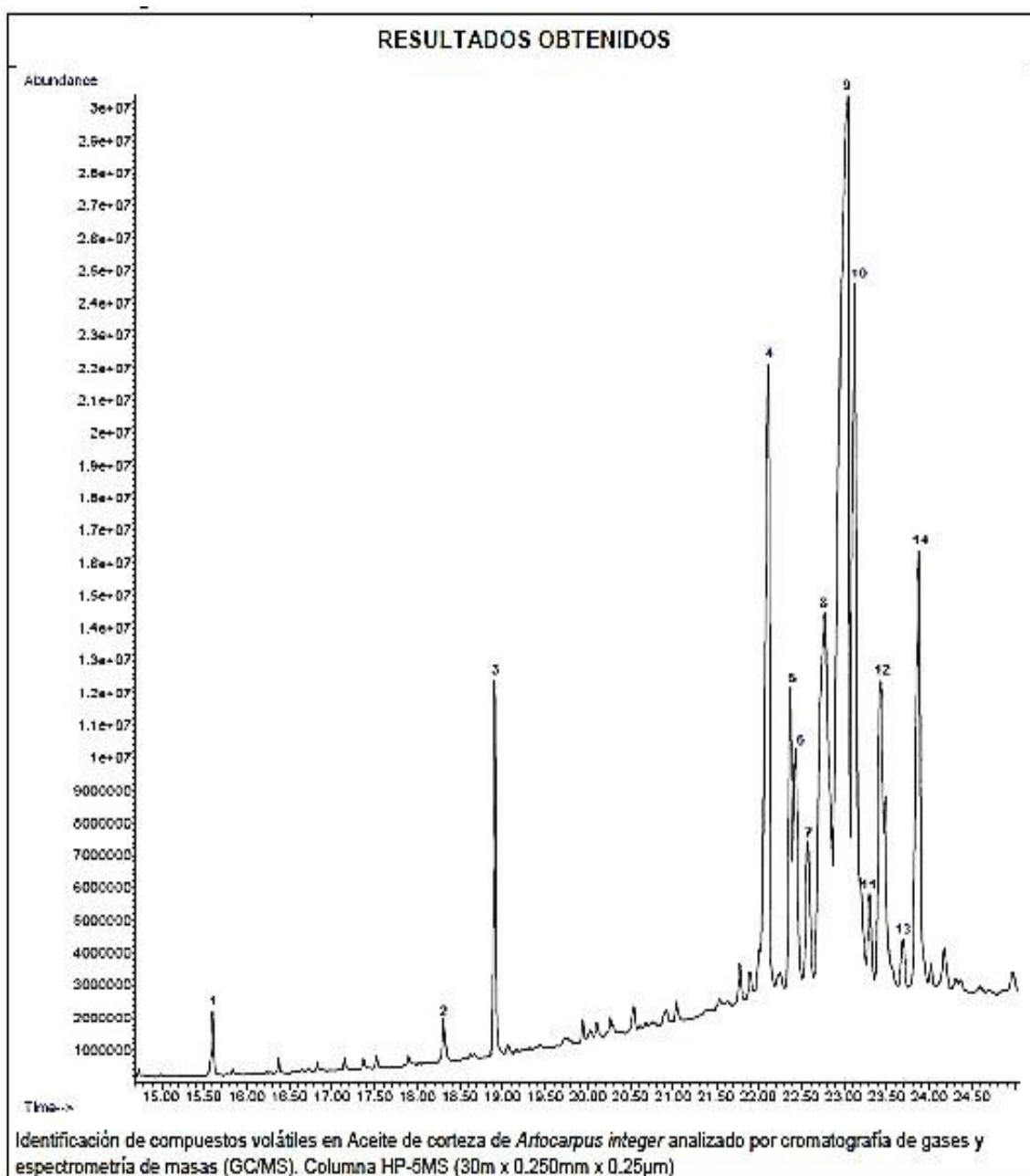
En la investigación realizada por Ramos (2015), identificó el compuesto n-Hexadecanoic acid en la jackfruit dicho compuesto también presente en nuestra investigación, siendo el ácido graso más utilizado en la fabricación de cremas de afeitar, ya que proporciona una detergencia óptima y un poder espumante, el compuesto Lanosterol y 9,19-Cyclolanost-24-en-3-ol, (3 β)- también fue identificado por Villacis *et al.*, (2021), en el extracto de semillas de jackfruit obtenidas por Soxhlet, el segundo componente se le atribuye propiedades como activos eficaces para reducir la absorción intestinal del colesterol tanto a fitosteroles como a tocoferoles, el compuesto 13,27-Cycloursan-3-one, es un ácido carboxílico donde menciona Robles (2020), que se encuentran presente en los sistemas biológicos desempeñando el papel de catálisis enzimática, hemoglobina anticuerpos y colágeno, los carboxílicos se enlazan con aminoácidos esenciales a compuestos que desean usar con fines médicos, los ácidos carboxílicos se utilizan en la producción de polímeros, productos farmacéuticos, disolventes y aditivos alimentarios, el compuesto Lanosta-8,24-dien-3-ol, acetate, (3 β)- también lo identificó Ferdosi *et al.*, (2021), en el extracto metanólico de la flor de *Cirsium arvense*, dicho compuesto es utilizado en la industria farmacéutica como agentes antiinflamatorios, anticancerígenos e incluso como analgésicos, además se utiliza como tratamiento eficaz contra tumores e inflamación.

4.3.3. Identificación de los compuestos de la corteza de jackfruit *Artocarpus integer*

La identificación de los compuestos químicos se observa en el siguiente cromatograma de la figura 16.

Figura 16

Compuestos del aceite de la corteza de la variedad Artocarpus integer



Trabajo experimental. Ortiz & Quinatoa, (2022)

En la figura 16, se registraron 14 picos cromatográficos de los cuales los picos de mayor intensidad fueron el número 9 con un tiempo de retención 23,038 min y el número

10 con un tiempo de retención de 23,128 min, los picos con abundancia media fueron el número 4 con un tiempo de retención 22,110 min, número 14 con un tiempo de retención de 23,875 min y finalmente el pico 8 con un tiempo de retención de 22,772 min.

Tabla 21

Compuestos del aceite de la corteza de la variedad Artocarpus integer

N°	Compuesto	TR (min)	Área (%)
1	Hexanedioic acid, bis(2-ethylhexyl) ester	15,601	0,60
2	1,3-Benzenedicarboxylic acid, bis(2-ethylhexyl) ester	18,310	0,47
3	Squalene	18,905	3,18
4	Lanosterol	22,110	10,93
5	Lanosta-8,24-dien-3-one	22,373	3,53
6	γ -Sitosterol	22,430	3,63
7	9,19-Cyclolanostane-3,7-diol	22,576	2,52
8	9,19-Cyclolanost-7-en-3-ol	22,772	13,51
9	13,27-Cycloursan-3-one	23,038	32,01
10	9,19-Cyclolanost-24-en-3-ol, (3 β)-	23,128	13,17
11	Betulinaldehyde	23,301	1,29
12	9,19-Cyclo-25,26-epoxyergostan-3-ol, 4,4,14-trimethyl-, acetate	23,429	7,62
13	Methyl glycocholate, 3TMS derivative	23,690	0,58
14	9,19-Cyclolanost-24-en-3-ol, acetate	23,875	6,91

Trabajo experimental. Ortiz & Quinatoa, (2022)

En la tabla se presenta los compuestos con mayor área donde el 13,27-Cycloursan-3-one presenta un área de 32,01%, el compuesto 9,19-Cyclolanost-7-en-3-ol con un área de 13,51%, el compuesto número 10 con un área de 13,17%, el compuesto Lanosterol con un área de 10,93% y finalmente el compuesto Squalene con un área de 3,18%. Wenji *et al.*, (2013) identificó al compuesto 9,19- Cyclolanost-7-en-3-ol en *Euphorbia tirucalli* dicho compuesto posee propiedades antioxidantes, el compuesto Betulinaldehyde Chung *et al.*,

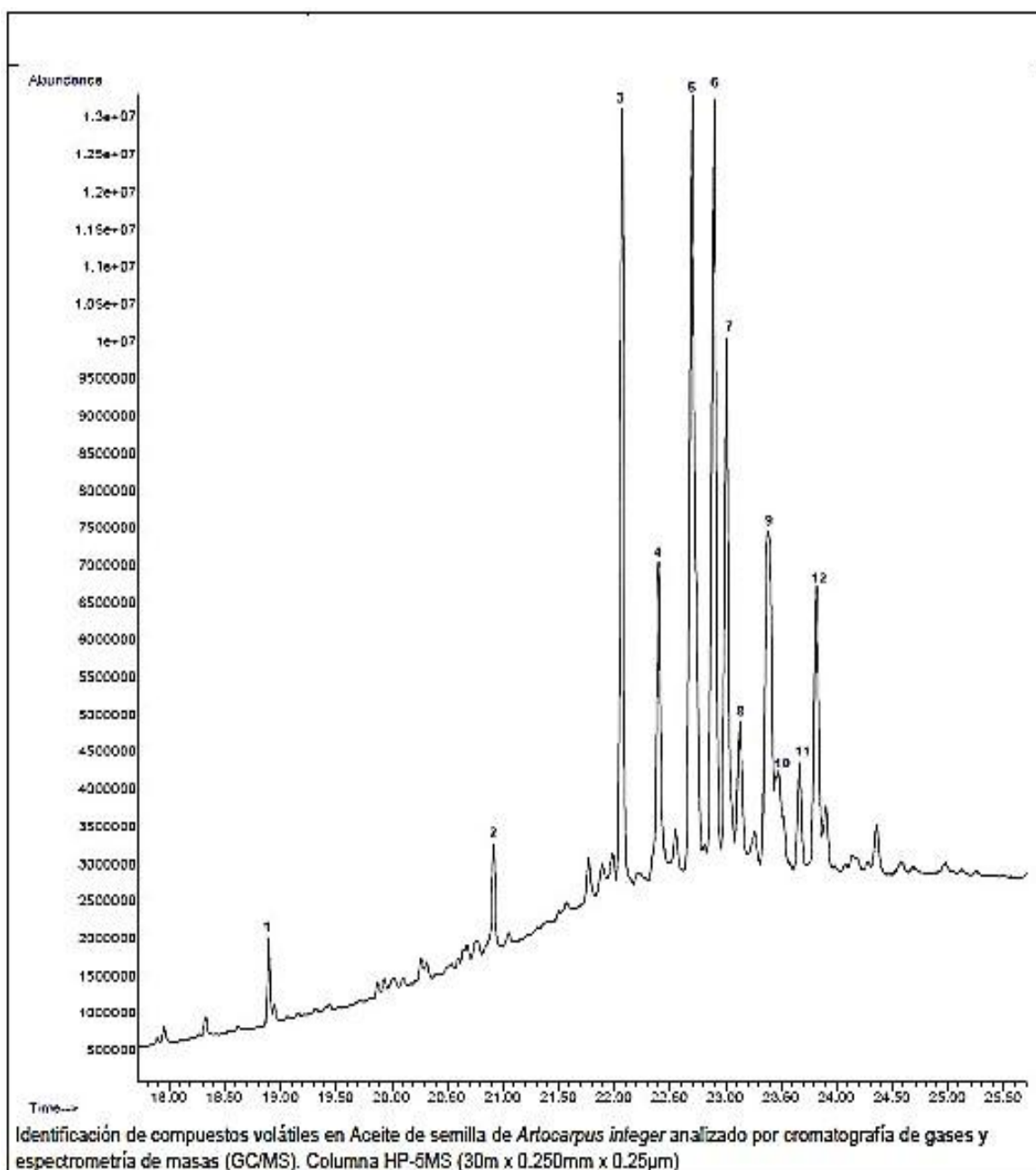
(2013), determina que son buenos candidatos para el desarrollo de fármacos antimicrobianos.

4.3.4. Identificación de los compuestos de la semilla de jackfruit *Artocarpus integer*

En la figura 17, se identifican los compuestos químicos mediante picos cromatográficos.

Figura 17

Compuestos del aceite de la semilla de la variedad Artocarpus integer



Trabajo experimental. Ortiz & Quinatoa, (2022)

En la figura del cromatograma se identificaron 12 picos cromatográficos de los cuales los de mayor intensidad fue el pico número 6 con un tiempo de retención de 22,901 min, número 5 con un tiempo de retención de 22,702 min y el pico número 3 con un tiempo de retención de 22,074 min, los picos con abundancia media fueron los números 7, 9 con un tiempo de retención de 23,013 min y 23,308 min respectivamente.

Tabla 22

Compuestos del aceite de la semilla de la variedad Artocarpus integer

N°	Compuesto	TR (min)	Área (%)
1	Squalene	18,898	1,06
2	β -Sitosterol, TMS derivative	20,919	2,11
3	Lanosterol	22,074	14,70
4	γ -Sitosterol	22,403	6,69
5	9,19-Cyclolanostane-3,7-diol	22,702	20,77
6	13,27-Cycloursan-3-one	22,901	17,02
7	9,19-Cyclolanost-24-en-3-ol, (3 β)-	23,013	11,26
8	Betulinaldehyde	23,130	3,08
9	24-Methylenecycloartan-3-one	23,380	11,80
10	Cyclotrisiloxane, hexamethyl-	23,480	3,87
11	Octasiloxane, 1,1,3,3,5,5,7,7,9,9,11,11,13,13,15,15-hexadecamethyl-	23,667	2,16
12	9,19-Cyclolanost-24-en-3-ol, acetate (3 β)-	23,819	5,47

Trabajo experimental. Ortiz & Quinatoa, (2022)

En la tabla 22, se muestran los compuestos químicos con mayor área donde el compuesto 9,19-Cyclolanostane-3,7-diol posee un área de 20,77%, el compuesto 13,27-Cycloursan-3-one con una área de 17,02 %, el compuesto Lanosterol con una área de

14,70%, el compuesto 24-Methylenecycloartan-3-one con área de 11,80% finalmente el compuesto γ -Sitosterol tiene una área de 6,69%, dicho compuesto también fue identificado por Krishnamoorthy (2016), en su investigación realizada de los compuestos químicos de la jackfruit donde menciona que dicho compuesto influye positivamente en el estado diabético al reducir directamente los niveles de glucosa en la sangre, en el estudio realizado por Othman *et al.*, (2014), identificó el compuesto 24-Methylenecycloartan-3-one en *phaleria macrocarpa*, donde da conocer que posee propiedades antimicrobianas que pueden ser de gran importancia en tratamientos terapéuticos.

4.4. Elaboración de una crema hidratante para la piel

4.4.1. Crema hidratante

Según la norma NTE INEN 2867 (2015), mencionar que un producto cosmético es toda sustancia o formulación de aplicación local a ser usada en las diversas partes superficiales del cuerpo humano: epidermis, sistema piloso y capilar, uñas, labios y órganos genitales externos o en los dientes y las mucosas bucales, con el fin de limpiarlos, perfumarlos, modificar su aspecto y protegerlos o mantenerlos en buen estado y prevenir o corregir los olores corporales.

En la siguiente figura, se observa el resultado de la elaboración de una crema con beneficio de hidratación para la piel, donde el componente químico Squalene que fue identificado mediante cromatografía de gases en la corteza de *Artocarpus heterophyllus Lam*, se le atribuye ser utilizado en la industria cosmética, debido a que dicho compuesto es un hidratante natural, posee propiedades emolientes que contribuyen a suavizar la dureza de la piel, también a eliminar los radicales libres reduciendo los daños por oxidación de la piel (Parolo, 2020).

Figura 18

Crema hidratante para la piel



Trabajo experimental. Ortiz & Quinatoa, (2022)

Para la elaboración de la crema hidratante se realizó con el aceite extraído mediante el método Soxhlet de la corteza de *Artocarpus heterophyllus Lam* y se trabajó de acuerdo a la norma NTE INEN-ISO 22716 buenas prácticas de manufactura para productos cosméticos.

4.4.2. Etiqueta

La figura muestra el etiquetado del producto de acuerdo a la norma NTE INEN 2867 (2015).

Figura 19

Etiquetado del producto



Trabajo experimental. Ortiz & Quinatoa, (2022)

4.4.3. Costo beneficio

Tabla 23

Costos directos

Costo de producción de la crema hidratante a base de aceite de la cáscara de la <i>Artocarpus heterophyllus</i> Lam				
Insumos	Cantidad	Precio/ unitario \$	Unidades utilizadas	Precio \$
Alcohol cetosteárico	500 g	15	30 g	0,90
Nipagin	500 g	7,50	0,05 g	0,00075
Nipasol	500 g	7,50	0,05 g	0,00075
Lauril sulfato de sodio	500 g	4,50	1,25 g	0,013
Metabisulfito de sodio	250 g	4,50	0,0025 g	0,000045
EDTA	2500 g	5,50	0,05 g	0,0009
Propilenglicol	500 g	5	12,5 g	0,14
Colágeno	250 mL	5	0,3 mL	0,006
Vitamina E	250 mL	5	0,3 mL	0,0006
Aceite de jackfruit	10 mL	5	0,75 mL	0,37
Aroma	5 mL	5	0,25 mL	0,25
Agua destilada	4000 mL	2,50	225 mL	0,14
Envases	22	0,80	22	17,60
			Total	19,42

Trabajo experimental. Ortiz & Quinatoa, (2022)

Tabla 24

Costos indirectos

Costos	
Etiquetas	4,00
Luz (plancha de calentamiento)	0,07
Mano de obra	30,00
Total de costos indirectos	34,07 \$

Trabajo experimental. Ortiz & Quinatoa, (2022)

Tabla 25*Costo unitario*

Costos directos	Costos indirectos	Costo total \$	Numero de envases
19,42	34,07	53,49	22
	Costo unitario		2,43

Trabajo experimental. Ortiz & Quinatoa, (2022)

Para establecer el costo de producción de la crema hidratante para la piel a base de aceite extraído de la corteza *Artocarpus heterophyllus Lam*, se realizó cálculos de costo, incluyendo todos los componentes que fueron necesarios para la elaboración del producto, en la que se elaboró 22 envases de 10 g cada uno de crema hidratante para la piel, por lo tanto, se determinó que el costo unitario de cada envase de 10 g es de 2,43\$, precio muy accesible para los consumidores.

4.5. Comprobación de hipótesis

Las hipótesis que se plantearon en la investigación fueron las siguientes

4.5.1. Hipótesis nula (H₀)

El método de extracción de las dos variedades de *jackfruit* (*Artocarpus heterophyllus* *Lam* y *Artocarpus integer*) no influyen en la obtención del aceite.

4.5.2. Hipótesis alterna (H₁)

El método de extracción de las dos variedades de *jackfruit* (*Artocarpus heterophyllus* *Lam* y *Artocarpus integer*) influyen en la obtención del aceite.

4.5.3. Comprobación de hipótesis para el método de extracción

Con los valores obtenidos mediante el análisis de varianza de la extracción del aceite, como se evidencia en la tabla 16, en efecto los métodos de extracción influyen en la obtención de aceite de las dos variedades de *jackfruit* (*Artocarpus heterophyllus* *Lam* y *Artocarpus integer*), por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna.

4.7. Conclusiones y Recomendaciones

4.7.1. Conclusiones

- Al realizar el estudio físico de las dos variedades de *jackfruit* se determinó que la variedad *Artocarpus heterophyllus Lam* el tamaño, masa y diámetro son notoriamente superior al fruto de la variedad *Artocarpus integer*, De los análisis químicos como: Humedad, ceniza, fibra y proteína realizado a la corteza y la semilla de las dos variedades de *jackfruit*, se encuentra dentro del rango establecido por la norma NTEINEN 616.
- Con respecto a los métodos de estudio para la extracción del aceite, tanto de la corteza como de la semilla se determinó que el mejor método de extracción es por Soxhlet, mientras que la extracción por arrastre de vapor los resultados no fueron favorables con las dos variedades de *jackfruit*.
- Al analizar cromatográficamente los aceites extraídos por el método Soxhlet, se determinó que la corteza de la variedad *Artocarpus heterophyllus Lam*, posee 21 compuestos químicos, siendo el 13,27-Cycloursan-3-one el compuesto que se encuentra presente en mayor concentración en las dos variedades de *jackfruit*. Además, en las dos variedades existe Squalene que posee propiedades emolientes que ayuda a suavizar la piel.
- Se elaboró una crema hidratante para la piel por las propiedades que posee el aceite extraído de la corteza de la variedad *Artocarpus heterophyllus Lam*, ya que presentó propiedades suavizantes para la piel.

4.7.2. Recomendaciones

- Impulsar el estudio de las propiedades terapéuticas con fines medicinales de otras variedades de *jackfruit* que existen en nuestro país. Realizar extracciones de aceites por fluidos supercríticos de las variedades de *jackfruit*.
- Estudiar las propiedades químicas de las otras partes de este árbol como: Hojas, tallos y las raíces.
- Realizar estudios de los beneficios que tiene el *jackfruit*, así como la actividad antioxidante, actividad antimicrobiana y concentración de polifenoles.
- De la fruta de *jackfruit* elaborar productos que sustituyan a la carne ya que su textura y apariencia es similar a ciertos tipos de carne vegetal, lo cual podría ser un alimento idóneo para las personas vegetarianas.
- Del aceite extraído elaborar perfumes, gel desinfectante, jabones, detergentes, mientras que de la pulpa elaborar néctares, mermeladas, saborizantes para distintos tipos de productos.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar, L. (2016). Química Orgánica. Obtenido de https://quimicaorgstv.weebly.com/uploads/4/0/1/0/40103559/pr%C3%A1ctica_2_d_estilaci%C3%B3n_por_arrastre_con_vapor.pdf
- Allwyn, A., Vasudevan, T., & Gobikrishnan, S. (2017). Optimized Extraction and Characterization of Pectin from Jackfruit (*Artocarpus integer*) wastes using Response Surface Methodology. *Biological Macromolecules*, 698-703. doi:<http://dx.doi.org/doi:10.1016/j.ijbiomac.2017.08.065>
- Amarti, N. (2021). Propiedades de los compuestos triterpénicos pentacíclicos en la especie *Olea europaea* L. *Tesis pregrado*. Universidad de Jaén. Obtenido de <https://hdl.handle.net/10953.1/14413>
- Arèvalo, C. (2016). Determinación de metabolitos secundarios del látex de la especie *Euphorbia weberbaueri* Mansf. *Tesis pregrado*. Universidad Técnica Particular de Loja, Loja. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/1816/181620500058.pdf>
- Barcia, J. (2015). Obtención de etanol a partir de *Artocarpus heterophyllus* Lam. (Jackfruit) considerando diferentes estados fisiológicos de la fruta. *Tesis pregrado*. Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Quevedo. Obtenido de <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/620/1/T-UTEQ-0049.pdf>
- Barzola, E., & Estrada, N. (2018). Extracción y caracterización de pectina a partir de la pulpa de *Artocarpus Heterophyllus lam* (Jackfruit). *Tesis pregrado*. Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Quevedo. Obtenido de <https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/4119>
- Bolívar, G. (13 de 12 de 2018). *Cromatografía de gases*. Obtenido de Liferder: <https://www.liferder.com/cromatografia-de-gases/>
- Cantillo, J., García, R., Torres, F., Martínez, T., & Hernández, L. (2021). Calidad nutricional y antioxidante del fruto de Jaca (*Artocarpus heterophyllus*). *Current Topics in Agronomic Science*, 1(1). doi:<http://dx.doi.org/10.5154/r.ctas.2021.06.17a>

- Castaño, G., & Cardona, R. (2020). Emolientes: beneficios, elementos clave y aplicación clínica. *Alegria Mexico*, 128-141. Obtenido de <http://www.scielo.org.mx/pdf/ram/v67n2/2448-9190-ram-67-02-128.pdf>
- Chàvez, S., Perales, A., & Alemàn, S. (2020). Composición química proximal de la jaca (*Artocarpus heterophyllus Lam*). *Investigacion y desarrollo en Ciencias y Tecnología de alimentos*, 5, 207-210. Obtenido de <http://www.fcb.uanl.mx/IDCyTA/files/volume5/5/3/42.pdf>
- Chung, P., Chung, L., & Nvaratnam, P. (2013). Identification, by gene expression profiling analysis, of novel gene targets in *Staphylococcus aureus* treated with betulinaldehyde. *Research in Microbiology*, 164(4), 319-326. doi:<https://doi.org/10.1016/j.resmic.2013.01.005>
- Cisneros, F. (2018). Desarrollo de formulación para la elaboración de mermelada de fruto jaca (*Artocarpus heterophyllus Lam.*) con sustitución parcial de azúcar por edulcorantes. *Tesis pregrado*. Universidad Técnica de Ambato, Ambato. Obtenido de <http://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/28453>
- Crane, J., & Balerdi, C. (2018). La jaca en Florida. *IFAS*. Obtenido de <https://edis.ifas.ufl.edu/pdf/HS/HS28300.pdf>
- Delgado, J. (2018). Plan de negocios de producción y comercialización de mermelada de jackfruit con aporte social de los agricultores del recinto Pueblo Nuevo de la Mocora Grande - Manabí. *Tesis pregrado*. Universidad de Guayaquil, Guayaquil. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/35281>
- Donoso, E., & Torres, D. (2017). Investigación para comercializar jackfruit en el mercado municipal José Mascote de Guayaquil. *Tesis pregrado*. Universidad de Guayaquil, Guayaquil. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/39168/1/tesis%20empastado.pdf>
- Fajardo, F. (2017). Mermelada de jackfruit (*Artocarpus heterophyllus L.*) Edulcorada con panela y miel de abeja. *Tesis pregrado*. Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Quevedo. Obtenido de <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/4760/1/T-UTEQ-074.pdf>

- Farias, D. (2017). Obtenção da farinha da semente de jaca germinada. *Tesis pregrado*. Universidade Federal de Campina Grande, Fevereiro. Obtenido de <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/bitstream/riufcg/4178/1/DANIELA%20DANTAS%20DE%20FARIAS%20LEITE%20e2%80%93%20DISSERTA%c3%87%c3%83O%20%28PPGEA%29%202017.pdf>
- Ferdosi, M., Khan, I., Javaid, A., & Fardosi, M. (2021). GC-MS examination of methanolic extract of cirsium arvense flowers. *Department of Horticulture, Faculty of Agricultural Sciences*, 173-180. doi:<https://doi.org/10.28941/pjwsr.v27i2.946>
- Fuentes, P. (2019). Determinación de ácidos grasos por cromatografía de gases para la determinación de nueces (*Juglans Regia*) según su origen. *Tesis posgrado*. Universidad de Cádiz, España. Obtenido de https://rodin.uca.es/xmlui/bitstream/handle/10498/22384/TFM_Fuentes_Pablo_2020.pdf;jsessionid=8D1127759CA118AE77330DFF65F8F46D?sequence=1
- Hernández, A. (2017). Modelización de la extracción de aceites vegetales con CO₂ en condiciones supercríticas. *Tesis pregrado*. Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial de Barcelona, Barcelona. Obtenido de <https://upcommons.upc.edu/handle/2117/104858>
- Hidalgo, M. (2020). Propuesta para la producción y comercialización de mermelada de jackfruit y banano. *Tesis pregrado*. Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, Guayaquil. Obtenido de <http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/15440>
- Krishnamoorthy, S. (2016). Mass spectrometry analysis of volatile constituents of jack fruit powder. *Ciencias farmacéuticas*, 3(4), 331-339. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/301649110_MASS_SPECTROMETRY_ANALYSIS_OF_VOLATILE_CONSTITUTENTS_OF_JACK_FRUIT_POWDER?enrichId=rgreq-c942334be6afd0bf4c998f6dbd620a41-XXX&enrichSource=Y292ZXJQYWdlOzMwMTY0OTExMDtBUzozNTUxNjI0NjUwMzAxNDRAMTQ2MTY4ODczO
- Logroño, P., & Lozano, J. (2019). Estudio de diversidad química cualitativa y cuantitativa de aceites esenciales provenientes de diferentes variedades de rosas híbridas de tèt.

Tesis pregrado. Universidad Politécnica Salesiana Sede Quito, Quito. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/17406/1/UPS-QT13953.pdf>

Luna, B. (2018). Determinación de las condiciones de pretratamientos para el proceso de secado de la pulpa de Yaca o Jaca (*Artocarpus heterophyllus*). Tesis pregrado. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo. Obtenido de <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/45522/K%2065572%20Luna%20Jim%C3%A9nez%20Brenda%20Nayetxi.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Macias, M., & Esquivel, H. (2020). Análisis de la semilla yaca o jackfruit (*Artocarpus heterophyllus*) su propuesta de aplicación en la culinaria. *Tesis pregrado*. Universidad de Guayaquil, Guayaquil. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/49544/1/BINGQ-GS-20P34.pdf>

Muñoz, V. (2017). Creación de un recetario para la elaboración de una línea de productos alternativos de la carne o productos cárnicos, a base de jackfruit. *Tesis pregrado*. Universidad de las Américas, Quito. Obtenido de <https://dspace.udla.edu.ec/handle/33000/7405>

Naula, M. (2019). Proyecto de factibilidad para la implementación de una empresa dedicada a la producción y comercialización de jaca (jackfruit) deshidratada en el cantón Huaquillas, Provincia del Oro. *Tesis pregrado*. Universidad Nacional de Loja, Loja. Obtenido de <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/22066/1/Mishel%20Lisbeth%20Naula%20Vacacela.pdf>

NTE INEN 1750. (2012). Hortalizas y frutas frescas. Muestro . Quito: Norma Técnica Ecuatoriana .

NTE INEN 2867. (2015). Productos cosméticos. Requisitos. Quito: Norma Técnica Ecuatoriana.

NTE INEN 519. (1980). Harinas de origen vegetal. Determinación de la proteína. Quito : Norma Técnica Ecuatoriana.

NTE INEN 520. (2013). Harinas de origen vegetal. Determinación de la ceniza. Quito: Norma Técnica Ecuatoriana.

- NTE INEN 522. (2013). Harinas de origen vegetal. Determinación de la fibra cruda. Quito: Norma Técnica Ecuatoriana .
- NTE INEN 523. (1980). Harinas de origen vegetal. Determinación de grasa . Quito: Norma Técnica Ecuatoriana .
- NTE INEN 616. (2015). Harina de trigo. Requisitos . Quito : Norma Técnica Ecuatoriana .
- NTE INEN-ISO 22716. (2013). Cosméticos. Buenas practicas de manufactura (Good manufacturing practices) (GMP). Directices sobre buenas prácticas de manufactura. Quito: Norma Técnica Ecuatoriana.
- NTE INEN-ISO 712. (2013). Cereales y productos de cereales. Determinación del contenido de humedad. Método de referencia (IDT). Quito: Norma técnica Ecuatoriana .
- Ortiz, A., & Acuña, J. (2022). Evaluación de la capacidad antioxidante del extracto etanolico de la yaca (*Atocarpus heterophyllus*). *Tesis pregrado*. Universidad de Guayaquil, Guayaquil. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/58496/1/BCIEQ-T-%200666%20Ortiz%20Aguirre%20Amy%20Noelia%3b%20Acu%c3%b1a%20Garc%c3%ada%20Jos%c3%a9%20Hip%c3%b3lito.pdf>
- Othman, S., Sarker, S., Talukdar, A., & Ningthoujam, S. (2014). Chemical constituents and antibacterial activity of *Phaleria Macrocarpa* (scheff.) boerl. *Pharmaceutical Sciences*, 5(8), 3157-3162. doi:[http://dx.doi.org/10.13040/IJPSR.0975-8232.5\(8\).3157-62](http://dx.doi.org/10.13040/IJPSR.0975-8232.5(8).3157-62)
- Parolo, D. (2020). Extração de compostos bioativos de sementes de *Artocarpus heterophyllus*. *Tesis pregrado*. Universidade Federal de Santa Catalina, Florianópolis. Obtenido de <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/219343/PENQ0886-T.pdf?sequence=-1&isAllowed=y>
- Parolo, D., Cadena , S., Cruz, A., & Bella , C. (2019). Biological activity and chemical profile of Brazilian jackfruit seed extracts obtained by supercritical CO₂ and low pressure techniques. *J. of Supercritical Fluids*, 1-11. doi:<https://doi.org/10.1016/j.supflu.2019.104551>

- Peña, H., & Valdés, D. (2018). Determinación del contenido de aceite en la semillas de Jaca “*Artocarpus heterophyllus*”, a partir del método de extracción Soxhlet. *Tecnología en procesos agroindustriales*. Obtenido de <https://www.studocu.com/latam/document/universidad-autonoma-de-occidente/quimica/determinacion-del-contenido-de-aceite-en-las-semillas-de-jaca-articulo-cientifico/12904955>
- Ramos, A. (2015). Estudo da composição química por cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massa (cg/em) do óleo fixo das sementes de abóbora, cuité, jaca, melancia e da casca de cuité. *Tesis pregrado*. Universidade Federal de Campinha Grande, Cuite. Obtenido de <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/xmlui/bitstream/handle/riufcg/8875/ALAN%20RAMOS%20DE%20MEDEIROS%20-%20TCC%20BACHARELADO%20EM%20FARM%20CIA%20CES%202015.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
- Ramos, E., & Udeo, A. (2019). Polifenoles totales y actividad antioxidante del extracto acuoso de la pulpa de Jackfruit (*Artocarpus heterophyllus* Lam). *Tesis pregrado*. Universidad de Guayaquil, Guayaquil. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/43778/1/BCIEQ-T-0436%20Ramos%20Becerra%20Erika%20Dayana%20Udeo%20Tagua%20Ang%20Mar%20ada.pdf>
- Robles, N. (2020). Estudio cinético para la reacción de aminólisis entre un ácido carboxílico y un aminoácido esterificado. *Tesis pregrado*. Universidad Central del Ecuador, Quito. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/21432>
- Sánchez, C., Alvarez, P., Zcapala, A., Acevedo, M., & Cayetano, L. (2020). Phytochemical profile and antiproliferative effect of *Ficus crocata* extracts on triplenegative breast cancer cells. *Complementary medicine and therapies*, 2-15. doi:<https://doi.org/10.1186/s12906-020-02993-6>
- Saynes, V., & Ramirez, E. (2018). Uso de la cromatografía de gases en investigaciones de emisión de gases de efecto invernadero del sector pecuario. *AGROProductividad*, 81-88. Obtenido de https://www.researchgate.net/profile/Efren-Ramirez-Briebesca/publication/323911337_EL_USO_DE_LA_CROMATOLOGRAFIA_DE_GASES_EN_INVESTIGACIONES_DE_EMISIONES_DE_GASES_DE_EFECTO

INVERNADERO_DEL_SECTOR_PECUARIO/links/5ab24dedaca272171000a4f1
/EL-USO-DE-LA-CROMATOGR

- Semanate, A. (2021). Utilización de la harina de Jacfruit (*Artocarpus heretophyllus Lam*) en galletas con bajo índice glucémico. *Tesis pregrado*. Escuela Superior Politécnica del Chimborazo, Riobamba. Obtenido de <http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/14805/1/156T0039.pdf>
- Simba, M. (2014). Caracterización físico-química de la Jack fruit y propuestas de dos alternativas para el procesamiento. *Tesis pregrado*. Universidad Tecnológica Equinoccial, Quito. Obtenido de http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/5062/1/55526_1.pdf
- Sinche, D. (2012). Caracterización físico-química de naftas producidas en la refinería estatal de Esmeraldas, mediante cromatografía de gases. *Tesis pregrado*. Universidad Central del Ecuador, Quito. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/389>
- Torres, A. (2018). Extracción de aceite a partir de semillas de granadilla (*Passiflora ligularis*) por prensado en frío y solvente orgánico. *Tesis pregrado*. Universidad Señor de Sipán, Pimentel. Obtenido de <https://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12802/5768/Torres%20Mel%20C3%A9ndez%20Alex%20Frang.pdf?sequence=1>
- Torres, K. (2021). Estudio de factibilidad para la elaboración de una crema hidratante a base de cáscaras de huevo en la ciudad de Ambato, provincia de Tungurahua. *Tesis pregrado*. Universidad Técnica de Ambato, Ambato. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/33675>
- Valle, M., & Mancero, E. (2020). Estudio de factibilidad económica para la producción e internalización de snacks a base de Jackfruit. *Tesis pregrado*. Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, Guayaquil. Obtenido de <http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/15152>
- Vázquez, M., & Guerrero, J. (2017). Efecto del aceite esencial de *Cymbopogon citratus* sobre propiedades físico-químicas en películas de quitosano. *Scientia Agropecuaria*, 401-409. doi:<http://dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2017.04.11>

- Villacis, J., Vera, E., Van, J., Ruales, J., & Elst, K. (2021). Valorization of byproducts from tropical fruits: A review, Part 2: Applications, economic, and environmental aspects of biorefinery via supercritical fluid extraction. *Reviews in food science and food safety*, 2305-2331. doi:<https://doi.org/10.1111/1541-4337.12744>
- Wenji, L., Maoyuan, W., Shuo, C., Xinrui, Z., & Jianrong, W. (2013). The Liposoluble Components and the Antioxidant Activities from the Stems and Bark of *Euphorbia tirucalli* L. *Chinese Journal of Tropical Crops*, 34(9), 1752-1755. Obtenido de <http://www.rdzwx.com/CN/Y2013/V34/I9/1752>

ANEXOS

Anexo 1

Mapa de ubicación de la investigación



Trabajo experimental. Ortiz & Quinatoa, (2022)

Anexo 2

Análisis Físico

Parámetros	<i>Artocarpus heterophyllus Lam</i>		<i>Artocarpus integer</i>	
	Semilla	Fruto	Semilla	Fruto
Peso (g)	5.5	7500	4.5	3600
Tamaño (cm)	2.4	85.5	2.4	75.5
Diámetro (cm)	5.8	41	5.5	37.3

Trabajo experimental. Ortiz & Quinatoa, (2022)

Anexo 3

Análisis químicos de la corteza de la jackfruit *Artocarpus heterophyllus* Lam



INFORME DE RESULTADOS

INF.LASA-02-12-21-5809
ORDEN DE TRABAJO No. 21-6047

INFORMACIÓN DEL CLIENTE		
SOLICITADO POR: ORTIZ CHACHA SILVIA MERCEDES		DIRECCIÓN: ECHEANDIA
TELÉFONO/FAX: 0990975827	TIPO DE MUESTRA: ALIMENTOS	PROCEDENCIA: UNIVERSIDAD
IDENTIFICACIÓN: CORTEZA JACK FRUIT (ARTOCARPUS)		CODIGO INICIAL: M3

Información suministrada por el cliente

INFORMACIÓN DEL LABORATORIO		
MUESTREO POR: SOLICITANTE	FECHA DE MUESTREO: -	INGRESO AL LABORATORIO: 29/11/2021
FECHA DE ANÁLISIS: 29/11-02/12/2021	FECHA DE ENTREGA: 02/12/2021	NÚMERO DE MUESTRAS: Una (1)
CÓDIGO DE MUESTRA: 21-16862	REALIZACIÓN DE ENSAYOS: LABORATORIO	

ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO

ITEM	PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	INCERTIDUMBRE U (k=2)	MÉTODO DE ENSAYO
1	PROTEÍNA (f: 6,25)	%	5,8	-	^b PEE.LASA.FQ.11 KJELDAHL *

Los ensayos marcados con * NO están incluidos en el alcance de acreditación del SAE
Los ensayos marcados con (b) NO están incluidos en el alcance de acreditación de A2LA.

Q.A VANESSA RENTERIA
JEFE DE DEPARTAMENTO

Prohibida la reproducción parcial por cualquier medio sin permiso por escrito del laboratorio.
LASA se responsabiliza exclusivamente del resultado correspondiente a los ensayos en la muestra recibida en el laboratorio, por el contrario no se responsabiliza de la información proporcionada por el cliente asociada a la muestra así como sus datos descriptivos.
Los criterios de conformidad serán emitidos solamente si el cliente lo solicita por escrito.
El laboratorio se compromete con la Imparcialidad y Confidencialidad de la información y los resultados (la aceptación de este informe implica la aceptación de la política relativa al tema y declarada en www.laboratoriolasa.com)

Pág. 1 de 1

Anexo 4

Análisis químicos de la semilla de la jackfruit *Artocarpus heterophyllus* Lam



INFORME DE RESULTADOS

INF.LASA-02-12-21-5810
ORDEN DE TRABAJO No. 21-6047

INFORMACIÓN DEL CLIENTE		
SOLICITADO POR: ORTIZ CHACHA SILVIA MERCEDES		DIRECCIÓN: ECHEANDIA
TELÉFONO/FAX: 0990975827	TIPO DE MUESTRA: ALIMENTOS	PROCEDENCIA: UNIVERSIDAD
IDENTIFICACIÓN: SEMILLA JACK FRUIT (ARTOCARPUS)		CODIGO INICIAL: M4

Información suministrada por el cliente

INFORMACIÓN DEL LABORATORIO		
MUESTREO POR: SOLICITANTE	FECHA DE MUESTREO: -	INGRESO AL LABORATORIO: 29/11/2021
FECHA DE ANÁLISIS: 29/11-02/12/2021	FECHA DE ENTREGA: 02/12/2021	NÚMERO DE MUESTRAS: Una (1)
CÓDIGO DE MUESTRA: 21-16863	REALIZACIÓN DE ENSAYOS: LABORATORIO	

ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO

ITEM	PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	INCERTIDUMBRE U (k=2)	MÉTODO DE ENSAYO
1	PROTEÍNA (f: 6,25)	%	11,6	-	^b PEE.LASA.FQ.11 KJELDAHL *

Los ensayos marcados con * NO están incluidos en el alcance de acreditación del SAE
Los ensayos marcados con (b) NO están incluidos en el alcance de acreditación de A2LA.

Q.A VANESSA RENTERIA
JEFE DE DEPARTAMENTO

Prohibida la reproducción parcial por cualquier medio sin permiso por escrito del laboratorio.
LASA se responsabiliza exclusivamente del resultado correspondiente a los ensayos en la muestra recibida en el laboratorio, por el contrario no se responsabiliza de la información proporcionada por el cliente asociada a la muestra así como sus datos descriptivos.
Los criterios de conformidad serán emitidos solamente si el cliente lo solicita por escrito.
El laboratorio se compromete con la Imparcialidad y Confidencialidad de la información y los resultados (la aceptación de este informe implica la aceptación de la política relativa al tema y declarada en www.laboratoriolasa.com)

Pág. 1 de 1

Anexo 5

Análisis químicos de la corteza de la jackfruit *Artocarpus integer*



INFORME DE RESULTADOS

INF.LASA-02-12-21-5808
ORDEN DE TRABAJO No. 21-6047

INFORMACIÓN DEL CLIENTE		
SOLICITADO POR: ORTIZ CHACHA SILVIA MERCEDES		DIRECCIÓN: ECHEANDIA
TELÉFONO/FAX: 0990975827	TIPO DE MUESTRA: ALIMENTOS	PROCEDENCIA: UNIVERSIDAD
IDENTIFICACIÓN: CORTEZA JACK FRUIT (INTEGER)		CODIGO INICIAL: M2

Información suministrada por el cliente

INFORMACIÓN DEL LABORATORIO		
MUESTREO POR: SOLICITANTE	FECHA DE MUESTREO: -	INGRESO AL LABORATORIO: 29/11/2021
FECHA DE ANÁLISIS: 29/11-02/12/2021	FECHA DE ENTREGA: 02/12/2021	NÚMERO DE MUESTRAS: Una (1)
CÓDIGO DE MUESTRA: 21-16861	REALIZACIÓN DE ENSAYOS: LABORATORIO	

ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO

ITEM	PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	INCERTIDUMBRE U (k=2)	MÉTODO DE ENSAYO
1	PROTEÍNA (f: 6,25)	%	7,5	-	^b PEE.LASA.FQ.11 KJELDAHL *

Los ensayos marcados con * NO están incluidos en el alcance de acreditación del SAE
Los ensayos marcados con (b) NO están incluidos en el alcance de acreditación de A2LA.

Q.A VANESSA RENTERIA
JEFE DE DEPARTAMENTO

Prohibida la reproducción parcial por cualquier medio sin permiso por escrito del laboratorio.
LASA se responsabiliza exclusivamente del resultado correspondiente a los ensayos en la muestra recibida en el laboratorio, por el contrario no se responsabiliza de la información proporcionada por el cliente asociada a la muestra así como sus datos descriptivos.
Los criterios de conformidad serán emitidos solamente si el cliente lo solicita por escrito.
El laboratorio se compromete con la Imparcialidad y Confidencialidad de la información y los resultados (la aceptación de este informe implica la aceptación de la política relativa al tema y declarada en www.laboratoriolasa.com)

Pág. 1 de 1

Anexo 6

Análisis químicos de la semilla de la jackfruit *Artocarpus integer*



INFORME DE RESULTADOS

INF.LASA-02-12-21-5807
ORDEN DE TRABAJO No. 21-6047

INFORMACIÓN DEL CLIENTE		
SOLICITADO POR: ORTIZ CHACHA SILVIA MERCEDES		DIRECCIÓN: ECHEANDIA
TELÉFONO/FAX: 0990975827	TIPO DE MUESTRA: ALIMENTOS	PROCEDENCIA: UNIVERSIDAD
IDENTIFICACIÓN: SEMILLA JACK FRUIT (INTEGER)		CODIGO INICIAL: M1

Información suministrada por el cliente

INFORMACIÓN DEL LABORATORIO		
MUESTREO POR: SOLICITANTE	FECHA DE MUESTREO: -	INGRESO AL LABORATORIO: 29/11/2021
FECHA DE ANÁLISIS: 29/11-02/12/2021	FECHA DE ENTREGA: 02/12/2021	NÚMERO DE MUESTRAS: Una (1)
CÓDIGO DE MUESTRA: 21-16860	REALIZACIÓN DE ENSAYOS: LABORATORIO	

ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO

ITEM	PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	INCERTIDUMBRE U (k=2)	MÉTODO DE ENSAYO
1	PROTEÍNA (f: 6,25)	%	13,8	-	^b PEE.LASA.FQ.11 KJELDAHL *

Los ensayos marcados con * NO están incluidos en el alcance de acreditación del SAE
Los ensayos marcados con (b) NO están incluidos en el alcance de acreditación de A2LA.

Q.A VANESSA RENTERIA
JEFE DE DEPARTAMENTO

Prohibida la reproducción parcial por cualquier medio sin permiso por escrito del laboratorio.
LASA se responsabiliza exclusivamente del resultado correspondiente a los ensayos en la muestra recibida en el laboratorio, por el contrario no se responsabiliza de la información proporcionada por el cliente asociada a la muestra así como sus datos descriptivos.
Los criterios de conformidad serán emitidos solamente si el cliente lo solicita por escrito.
El laboratorio se compromete con la Imparcialidad y Confidencialidad de la información y los resultados (la aceptación de este informe implica la aceptación de la política relativa al tema y declarada en www.laboratoriolasa.com)

Pág. 1 de 1

Anexo 7

Extracción por el método Soxhlet de las dos variedades de *jackfruit*

Variedad	Tipo de muestra	Peso (g)	Volumen Metanol (mL)	No. Reflujo	T (°C)	Volumen extraído (mL)
<i>Artocarpus Heterophyllus Lam.</i>	Cáscara	30	250	5	69	2,4
	Semilla	30	250	5	69	0,55
<i>Artocarpus integer</i>	Cáscara	30	250	5	69	1
	Semilla	30	250	5	69	0,45


Anexo 8

Extracción por el método de arrastre de vapor

Variedad	Tipo de muestra	Peso (g)	Volumen H ₂ O destilada (mL)	T (°C)	Volumen extraído (mL)
<i>Artocarpus heterophyllus Lam.</i>	Cáscara	50	250	150	0.0
	Semilla	50	250	150	0.0
<i>Artocarpus integer</i>	Cáscara	50	250	150	0.0
	Semilla	50	250	150	0.0

Anexo 9

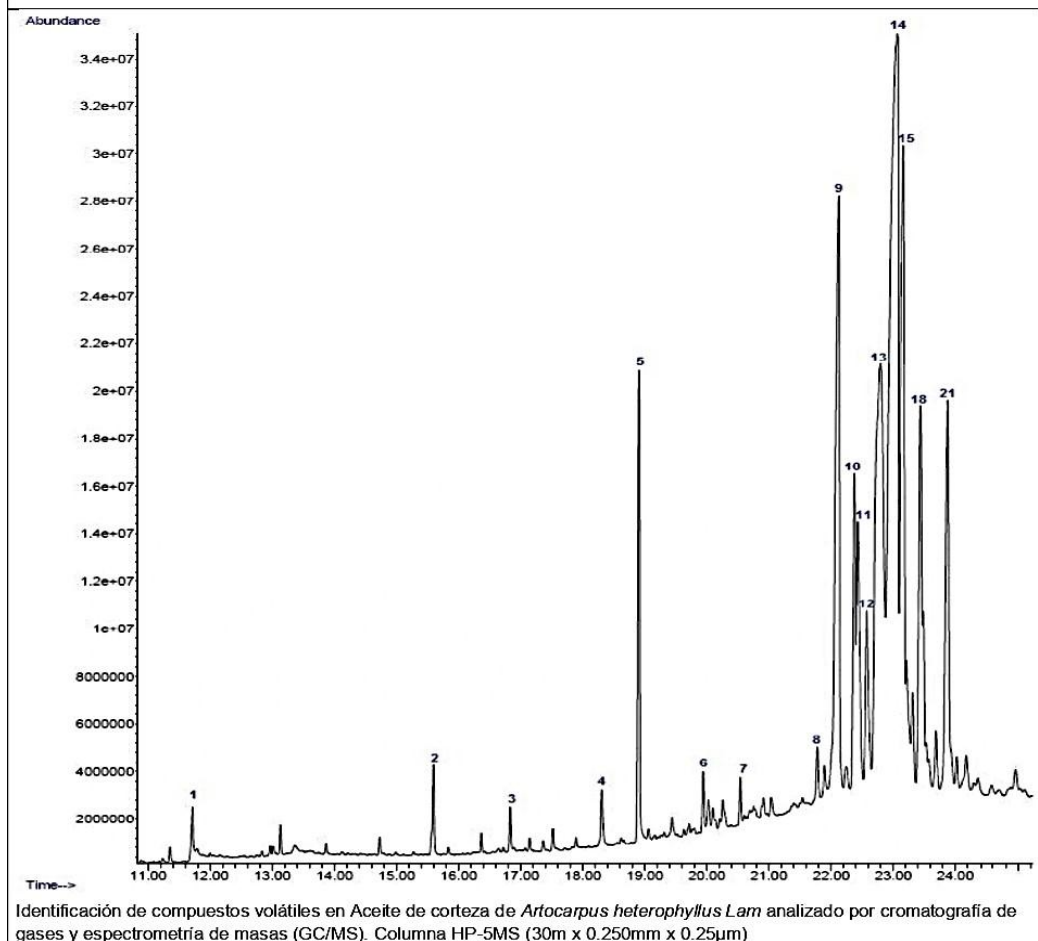
Análisis por cromatografía de gases del aceite de la corteza de *Artocarpus heterophyllus*

	DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN	LABORATORIOS DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN <small>Laguacoto II, Km 1 1/2, vía a San Simón, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, Ecuador.</small>	Código	FPG12-01
		INFORME DE RESULTADOS	Versión	1
			Año	2021
			Página	Página 1 de 2

INFORME DE ENSAYOS N°020-2022

Descripción de la muestra	
Solicitantes	Silvia Mercedes Ortiz Chacha
Muestra	Aceite de corteza de <i>Artocarpus heterophyllus</i> Lam
Código asignado UEB	INV 004
Estado de la muestra	Líquido
Envase de recepción	Frasco de vidrio color ámbar con 3 mL aprox con contenido de muestra
Análisis requerido(s)	Cromatografía de gases con espectrometría de masa
Fecha de recepción	31 de enero de 2022
Fecha de análisis	10 al 16 de febrero y 04 al 08 de marzo de 2022
Fecha de informe	08 de marzo de 2022
Técnico asignado	ECCR

RESULTADOS OBTENIDOS



	DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN	LABORATORIOS DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN <small>Laguacoto II, Km 1 1/2, vía a San Simón, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, Ecuador.</small>	Código	FPG12-01
		INFORME DE RESULTADOS	Versión	1
			Año	2021
			Página	Página 2 de 2

Nº	Compuesto	Tiempo de retención (min)	Área (%)
1	n-Hexadecanoic acid	11,707	0,37
2	Hexanedioic acid, bis(2-ethylhexyl) ester	15,590	0,73
3	Diisooctyl phthalate	16,825	0,29
4	1,3-Benzenedicarboxylic acid, bis(2-ethylhexyl) ester	18,300	0,55
5	Squalene	18,901	4,20
6	Betulin	19,934	0,41
7	Oxirane, 2,2-dimethyl-3-(3,7,12,16,20-pentamethyl-3,7,11,15,19-heneicosapentaenyl)-, (all-E)-	20,531	0,30
8	Campesterol	21,773	0,61
9	Lanosterol	22,120	11,33
10	Lanosta-8,24-dien-3-one	22,371	3,45
11	γ -Sitosterol	22,425	4,11
12	9,19-Cyclolanostane-3,7-diol	22,569	2,75
13	9,19-Cyclolanost-7-en-3-ol	22,794	15,83
14	13,27-Cycloursan-3-one	23,063	28,27
15	9,19-Cyclolanost-24-en-3-ol, (3 β)-	23,155	10,84
16	23-(Phenylsulfanyl)lanosta-8,24-dien-3-ol	23,211	1,66
17	Betulinaldehyde	23,310	1,17
18	24-Methylenecycloartan-3-one	23,434	5,39
19	Lupeol	23,481	1,26
20	9,19-Cycloergost-24(28)-en-3-ol, 4,14-dimethyl-, acetate, (3 β ,4 α ,5 α)-	23,685	0,63
21	9,19-Cyclolanost-24-en-3-ol, acetate	23,875	5,84

Compuestos identificados con la Librería NIST14.L




Firmado digitalmente por:
EDGAR MARCELO VILCACUNDO CHAMORRO

Ing. Marcelo Vilcacundo Chamorro.
Director DIVIUEB
Teléf. (+593) 98 721 5594

Anexo 10

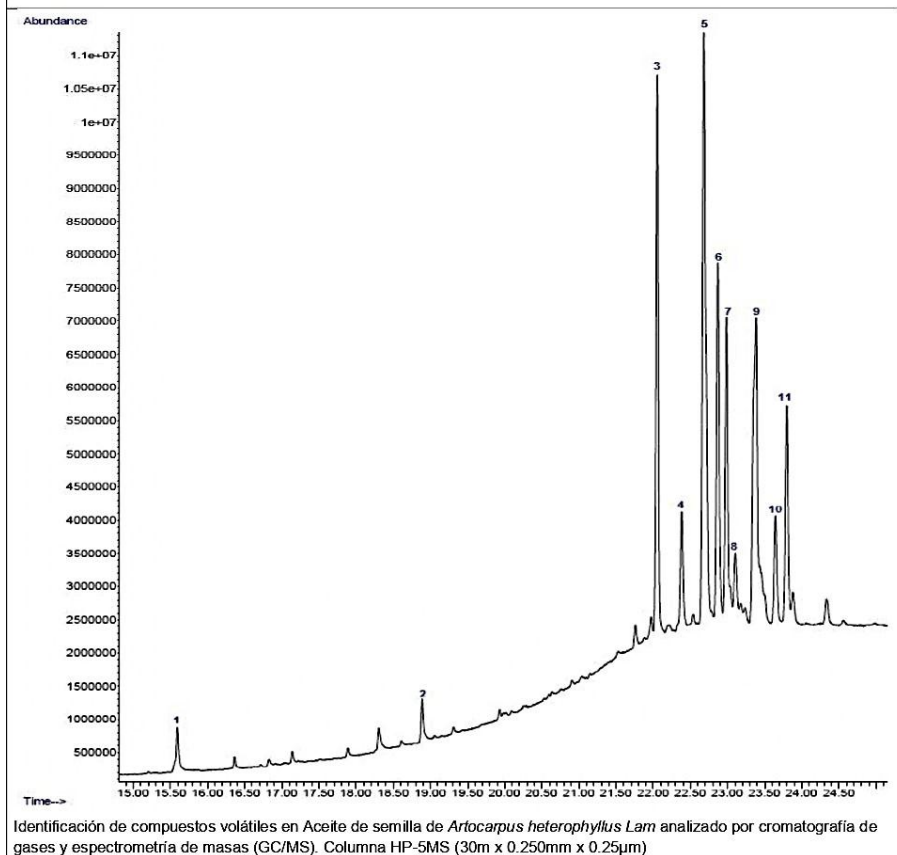
Análisis por cromatografía de gases del aceite de la semilla de *Artocarpus heterophyllus* Lam.

 DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN	LABORATORIOS DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN Laguacoto II, Km 1 1/2, vía a San Simón, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, Ecuador.	Código	FPG12-01
	INFORME DE RESULTADOS	Versión	1
		Año	2021
		Página	Página 1 de 2

INFORME DE ENSAYOS N°021-2022

Descripción de la muestra	
Solicitantes	Silvia Mercedes Ortiz Chacha
Muestra	Aceite de semilla de <i>Artocarpus heterophyllus</i> Lam
Código asignado UEB	INV 005
Estado de la muestra	Líquido
Envase de recepción	Frasco de vidrio color ámbar con 3 mL aprox con contenido de muestra
Análisis requerido(s)	Cromatografía de gases con espectrometría de masa
Fecha de recepción	31 de enero de 2022
Fecha de análisis	10 al 16 de febrero y 04 al 08 de marzo de 2022
Fecha de informe	08 de marzo de 2022
Técnico asignado	ECCR

RESULTADOS OBTENIDOS



 UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLIVAR	DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN	LABORATORIOS DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN <small>Laguacoto II, Km 1 1/2, vía a San Simón, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, Ecuador.</small>		Código	FPG12-01
		INFORME DE RESULTADOS		Versión	1
				Año	2021
				Página	Página 2 de 2

Nº	Compuesto	Tiempo de retención (min)	Área (%)
1	Hexanedioic acid, bis(2-ethylhexyl) ester	15,959	1,51
2	Octasiloxane, 1,1,3,3,5,5,7,7,9,9,11,11,13,13,15,15-hexadecamethyl-	18,890	1,23
3	Lanosterol	22,057	14,68
4	γ -Sitosterol	22,384	4,05
5	9,19-Cyclolanost-7-en-3-ol	22,683	25,02
6	13,27-Cycloursan-3-one	22,871	11,97
7	9,19-Cyclolanost-24-en-3-ol, (3 β)-	22,988	10,39
8	Octasiloxane, 1,1,3,3,5,5,7,7,9,9,11,11,13,13,15,15-hexadecamethyl-	23,107	2,83
9	Lanosta-8,24-dien-3-ol, acetate, (3 β)-	23,386	18,47
10	9,19-Cycloergost-24(28)-en-3-ol, 4,14-dimethyl-, acetate, (3 β ,4 α ,5 α)-	23,648	3,57
11	9,19-Cyclolanost-24-en-3-ol, acetate, (3 β)-	23,799	6,30

Compuestos identificados con la Librería NIST14.L



Escanea el código QR para:
EDGAR MARCELO VILCACUNDO CHAMORRO

Ing. Marcelo Vilcacundo Chamorro.
Director DIVIUEB
 Teléf. (+593) 98 721 5594

Anexo 11

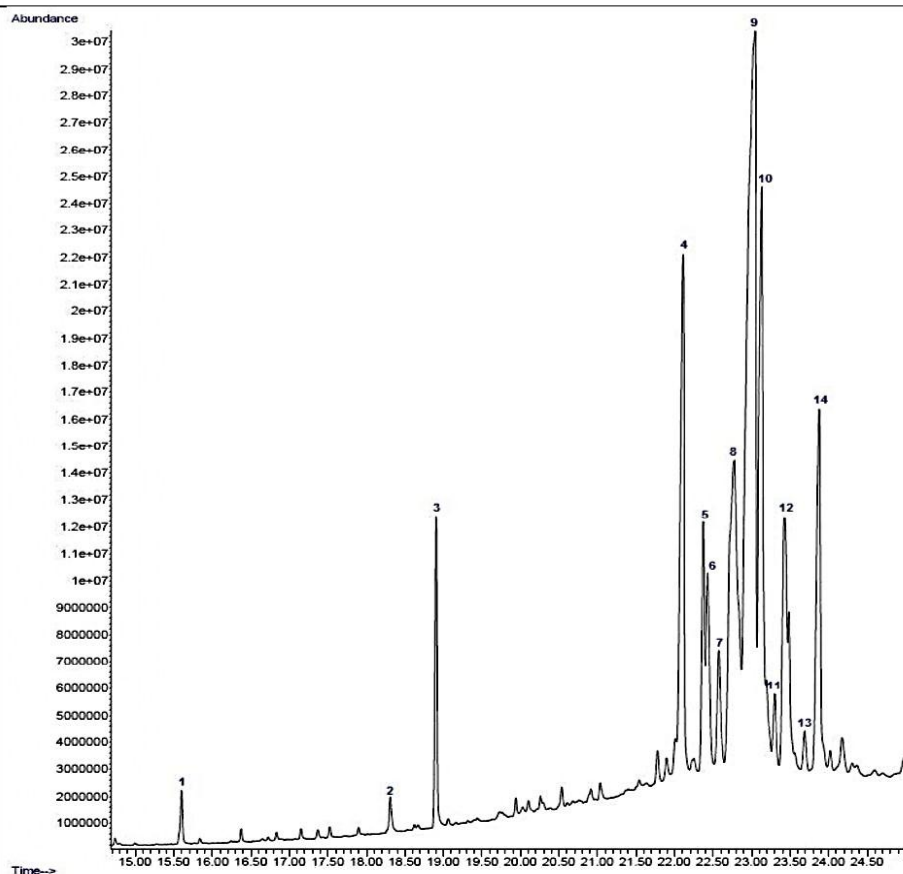
Análisis por cromatografía de gases del aceite de la corteza de *Artocarpus integer*

	DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN	LABORATORIOS DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN Laguacoto II, Km 1 1/2, vía a San Simón, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, Ecuador.	Código	FPG12-01
		INFORME DE RESULTADOS	Versión	1
			Año	2021
			Página	Página 1 de 2


INFORME DE ENSAYOS N°019-2022

Descripción de la muestra	
Solicitantes	Silvia Mercedes Ortiz Chacha
Muestra	Aceite de corteza de <i>Artocarpus integer</i>
Código asignado UEB	INV 003
Estado de la muestra	Líquido
Envase de recepción	Frasco de vidrio color ámbar con 3 mL aprox con contenido de muestra
Análisis requerido(s)	Cromatografía de gases con espectrometría de masa
Fecha de recepción	31 de enero de 2022
Fecha de análisis	10 al 16 de febrero y 04 al 08 de marzo de 2022
Fecha de informe	08 de marzo de 2022
Técnico asignado	ECCR

RESULTADOS OBTENIDOS



Identificación de compuestos volátiles en Aceite de corteza de *Artocarpus integer* analizado por cromatografía de gases y espectrometría de masas (GC/MS). Columna HP-5MS (30m x 0.250mm x 0.25µm)

 UNIVERSIDAD ESTADAL DE BOLIVAR	DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN	LABORATORIOS DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN <small>Laguacoto II, Km 1 1/2, vía a San Simón, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, Ecuador.</small>	Código FPG12-01
		INFORME DE RESULTADOS	Versión 1
			Año 2021
			Página Página 2 de 2

Nº	Compuesto	Tiempo de retención (min)	Área (%)
1	Hexanedioic acid, bis(2-ethylhexyl) ester	15,601	0,60
2	1,3-Benzenedicarboxylic acid, bis(2-ethylhexyl) ester	18,310	0,47
3	Squalene	18,905	3,18
4	Lanosterol	22,110	10,93
5	Lanosta-8,24-dien-3-one	22,373	3,56
6	γ -Sitosterol	22,430	3,63
7	9,19-Cyclolanostane-3,7-diol	22,576	2,52
8	9,19-Cyclolanost-7-en-3-ol	22,772	13,51
9	13,27-Cycloursan-3-one	23,038	32,01
10	9,19-Cyclolanost-24-en-3-ol, (3 β)-	23,128	13,17
11	Betulinaldehyde	23,301	1,29
12	9,19-Cyclo-25,26-epoxyergostan-3-ol, 4,4,14-trimethyl-, acetate	23,429	7,62
13	Methyl glycocholate, 3TMS derivative	23,690	0,58
14	9,19-Cyclolanost-24-en-3-ol, acetate	23,875	6,91

Compuestos identificados con la Librería NIST14.L




Firmado electrónicamente por:
EDGAR MARCELO VILCACUNDO CHAMORRO

Ing. Marcelo Vilcacundo Chamorro.
Director DIVIUEB
 Teléf. (+593) 98 721 5594

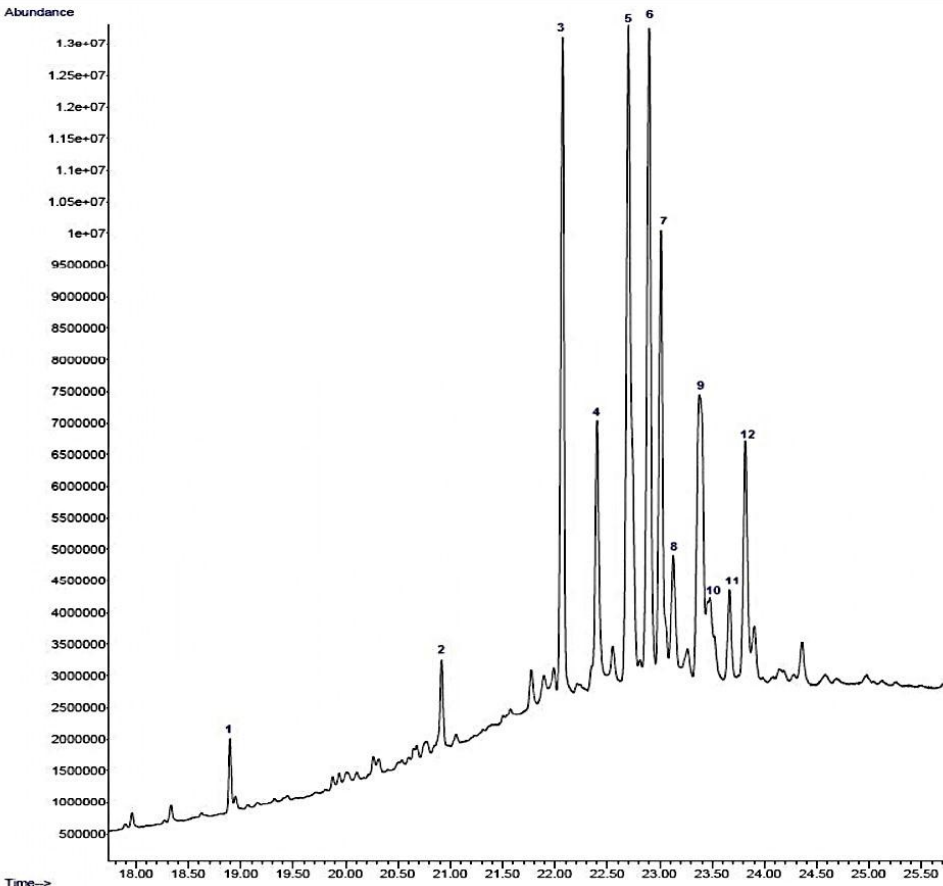
Anexo 12


Análisis por cromatografía de gases del aceite de la semilla de *Artocarpus integer*

	DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN	LABORATORIOS DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN Laguacoto II, Km 1 1/2, vía a San Simón, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, Ecuador.	Código	FPG12-01
		INFORME DE RESULTADOS	Versión	1
			Año	2021
			Página	Página 1 de 2

INFORME DE ENSAYOS N°018-2022

Descripción de la muestra	
Solicitantes	Silvia Mercedes Ortiz Chacha
Muestra	Aceite de semilla de <i>Artocarpus integer</i>
Código asignado UEB	INV 002
Estado de la muestra	Líquido
Envase de recepción	Frasco de vidrio color ámbar con 3 mL aprox con contenido de muestra
Análisis requerido(s)	Cromatografía de gases con espectrometría de masa
Fecha de recepción	31 de enero de 2022
Fecha de análisis	10 al 16 de febrero y 04 al 08 de marzo de 2022
Fecha de informe	08 de marzo de 2022
Técnico asignado	ECCR

RESULTADOS OBTENIDOS	
	
Identificación de compuestos volátiles en Aceite de semilla de <i>Artocarpus integer</i> analizado por cromatografía de gases y espectrometría de masas (GC/MS). Columna HP-5MS (30m x 0.250mm x 0.25µm)	

 UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLIVAR	DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN	LABORATORIOS DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN <small>Laguacoto II, Km 1 1/2, vía a San Simón, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, Ecuador.</small>	Código FPG12-01
		Informe de Resultados	Versión 1
			Año 2021
			Página Página 2 de 2

Nº	Compuesto	Tiempo de retención (min)	Área (%)
1	Squalene	18,898	1,06
2	β -Sitosterol, TMS derivative	20,919	2,11
3	Lanosterol	22,074	14,70
4	γ -Sitosterol	22,403	6,69
5	9,19-Cyclolanostane-3,7-diol	22,702	20,77
6	13,27-Cycloursan-3-one	22,901	17,02
7	9,19-Cyclolanost-24-en-3-ol, (3 β)-	23,013	11,26
8	Betulinaldehyde	23,130	3,08
9	24-Methylenecycloartan-3-one	23,380	11,80
10	Cyclotrisiloxane, hexamethyl-	23,480	3,87
11	Octasiloxane, 1,1,3,3,5,5,7,7,9,9,11,11,13,13,15,15-hexadecamethyl-	23,667	2,16
12	9,19-Cyclolanost-24-en-3-ol, acetate (3 β)-	23,819	5,47

Compuestos identificados con la Librería NIST14.L



Firmado digitalmente por:
EDGAR MARCELO VILCACUNDO CHAMORRO

Ing. Marcelo Vilcacundo Chamorro.
Director DIVIUEB
Teléf. (+593) 98 721 5594

Anexo 13

Fotografías de los análisis físico-químicos de la materia prima



Medición del tamaño



Peso



Humedad



Ceniza

Anexo 14

Extracción por Soxhlet y arrastre de vapor



Extracción por Soxhlet



Aceite



Extracción por arrastre de vapor



Aceite

Anexo 15

Fotografías de los Análisis por cromatografía de gases



Extracto de Soxhlet



Preparación de muestra



Inyección de la muestra



Picos cromatográficos

Anexo 16

Fotografías de la crema hidratante



Pesado de ingredientes



Calentamiento de componentes



Homogenización



Crema hidratante

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Aceite esencial: son sustancias aromáticas naturales responsables de las fragancias ya sean de flores, semillas, corteza, tallos, raíces u otros órganos vegetales, se adquieren mediante extracciones.

Celulosa: es un polisacárido compuesto de moléculas de glucosa, incluso es una biomolécula orgánica más abundante que forma parte de la biomasa terrestre.

Colesterol: es una de las grasas o grasas más importantes de nuestro organismo, actúa principalmente en la formación de las membranas celulares de nuestros órganos, también es un precursor de los ácidos biliares, que forman parte de la bilis y ayudan a digerir los alimentos grasos.

Cosméticos: son productos utilizados para mejorar la apariencia en términos de higiene y apariencia, esta indicación se aplica a los productos de uso tópico, es decir, para el cabello, la piel, las uñas y la boca.

Corteza: es el tejido primario de raíces y tallos, siendo la capa epidérmica el floema en las raíces, la capa interna no es floema, pero sí periciclo.

Cromatografía: es un método químico que permite separar sustancias líquidas y gaseosas que integran una mezcla, distribuyendo en dos fases: estacionaria y móvil.

Extracción: es la técnica de separar compuestos a partir de una mezcla sólida o líquida, separación de compuestos más utilizados en el laboratorio químico.

Extracción por Soxhlet: permite extraer compuestos (normalmente grasas) mediante disolventes. Este proceso se puede repetir varias veces gracias al sistema que permite la circulación del disolvente y del líquido.

Extracción por arrastre de vapor: es el mejor método de extracción para obtener aceite esencial, se trata de un proceso de extracción por el cual, mediante el uso de vapor de agua se vaporizan los componentes volátiles de la materia vegetal.

Fibra: son compuestos vegetales que contienen lignina y polisacáridos siendo altamente resistentes al hidrólisis de las enzimas digestivas humanas, cumpliendo un papel fundamental en la defecación y ayudando a prevenir el estreñimiento.

Jaca: es un árbol frutal de gran tamaño, originario de la India y con propiedades antioxidantes, muy conocidas en las regiones subtropicales del país.

Polisacáridos: es aquel que va compuesto de una extensa sucesión de moléculas, que están unidas entre sí por medio de enlaces glucosídicos, conocidos también como carbohidratos o glucósidos.

Semilla: es la parte de la planta con flores, encontrándose en el interior del fruto y en el interior tiene el embrión, que puede dar lugar a una nueva planta.