



Caracterización físico-química del aceite de semillas de algunas frutas como el membrillo, melón, arazá, chirimoya y uva: un potencial residuo agroindustrial como plataforma base para procesos industriales y biorefinería.

Sánchez Garzón, Cynthia Valeria

Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica

Carrera de Petroquímica

Trabajo de Unidad de Integración Curricular, previo a la obtención del título de Petroquímico

Msc. Sayavedra Delgado, Jonathan Javier

29 de agosto del 2023

Latacunga

Reporte de verificación de contenido



Plagiarism report

Trabajo de titulación_Sanchez_Valeri...

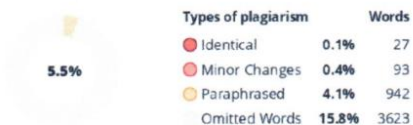
Scan details

Scan time:
August 25th, 2023 at 18:28 UTC

Total Pages:
92

Total Words:
22919

Plagiarism Detection



AI Content Detection



Plagiarism Results: (28)

download https://repositorio.utq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/0... Usuario UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INDUSTRIA Y PRODUCCIÓN CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL...	0.8%
Ácidos grasos, tocoferoles y fitoesteroles en aceites... http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=s... Servicios Personalizados Revista SciELO Analytics Google Scholar H5M5 ...	0.5%
BC-TES-3871.pdf?sequence=1&isAllowed=y https://repositorio.unprg.edu.pe/bitstreams/handle/20500.1... ·r, BIPEDRO RUIZ GALLO"; UNIVERSIDAD NACIONAL /~*****\ (/; {i! FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA \ EINDUSTRIAS AUMENTARIAS ESCUEL...	0.5%

Msc, Sayavedra Delgado, Jonathan Javier

C.C: 0502865850

Certified by
Copyleaks

About this report
help.copyleaks.com

copyleaks.com



Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica

Carrera de Petroquímica

Certificación

Certifico que el trabajo de integración curricular: **“Caracterización físico-química del aceite de semillas de algunas frutas como el membrillo, melón arazá, chirimoya y uva: un potencial residuo agroindustrial como plataforma base para procesos industriales y biorefinería”** fue realizado por la señorita **Sánchez Garzón, Cynthia Valeria**, el mismo que cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, además fue revisado y analizada en su totalidad por la herramienta de prevención y/o verificación de similitud de contenidos; razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que se lo sustente públicamente.

Latacunga, 29 de agosto del 2023

Msc, Sayavedra Delgado, Jonathan Javier

C.C: 0502865850



Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica

Carrera de Petroquímica

Responsabilidad de Autoría

Yo, **Sánchez Garzón, Cynthia Valeria**, con cédula de ciudadanía N°. **0550258909**, declaro que el contenido, ideas y criterios del trabajo de integración curricular: **Caracterización físico-química del aceite de semillas de algunas frutas como el membrillo, melón, arazá, chirimoya y uva: un potencial residuo agroindustrial como plataforma base para procesos industriales y biorefinería** es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Latacunga, 29 de agosto del 2023

Sánchez Garzón, Cynthia Valeria

C.C.: 0550258909



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica

Carrera de Petroquímica

Autorización de Publicación

Yo, **Sánchez Garzón, Cynthia Valeria**, con cédula de ciudadanía N°. **0550258909**, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de integración curricular: **Caracterización físico-química del aceite de semillas de algunas frutas como el membrillo, melón, arazá, chirimoya y uva: un potencial residuo agroindustrial como plataforma base para procesos industriales y biorefinería** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi responsabilidad.

Latacunga, 29 de agosto del 2023

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Cynthia Valeria Sánchez Garzón', written over a dotted line.

Sánchez Garzón, Cynthia Valeria

C.C.: 0550258909

Dedicatoria

A mi madre Dolores Garzón, por ser el pilar fundamental en cada uno de los pasos que he dado en mi vida, por haberme apoyado en mis sueños, por nunca haberse rendido en las adversidades que se le presentaron en su trayecto, por ser uno de mis motores para seguir, por haber sacrificado sueños, proyectos y tiempo para criarme de la mejor manera y por ser la mayor inspiración de lo que quiero llegar a ser. Por todas las cualidades y por su el don de ser le dedico esta tesis con mucho amor y gratitud.

Agradecimiento

Agradezco en primer lugar a Dios, por todo los maravillosos que me ha dado en todos estos años de vida, por siempre cuidarme y darme todas las capacidades para seguir adelante. A mi madre por todo el amor, tiempo, dedicación y ayuda que me ha brindado para ser de mí una gran persona y poder culminar esta etapa de mi vida. A mis hijos por ser el motor principal para no rendirme y ayudarme a ser una mejor persona. A mi esposo por todo el apoyo que me ha brindado. A mi familia por estar presente en cada uno de los pasos que he ido dando.

Los docentes de todo el trayecto estudiantil que me han brindado su conocimiento, siendo un pilar fundamental en mi formación académica. Agradezco profundamente a mi tutor por su ayuda y tiempo empleado para la elaboración y culminación de esta tesis.

ÍNDICE DE CONTENIDO

Carátula	1
Reporte de verificación de contenido.....	2
Certificación.....	3
Responsabilidad de Autoría	4
Autorización de Publicación	5
Dedicatoria	6
Agradecimiento	7
Índice de contenido	8
Índice de tablas.....	15
Índice de figuras	16
Índice de Ecuaciones	18
Índice de abreviaturas	19
Resumen.....	21
Abstract	22
Capítulo I: Presentación y descripción.....	23
Introducción	23
Antecedente.....	24
Justificación e importancia	25

Alcance.....	26
Planteamiento del problema	26
Objetivos.....	27
<i>Objetivo General</i>	27
<i>Objetivos Específicos</i>	27
Hipótesis	27
Variables de investigación	28
<i>Variables dependientes</i>	28
<i>Variables independientes</i>	28
Capítulo II: Fundamentación teórica y referencial	29
Residuos.....	29
<i>Residuos agroindustriales</i>	29
<i>Residuos agroindustriales en el Ecuador</i>	30
Uva.....	30
Usos.....	31
Requerimientos climáticos y edafológicos.....	31
Variedades.....	32
Clasificación taxonómica.....	33
Características de la planta	33

Melón	36
<i>Requerimientos climáticos y edafológicos</i>	36
<i>Usos.....</i>	37
<i>Características de la planta</i>	37
<i>Variedades.....</i>	37
<i>Clasificación taxonómica.....</i>	37
<i>Características de la planta</i>	38
Arazá	40
<i>Requerimientos climáticos y edafológicos</i>	41
<i>Usos.....</i>	41
<i>Variedades.....</i>	41
<i>Clasificación taxonómica.....</i>	42
<i>Características de la planta</i>	42
Membrillo	44
<i>Variedades.....</i>	44
<i>Usos.....</i>	45
<i>Requerimientos climáticos y edafológicos</i>	45
<i>Clasificación taxonómica.....</i>	45
<i>Características de la planta</i>	46

Chirimoya.....	48
Usos.....	48
Requerimientos climáticos y edafológicos.....	48
Variedades.....	49
Clasificación taxonómica.....	49
Características de la planta	50
Grasas y aceites.....	52
<i>Componentes mayoritarios</i>	52
Métodos de extracción.....	53
<i>Destilación con vapor de agua</i>	54
<i>Prensado en frío.....</i>	54
<i>Prensado en caliente.....</i>	55
<i>Extracción con solventes volátiles</i>	55
<i>Extracción con gases en condiciones supercríticas</i>	56
Análisis físico-químico de los aceites	57
<i>Densidad relativa.....</i>	57
<i>Índice de yodo.....</i>	57
<i>Índice de acidez.....</i>	58
<i>Índice de saponificación</i>	58

<i>Materia insaponificable</i>	59
<i>Índice de peróxido</i>	59
<i>Rancidez</i>	60
<i>Humedad</i>	61
<i>Índice de refracción</i>	61
Cromatografía de gases	61
Capítulo III: Materiales y Métodos	63
Materiales	63
<i>Equipos</i>	63
<i>Reactivos</i>	65
<i>Materiales de vidrios</i>	66
<i>Otros materiales</i>	66
Metodología y procedimiento experimental.....	67
<i>Metodología</i>	67
Determinaciones analíticas.....	76
<i>Densidad relativa</i>	76
<i>Índice de saponificación</i>	78
<i>Material insaponificable</i>	79
<i>Índice de yodo</i>	84

<i>Índice de refracción</i>	85
<i>Índice de acidez</i>	85
<i>Humedad y material volátil</i>	87
<i>Ensayo de rancidez</i>	89
<i>Determinación de perfil ácidos grasos</i>	89
Capítulo IV: Resultados y Discusión	91
Obtención de materia prima	91
Extracción de los aceites	93
Espectograma IR para los aceites de uva, melón, chirimoya y arazá	96
Perfil ácido graso para el aceite de uva	98
Perfil ácido graso para el aceite de melón	99
Perfil ácido graso para el aceite de chirimoya	101
Densidad relativa	102
Índice de saponificación	103
Material insaponificable	105
Índice de peróxido	106
Índice de yodo	107
Índice de refracción	109
Determinación del contenido de humedad	110

Índice de acidez	111
Ensayo de rancidez	113
Conclusiones	114
Recomendaciones	115
Bibliografía	116
Anexos.....	130

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Temperaturas óptimas según las fases de desarrollo de la uva.</i>	32
Tabla 2 <i>Indicadores vs. Norma técnica</i>	74
Tabla 3 <i>Obtención de la materia prima</i>	92
Tabla 4 <i>Rendimiento de la extracción de aceite</i>	93
Tabla 5 <i>Perfil ácido graso del aceite de uva</i>	98
Tabla 6 <i>Perfil ácido graso del aceite de melón</i>	99
Tabla 7 <i>Perfil ácido graso del aceite de chirimoya</i>	101
Tabla 8 <i>Densidad relativa</i>	102
Tabla 9 <i>Índice de saponificación</i>	104
Tabla 10 <i>Material insaponificable</i>	105
Tabla 11 <i>Índice de Peróxido</i>	106
Tabla 12 <i>Índice de yodo</i>	107
Tabla 13 <i>Índice de refracción</i>	109
Tabla 14 <i>Contenido de humedad</i>	110
Tabla 15 <i>Índice de acidez</i>	111
Tabla 16 <i>Rancidez</i>	113

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Fruto de la vid</i>	35
Figura 2 <i>Semilla de la vid</i>	35
Figura 3 <i>Fruto el melón</i>	39
Figura 4 <i>Semillas del melón</i>	40
Figura 5 <i>Fruta el arazá</i>	43
Figura 6 <i>Semilla del arazá</i>	44
Figura 7 <i>Fruta membrillo</i>	47
Figura 8 <i>Semilla del membrillo</i>	47
Figura 9 <i>Fruta chirimoya</i>	51
Figura 10 <i>Semilla de la chirimoya</i>	51
Figura 11 <i>Diagrama de flujo del diseño experimental</i>	68
Figura 12 <i>Diagrama de flujo del análisis de los aceites</i>	69
Figura 13 <i>Semilla de arazá extraído de la pulpa</i>	70
Figura 14 <i>Aceites de las semillas de uva, chirimoya y melón.</i>	71
Figura 15 <i>Proceso de extracción por soxhlet.</i>	72
Figura 16 <i>Rotavapor</i>	73
Figura 17 <i>Almacenamiento de los aceites de uva, melón y chirimoya</i>	73
Figura 18 <i>Almacenamiento del aceite de arazá</i>	74

Figura 19 <i>Cálculo de la densidad</i>	77
Figura 20 <i>Ensamble del equipo para el análisis del índice de peróxido</i>	82
Figura 21 <i>Titulación para el cálculo del índice de peróxido</i>	82
Figura 22 <i>Ensamble para el índice de acidez</i>	87
Figura 23 <i>Titulación del aceite</i>	87
Figura 24 <i>Equipo para el cálculo de la humedad</i>	88
Figura 25 <i>Preparación de la muestra</i>	90
Figura 26 <i>Espectograma IR aceite de uva, melón, chirimoya y arazá</i>	97

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. <i>Fórmula para calcular la densidad relativa</i>	77
Ecuación 2. <i>Masa molecular relativa de ésteres o ácidos grasos</i>	78
Ecuación 3. <i>Masa molecular relativa del triglicerido</i>	78
Ecuación 4. <i>Masa molecular relativa media</i>	78
Ecuación 5. <i>Valor del índice de saponificación</i>	78
Ecuación 6. <i>Porcentaje de material insaponificable</i>	80
Ecuación 7. <i>Cálculo para el factor de peróxido</i>	83
Ecuación 8. <i>Índice de peróxido</i>	84
Ecuación 9. <i>Índice de yodo</i>	85
Ecuación 10. <i>Índice de acidez</i>	86
Ecuación 11. <i>Acidez</i>	86
Ecuación 12. <i>Cálculo de la acidez</i>	86

Índice de abreviaturas

Mm: Milímetros

OIV: Organización Internacional de la Viña y el Vino

hl: hectolitros

kg: Kilogramo

g: Gramo

cg: Centígramo

KOH: Hidróxido de potasio

mEqO₂: Miliequivalentes de oxígeno

TAG: Triacilgliceroles

°C: Grados centígrados

M: Metro

rpm: Revoluciones por minuto

pH: Potencial hidrógeno

cm: Centímetro

AGS: Ácido Graso Saturado

AGPI: Ácido Graso Poliinsaturado

KI: Yoduro de potasio

I₂: Yodo molecular

Na₂S₂O₃: Tiosulfato de sodio

NaOH: Hidróxido de sodio

HCl: Ácido clorhídrico

INEN: Servicio Ecuatoriano de Normalizacion

ISO: Organización Internacional de Normalizacion

Resumen

En este trabajo se extrajo y caracterizó los aceites de semilla de uva, melón y chirimoya, las semillas se obtuvieron de varios residuos agroindustriales generados en los distintos lugares del Ecuador. El proceso comenzó con la obtención de 5 kg de las semillas de uva, melón, chirimoya y arazá, luego se limpió, secó y se acondicionaron para que tengan las condiciones adecuadas para su extracción, a continuación, se extrajo el aceite de los mismos, los tres primeros mediante prensado en frío y el último por soxhlet utilizando éter de petróleo como disolvente teniendo un rendimiento de extracción del 5.12, 13.25, 12.12 y 0.1%, para su posterior almacenamiento. Se realizó la caracterización fisicoquímica de los aceites de uva, melón y chirimoya obteniendo los valores de densidad relativa de 0.9187, 0.9683 y 0.9118, índice de refracción de 1.4755, 1.4734 y 1.4737, índice de humedad de 0.0453, 0.0982 y 0.0797 %, índice de acidez de 1.8, 1.2, 0.98 mg KOH/g, índice de yodo de 136.42, 147.87 y 143.31 g I₂/100 g, índice de peróxido 25.85, 4.6 y 3.2 mEqO₂/kg, material insaponifical de 10.65, 7.53 y 9.37 %, índice de saponificación de 201.5366, 201.6634 y 201.6858 mg KOH/g aplicando las normas ISO e INEN para aceites y grasas de origen animal y vegetal y los perfiles ácidos grasos, teniendo como mayor valor los ácidos insaturados oleico y α linoleico, en menor cantidad los ácidos saturados palmítico, esteárico y lignocérico y el aceite de melón y chirimoya presentaban el ácido poliinsaturado docosahexaenoico.

Palabras clave: Residuos agroindustriales, aceite vegetal, caracterización fisicoquímica, prensado en frío, perfil ácido graso.

Abstract

The present work focuses on, grape, melon and cherimoya seed oils were extracted and characterized, the seeds were obtained from various agro-industrial residues generated in different parts of Ecuador. The process began with the obtaining of 5 kg of grape, melon, custard apple and arazá seeds, then they were cleaned, dried and conditioned so that they have the appropriate conditions for their extraction, then the oil was extracted from them, the first three by cold pressing and the last one by soxhlet using petroleum ether as a solvent, having an extraction yield of 5.12, 13.25, 12.12 and 0.1%, for later storage. The physicochemical characterization of the grape, melon and cherimoya oils was carried out, obtaining the values of relative density of 0.9187, 0.9683 and 0.9118, refractive index of 1.4755, 1.4734 and 1.4737, humidity index of 0.0453, 0.0982 and 0.0797 %, index of acidity of 1.8, 1.2, 0.98 mg KOH/g, iodine value of 136.42, 147.87 and 143.31 g I₂/100 g, peroxide value 25.85, 4.6 and 3.2 mEqO₂/kg, unsaponifiable material of 10.65, 7.53 and 9.37 %, index of saponification of 201.5366, 201.6634 and 201.6858 mg KOH/g applying the ISO and INEN standards for oils and fats of animal and vegetable origin and the fatty acid profiles, with oleic and α -linoleic unsaturated acids as the highest value, and linoleic acids to a lesser extent. palmitic, stearic and lignoceric saturates and melon and custard apple oil presented docosahexaenoic polyunsaturated acid.

Keywords: Agroindustrial residues, vegetable oil, physicochemical characterization, cold pressing, fatty acid profile.

Capítulo I

Presentación y descripción

Introducción

La creciente demanda de producción alimenticia ha provocado que exista un incremento en la generación de residuos agroindustriales, siendo los principales generadores el sector agrícola y alimenticio, generando un problema para el medioambiente, es por ello que, actualmente, se buscan escenarios para que sean reutilizados y promuevan nuevos procesos industriales sostenibles, encontrando una nueva fuente de ingresos económicos para la sociedad, con el fin de abastecer las industrias alimenticias, farmacéuticas y químicas. La Organización de las Naciones Unidas, en 2011, estimaron que, más o menos un tercio de los alimentos producidos para la alimentación de las personas se los desperdicia, lo que equivale alrededor de 1.600 millones de toneladas por año.

La materia orgánica que se encuentra en los residuos agroindustriales son una fuente de componentes valiosos, siendo así que las pulpas, semillas, cáscaras, hojas y tortas han generado varias investigaciones por su amplio contenido de compuestos fenólicos, conocidos por el contenido de compuestos bioactivos con actividad antioxidante, siendo una fuente valiosa para la salud de las personas, utilizando para actividades antiinflamatorias, anticancerígenas, antidiabéticas, antidiabéticas, antimicrobianas y antiproliferativas (Cantao et al., 2021).

La mayor parte de los aceites de semilla son utilizados en el área culinaria, mientras que otros se utilizan como materia prima para la creación de jabón, chocolate, maquillaje y actualmente se realiza investigaciones para crear formulaciones de biodiésel como una fuente de energía con el objetivo de sustituir los combustibles fósiles que promueven la destrucción al

medio ambiente. Las semillas de frutas son un importante residuo que, puede ser utilizada de forma sostenible para la generación de nuevos productos químicos, alimenticios y farmacéuticos a escala de laboratorio o industrial (Nde & Foncha, 2020).

Por lo tanto, este estudio tiene como objetivo la extracción de aceites vegetales, a través de residuos agroindustriales como las semillas de uva, melón, chirimoya, arazá y membrillo, mediante el proceso de extracción de prensado en frío, para su próxima caracterización fisicoquímica de cada uno de ellos.

Antecedente

La Organización Internacional de la Viña y el Vino (OIV) en el año 2022 menciona que, hubo una producción mundial de 7.3 Mill de toneladas, de las cuales, la mayor parte de producto fue destinada a la generación de vino, esto representa el 47.7 %, el 31.5 % fue destinada para la uva de mesa y el 8 % para la uva seca, siendo los países de mayor producción Estados Unidos, Italia, Francia y España. Se registró que, aproximadamente, hubo una producción de 258 Mill. hl de vino en todo el mundo, esto nos indica que existe una gran cantidad de residuos provenientes del proceso de elaboración del vino de uva; durante este proceso se producen como residuos los sarmientos, raspones, orujos, lías y tortas de filtrado.

La chirimoya es un fruto que se encuentra en el mercado ecuatoriano, del cual se aprovecha la pulpa del mismo, siendo las semillas uno de sus residuos, por lo cual (Menacho & Saavedra, 2020) realizaron un estudio para la caracterización del aceite obtenido del prensado en frío de las semillas de chirimoya, registrando un valor de acidez de 0.5287 KOH/g TAG, densidad de 0.9207, índice de refracción de 1.4699, índice de peróxido de 3.3201 mEqO₂/kg, índice de yodo de 88.4254 g I₂/g, así mismo realizaron un estudio del perfil ácido graso,

presentando un valor de 43.9920 % en ácidos oleicos, llegando a la conclusión que es un ácido graso insaturado.

La extracción de aceite de uva mediante prensado en frío se debe realizar con una humedad inicial de 40 a 45%, con un porcentaje de secado de 5 al 8%. La temperatura de la cámara de secado debe ser máximo de 40 °C. La densidad que se obtiene al extraer el aceite varía entre los 602,7 - 606,3 kg*m⁻³, el contenido de aceite de la semilla de uva depende de la variedad y oscila entre 15,3 - 17,5 en base seca y el porcentaje de materia seca es de 5,6 – 7,1%. Al trabajar con una rotación de tornillo de 20 repeticiones por minuto (rpm) el rendimiento de extracción es de 9,85%. De un kilogramo de semilla de uva se obtiene 98,5 g de aceite (Burg et al., 2017).

Justificación e importancia

Los residuos agroindustriales son uno de los tipos de biomasa que se generan al final o en diferentes etapas del proceso. Según Atlas Bioenergético del Ecuador, se tiene una cantidad de 15,6 millones de toneladas/año, de los cuales pertenecen a los siguientes productos: cacao, leche, banano, maíz, plátano, café, porcino, palmito, palma africana, palmito, caña de azúcar, arroz y forestal.

En los últimos 30 años, la producción de cultivos oleaginosos incrementó un 240%. La mayor producción es para la oleaginosa de soja, siendo más del 50% del total de producción. El aceite vegetal se considera como un alimento principal para las personas, ya que permite a los seres humanos mejorar su estado de salud, reduciendo las enfermedades cardiovasculares (Hamini & Zaher, 2018).

El aceite de semilla de uva es una nueva alternativa para la alimentación adecuada de las personas, porque mejora o previene los trastornos de enfermedades crónicas que son: cáncer, hipertensión y la diabetes. El aceite de uva, también está tomando importancia en la gastronomía debido a las propiedades organolépticas (Martín et al., 2020). Por tanto, este trabajo de investigación se tomará en cuenta el residuo de las semillas de diferentes frutas como: melón, membrillo, uva, arazá y chirimoya; generados en diferentes procesos y en diferentes industrias o negocios del Ecuador, en concordancia con los análisis realizados, darle un valor agregado

Alcance

Las semillas es uno de los residuos que se generan en la obtención de la pulpa de frutas, la recuperación de este residuo y su aprovechamiento es de importancia para por lo que se realizará mediante la extracción del aceite por el método de prensado en frío obteniendo aceite permitiendo así, dar un uso a este residuo; a la vez se examinará las características físico-químicas de cada uno de los aceites, estableciendo las propiedades que tiene cada uno y los beneficios que puede aportar en la parte industrial o de biorefinería.

Planteamiento del problema

La existencia de residuos agroindustriales es inevitable debido a la producción de materia prima y al incremento de la población, siendo este la causa principal de su incremento por la demanda alimenticia que requiere los habitantes para subsistir. Hoy en día, estos residuos generados son un problema porque forman parte en el crecimiento de la contaminación ambiental en el mundo, es por ello que se realizan estudios para poder emplearlos en nuevos procesos, nuevos tratamientos para minorar su efecto ambiental,

reutilización para nuevos productos. El propósito de este estudio consiste en adquirir información sobre las características de los aceites de las diversas semillas, con el fin de proporcionar un uso adicional, de esta manera, contribuir a que existan menos residuos que contaminen el entorno natural.

Objetivos

Objetivo General

Determinar las características físico-químicas del aceite de las semillas de membrillo, melón, arazá, chirimoya y uva, un potencial residuo agroindustrial como plataforma base para procesos industriales y biorefinería mediante los análisis detallados en las normas ecuatorianas INEN.

Objetivos Específicos

- Obtener aceites clarificados de las semillas de membrillo, melón, arazá, chirimoya y uva, mediante procesos de extracción de aceite.
- Caracterizar las propiedades físico-químicas del aceite extraído de las semillas de membrillo, melón, arazá, chirimoya y uva, de acuerdo con las normas correspondientes.
- Caracterizas el perfil lípido de los aceites extraídos de las semillas de membrillo, melón, arazá, chirimoya y uva mediante la técnica de cromatografía de gases.

Hipótesis

La extracción de aceites de las semillas como: melón, membrillo, uva, chirimoya y arazá, podría ser una fuente viable para procesos alimenticios.

Variables de investigación

Variables dependientes

- Acidez
- Índice de yodo
- Índice de saponificación

Variables independientes

Aceites de las semillas de:

- Melón
- Arazá
- Uva
- Chirimoya

Capítulo II

Fundamentación teórica y referencial

Residuos

Un residuo es la materia final que se obtiene después de haber realizado una actividad doméstica, industrial, institucional, comercial o de servicios, son exceptuados porque sus propiedades ya no permiten utilizarlo en dichas actividades, son todos los desechos gestados en el desenvolvimiento diario y de los cuales hay que desecharlos porque ya perdieron su valor. Se encuentran en estado sólido, líquido, semisólido o gaseoso, que se almacenan en recipientes o depósitos, además, según sus características se les proporciona un tratamiento para su desecho posterior o simplemente se los desecha directamente, esto depende de la normativa de Medio Ambiente vigente en el país.

Residuos agroindustriales

Los residuos agroindustriales son generados por la industria agrícola, los cuales se han convertido en una preocupación, porque generan contaminación al medio ambiente y también promueve la pérdida de recursos, contaminando aguas y generando gases de descomposición, como es el óxido nitroso, un gas incoloro y ligeramente tóxico para los seres humanos (González, 2021). En la actualidad los residuos agroindustriales han ido en aumento por el incremento de población a nivel mundial, porque los humanos que lo consumen necesitan para vivir, es por ello que ha ido consigo el aumento de la contaminación, siendo un problema para todos. En la actualidad se hacen varios estudios para reutilizar o darles un nuevo valor a los residuos generados por la agroindustria.

Residuos agroindustriales en el Ecuador

Entre los principales ingresos de Ecuador se puede mencionar el petróleo y las exportaciones de productos agrícolas. En la actualidad, Ecuador no presenta datos sobre los residuos agroindustriales que se produce anualmente en el país, pero Veloz (2019) realizó una cuantificación de los residuos generados en tres despulpadoras en la ciudad de Quito, se tomó en cuenta los residuos generados de la piña, maracuyá, limón y guanábana, obteniendo los resultados de 16200, 39000, 9360 y 7200 kg/año.

La investigación realizada por Riera et al. en 2018 ha efectuado una estimación del porcentaje de residuos agrícolas en función de los productos con mayor producción en el año 2017, obteniendo un valor de 2 300 millones de kilogramos. Este número se ha visto reflejado en los siguientes productos: caña de azúcar, palma africana, banano, arroz, plátano, papa, maíz duro, cacao, naranja y brócoli.

Uva

Las uvas son racimos de la vid, cuyo nombre científico es *Vitis vinifera*, tiene una forma ovalada y su sabor es dulce, existe una gran variedad a nivel mundial como: Cabernet Sauvignon, Sultanina, Amur, Labrusca, entre otras; es una de las frutas de mayor consumo, quedando en cuarto lugar. Su producción en todo el mundo en 2021 fue aproximadamente de 74,8 millones de toneladas. De los cuales, el mayor productor de uva fue China continental con el 20%, seguida de Italia con el 8% y Estados Unidos con el 8% (OIV, 2021).

Ecuador aún no es un gran productor a nivel internacional, pero la producción va aumentando cada año y, sobre todo, en la provincia de Santa Elena, esto se debe a sus características agroecológicas que benefician a su generación, logrando cuadro cosechas

anuales, así ocasionando que el país sea una competencia en la importación de uva frente al mundo. La demanda nacional de uva en el año 2018 supera los 30 millones de kilos con las variedades de uvas que se produce actualmente, se está analizando nuevas variedades para que se pueda manufacturar en el Ecuador (Ganadería, 2018).

Usos

Los frutos se los puede consumir en diferentes formas como: vino, chicha, zumo, uva pasa, fruta desecada, mermelada, aceite de semilla de uva, vinagre y uva de mesa; alrededor del 57% de la producción de uva se le utiliza para la preparación del vino en la mayor parte de países mientras que en Francia y en España se usa el 100% de la generación de uva para la elaboración de vino (OIV,2021).

Requerimientos climáticos y edafológicos

En el proceso de siembra de la uva, existe diversos factores que influyen en el crecimiento óptimo del cultivo. Uno de ellos y el principal es la humedad, se puede cultivar tanto en climas húmedos como en secos, pero se requiere una precipitación mínima de 400 mm. Si se usa precipitaciones menores a esta, la producción es muy baja, lo que puede generar una pérdida para el productor. Además, se requiere otros factores como, el porcentaje de pendiente siendo menor al 12%, la textura del suelo debe ser franco arenoso con un pH entre los 5.5 a 7 y sin salinidad y el drenaje debe ser bueno, estas características ayudan a que la planta pueda adquirir nutrientes y crecer de manera correcta (Meza, 2023).

La temperatura es uno de los factores cruciales para el desarrollo de la uva, ya que tiene un impacto significativo en la maduración del fruto. Esta etapa es importante porque define la composición de la vid, como los azúcares, ácidos, sabor, entre otros. La temperatura para

hacer uva es de 7 a 24 grados Celsius. Las fases de maduración y vendimia se efectúan en la primavera y el verano, teniendo como adversario la lluvia, lo cual puede ocasionar diversas patologías que suelen ser perjudiciales para la planta (Prietto, 2016). En la Tabla 1 se presenta las temperaturas óptimas para cada fase de desarrollo de la uva.

Tabla 1

Temperaturas óptimas según las fases de desarrollo de la uva.

Fases de desarrollo	Temperaturas óptimas (°C)
Apertura de yemas	9 – 10
Floración	18 – 22
Floración - cambio de color	22 – 26
Cambio de color – maduración	20 – 24
Vendimia	18 – 22

Nota. Esta tabla muestra las temperaturas a las cuales se debe encontrar el ambiente para las fases de desarrollo de la planta de la vid. Tomado de Análisis de las repercusiones del cambio climático en el ámbito gastronómico sobre la producción de uva en la región Ica y como responder ante estos cambios (p.18), por (Prietto, 2016).

Variedades

Según Ganadería (2018), en el Ecuador se siembran las siguientes variedades de uvas

- **Red Globe.** Los frutos son caracterizados por ser de bayas grandes, carne crujiente y una piel firme. Su tono de color varía entre un rojo pálido a un granate brillante.
- **Arra 15.** Es una variedad de uva blanca la cual no presenta pepa en el interior del fruto, su color es verde cremoso.
- **Allison.** Es una de las variedades de uva roja de mesa sin semilla. Se encuentra en bayas de tamaño mediano a grande, presentan un sabor dulce y son crujientes.
- **Crimson.** Se presentan en color rojo brillante, es otra clase de uva roja sin semilla. Están presentes en bayas grandes y su piel es gruesa y dura.
- **Sugraone.** Es una diversidad de las uvas blancas, no presenta semilla y se localizan en bayas de tamaño mediano y compactas.

Clasificación taxonómica

- Reino: Plantae
- División: Traqueofita
- Clase: Magnoliopsida
- Orden: Vitales
- Familia: Vitáceas
- Género: Vitis L.
- Especie: Vitis vinífera L.

Características de la planta

El tamaño común que tiene el árbol de vid es de 10 m a 15 m de altura y de 20 cm a 40 cm de diámetro a la altura de pecho.

El tronco. Es la parte notoria de la planta, comienza desde el nivel de la tierra y se eleva de forma recta, alcanzando hasta los 8 m de alto, presenta una corteza interior fisurada de tonos gris oscuro, marrón oscuro o blanquecina, mientras que su corteza externa es suave y va cambiando continuamente desprendiendo las partes que se encuentran viejas, es decir no está adherida al tronco, cumple la función de ser el sostén de la planta. De esta sección se distribuyen los nutrientes que absorbe la raíz y lo transfiere hacia las hojas y otras partes de la planta.

Las hojas. Tienen forma de escamas y son las encargadas de transformar la energía solar en energía que se almacena, como es el caso de los azúcares, el cual proveerá al fruto, la ausencia de las hojas provocaría que el azúcar que se produce en la fruta sea muy lento y esto llevaría a que la cosecha se atrase y sea un problema en la producción de vinos, comúnmente en cada racimo de vid se encuentran entre 2 o 3 hojas. **Inflorescencia.** Las flores de la vid no presentan una flor única si no presenta inflorescencias, consiste en flores individuales que van formando un racimo. Uno de los factores que permiten que se pueda desarrollar los racimos en la polinización, la cual se da en condiciones climáticas óptimas y así se desarrollará las bayas con la ayuda de hormonas generadas por la semilla.

La fruta. Brota en forma de racimos, su forma es esférica y dependiendo de la variedad de uva, es su sabor, color y contextura, en la figura 1 se tiene tres variedades de uva, en las cuales se observa que varían al ser de diferente diversidad.

Figura 1

Fruto de la vid



Nota. El gráfico representa las variedades de uva, las cuales son uva negra, sugraone y red globe.

Semilla. Según la especie de uva varía la cantidad de semillas que presenta el fruto, algunas no tienen semillas y otras presentan de una a cuatro semillas, cada pepita representa los óvulos que contiene la flor de la vid. Es importante por el contenido de aceite que presenta, ya que tiene beneficios para la salud por su contenido de antioxidantes, que evitan la presencia de radicales libres, también sirve como desintoxicante, antiinflamatorio, antibacteriano y rejuvenecedor. En la figura dos se puede observar las características físicas que tiene la semilla de la vid.

Figura 2

Semilla de la vid



Nota. Semillas obtenidas después de retirar la corteza exterior y la pulpa de la fruta de la vid.

Melón

El melón es perteneciente a la familia de las Cucurbitáceas, del género Cucumis, su nombre científico es Cucumis melo, proveniente del continente africano, de donde se esparció hacia el resto del mundo. En la actualidad este cultivo está presente en climas tropicales y subtropicales, se encuentra en poblaciones silvestres y domésticas. Su tiempo vegetativo es de tres meses, desde la siembra hasta su cosecha (Espinosa & Vallejo, 2020). El melón es una fruta de aspecto redondo, la corteza presenta un color amarillo o a veces verdoso, en el interior presenta un color anaranjado, es jugosa y dulce. Está constituida por el 99% de agua, proteínas, vitaminas, fibra dietética y minerales.

La producción del melón en el Ecuador, se genera en la costa ecuatoriana en las provincias de Manabí, Los Ríos y Guayas, su exportación se dio hace aproximadamente 12 años. El precio de la fruta en el mercado está entre un rango de 1 dólar a 2.50 dólares por unidad según el tamaño del mismo, esto varía de acuerdo con la temporada, ya que se necesita de ciertas condiciones climatológicas y ambientales para que se pueda dar (Coloma, 2022).

Requerimientos climáticos y edafológicos

El melón se desarrolla de mejor manera en suelos neutros o en suelos franco arcillosos, es resistente a la sequía, por lo cual la humedad del ambiente debe estar entre 60% a 70%. La temperatura óptima para el desarrollo de la fruta es de 32 °C, si se tiene una temperatura menor a 15 °C y mayor a 38 °C su crecimiento no será óptimo entregando un producto de baja calidad (Coloma, 2022).

Usos

Se utiliza en jugos, batidos, helados, cócteles, en rebanadas o en ensaladas de frutas junto a otras especies como papaya y sandía (Bonilla S., 2011).

Características de la planta

Variedades

Según Ortega et al., (2020) en el Ecuador existe diversos cultivos híbridos de melón que se describe a continuación.

- **Edisto 47.** El color de su corteza es amarillo verdoso, la pulpa es de color naranja y tiene un sabor dulce. Aproximadamente su peso es de 1,5 a 2,0 kg.
- **Cantaloupe.** Presenta una piel gris verdosa con una pulpa sabrosa y dulce.
- **Primo.** Es una clasificación del melón que se adapta a la época de invierno, permitiendo tener una producción prolongada.
- **Excelsior.** Se utiliza en zonas geográficas que presentan condiciones de humedad bajas.
- **Honey Dew.** El color de piel es blanco verdoso, tiene una pulpa de color verde pálido, tiene un sabor dulce característico.
- **El criollo.** Presentan un fruto de forma redonda, con una superficie lisa, de tamaño pequeño, no es muy dulce, pero tiene un aroma fuerte.

Clasificación taxonómica

- Reino: Plantae
- División: Tracheophyta
- Clase: Magnoliopsida
- Orden: Cucurbitales

- Familia: Cucurbitaceae
- Género: Cucumis L.
- Especie: Cucumis melo L.

Características de la planta

La longitud de la planta de melón va desde los 3 a 12 pies y se la considera como rastrera o trepadora.

Tronco. Posee un tronco de consistencia suave y frágil, no desarrolla tejidos secundarios, por lo tanto, no es leñoso y se extiende como una planta trepadora o rastrera por el suelo presentando nudos de los cuales brotan las hojas, flores y zarcillos.

Las Hojas. Están conformadas por cinco ángulos y su forma es medio circular, parecida a un riñón, contiene entre tres a siete zonas salientes no tan profundas o también llamados lóbulos y sus bordes son algo ondulados o a veces dentados con vellos presentes en su superficie.

Inflorescencia. Se producen en las axilas o nudos de las hojas, ciertas especies de melones poseen flores masculinas y flores femeninas, es decir, son monoicas y también presentan flores perfectas, las cuales presentan tanto órganos femeninos como masculinos, por lo cual, por cada flor perfecta existe 10 flores masculinas. Su color es amarillo y tiene como diámetro una pulgada.

Fruta. La fruta del melón posee una corteza exterior corrugada o lisa, su color varía entre crema, crema verdosa, amarillo pálido, amarillo verdoso, amarillo, marrón o verde. El tamaño de la fruta cambia según la variedad, puede llegar a medir desde un medio pie hasta tres pies y presenta una forma ovalada. En el interior del fruto presenta una pulpa de color

anaranjado verdoso, es gruesa, dulce y tiene un olor agradable al olfato humano; su peso va entre los dos a seis libras, todo depende del tipo de melón y la madurez que tiene. En la figura 3 se observa la apariencia externa del melón.

Figura 3

Fruto el melón



Nota. En la imagen se puede observar las características físicas que presenta la corteza exterior del melón.

Semilla. Las semillas de melón son de color blanco, media amarillenta u otras de color café, lisas, de forma ovalada, alargadas y aplastadas, en una de sus esquinas son puntiagudas, como se puede observar en la figura 4. La cantidad de semillas en un melón depende de la maduración que tenga el mismo, al estar maduro dispone de mayor cantidad de semillas y estas presentan un mayor tamaño, de la misma forma, si la fruta se encuentra verde no hay mucha semilla y el tamaño es pequeña. Son utilizadas por su alto contenido en fibra, lo que permite que exista una mejor digestión.

Figura 4*Semillas del melón*

Nota. En la imagen se observa las semillas de melón ya desprendido de la placenta.

Arazá

El nombre científico del arazá es *Eugenia Stipitata*, es una fruta originaria de Sudamérica, específicamente de las regiones amazónicas de los países de Ecuador, Brasil, Colombia, Perú y Uruguay, donde existe mayor producción silvestre, también es entendido como la guayaba amazónica. Es poco conocido a nivel internacional como nacional, por ende, no se conoce las propiedades y los beneficios que brinda hacia las personas (Vera et al., 2022).

Es una fruta cítrica por su alto contenido de vitamina C y presenta una buena capacidad antioxidante, lo que beneficia a la salud humana, ya que ayuda a que las moléculas sean capaces de prevenir o retardar la oxidación de otras moléculas, evitando la producción de exceso de radicales libres (Cuellar et al., 2013).

En Ecuador se cultiva alrededor de 222 hectáreas de arazá, obteniendo 515 toneladas anuales, de las cuales, solo se aprovecha un tercio de la producción para autoconsumo o comercialización artesanal, el resto es desperdicio, ya que la mayor parte del fruto se cae de los árboles y estos se pudren en menos de tres días (Albuquerque, 2016).

Requerimientos climáticos y edafológicos

La precipitación se debe encontrar entre los 42 mm a 472 mm con una humedad del 84 %, este factor es el principal por lo que se debe tomar muy en cuenta al momento de su producción, pasando a ser la temperatura y la humedad factores secundarios. El clima presenta un ambiente húmedo y la temperatura mínima es de 18 °C y la máxima de 33 °C, pero la mejor temperatura es de 25 °C, es por ello que en la región en la que se cultiva este fruto es en la Amazonía, por la presencia de estas condiciones. Adicional a esto, el suelo debe presentar una saturación del 100 % para que la floración y el fructificación sea la máxima.

Usos

El arazá se utiliza para hacer batidos, jugos, helados, mermeladas y postres.

Variedades

Según Hernández et al., (2006) existen dos especies de arazá.

- **E. stipitara:** Se presenta en forma de arbusto con bastantes hojas, estambres y flores. Sus frutos son grandes con una forma de baya esférica, su peso está alrededor de 200-350 g y un color amarillento.
- **E. sosoria:** El arbusto tiene menor cantidad de flores, estambres y hojas, por ende, su fruto es de menor tamaño, de tipo de baya esférica achatada, con un peso de 70-180 g y presenta un color amarillo claro.

Hernández et al., (2006), en Colombia existen seis ecotipos de arazá, que tienen diferencias en las características de los frutos, semillas y frutas, que se describe a continuación:

- **Arazá amazónico.** Presenta retículas en el fruto, los cuales se distribuyen en el fruto.
- **Arazá brasileiro pequeño.** La semilla es de forma ovalada con rugosidad oscura.

- **Arazá brasileiro grande.** El fruto tiene una consistencia blanda y su semilla es de forma ovalada-redondeada.
- **Arazá peruano.** Su forma es parecida a la de una pera.
- **Arazá costarricense grande.** Posee semillas ovaladas y alargadas, su fruto es más resistente y se mantienen mejor al momento de existir manipulación.
- **Arazá costarricense pequeño.** Sus semillas son redondeadas-ovalas de color marrón.

Clasificación taxonómica

- Reino: Plantae
- División: Tracheophyta
- Clase: Angiospermae
- Orden: Myrtaceae
- Familia: Myrtaceae
- Género: Eugenia
- Especie: Eugenia stipitata Mc Vaugh

Características de la planta

La planta es perenne, es decir, tiene un tiempo de duración mayor a los dos años de vida y llega a medir 4 m de altura.

Tronco. Es delgado de color canela y con la corteza exterior lisa.

Inflorescencia. Posee una cima auxiliar presentando entre uno a cinco bonotes florales, a veces se encuentran solas o formando racimos de hasta cuatro unidades. Disponen de cuatro pétalos blancos con 100 estambres libres y cuatro sépalos de color amarillento verdoso y anteras con dehiscencia lateral que es una apertura en la estructura vegetal y se da cuando la planta llega a la madurez.

Fruto. Su fruto es de forma esférica y achatada en la parte superior, midiendo entre 3 cm a 5 cm de largo y de 4 cm a 10 cm de diámetro. Su piel es lisa y muy fina, de color amarillo y a veces amarillo verdoso, con un peso entre los 20 g a 400 g, se debe tener una buena manipulación por ser un fruto muy delicado y buen mantenimiento por su facilidad de deterioro. La pulpa es carnososa, jugosa, espesa, ácida, anaranjada y presenta un aroma muy agradable, todas estas características se pueden observar en la figura 5.

Figura 5

Fruta el arazá



Nota. Se observa las características físicas del arazá, de su corteza externa y de la pulpa.

Tomado de *EMPROCOMPT* (2017).

Semilla. El arazá presenta en su fruta alrededor de 4 a 17 semillas, el tamaño y la cantidad de fruta depende del origen y de la maduración del fruto. Si la fruta es proveniente del oriente tiene de 4 a 10 semillas, mientras si es de la costa contiene más de 10 semillas. Si la fruta es madura el tamaño de semilla es grande, mientras si se encuentra verde su tamaño es reducido. Presenta como un tipo de carne alrededor de la semilla. En la figura 7 se encuentra una imagen de la semilla de arazá en la cual destaca sus características físicas.

Figura 6*Semilla del arazá*

Nota. En la figura se observa la semilla del arazá sin la placenta y lavada.

Membrillo

El nombre científico es *Cydonia Oblonga*, es procedente de Europa, en la actualidad crece en el centro y sudoeste de Asia y se cultiva en Países Belcánicos, Argentina, Ecuador y España. Tiene un sabor amargo, es rico en polifenoles, ácidos orgánicos y aminoácidos, lo que se hace una fruta ideal para la salud de las personas debido a su propiedad antioxidante, antimicrobiana y antiulcerativa (Merino, 2021).

El membrillo en el Ecuador se produce en la región Sierra, específicamente en la provincia de Tungurahua el cantón de Ambato, desde Ficoa hasta el cantón Cevallos. Su fecha de producción es de diciembre a finales de marzo. No se tiene información sobre la producción de membrillo en el Ecuador, ya que, este producto no se encuentra industrializado (Sánchez, 2011).

Variedades

El Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación de España, presenta seis variedades de membrillo que se siembra en este país:

- **De Fontenay.** Los frutos son grandes, tienen una piel amarilla verdosa y su aroma es agradable para la persona.
- **Común.** El fruto tiene un tamaño mediano, su sabor es dulce a comparación de otras especies y es aromática.
- **Gigante de Wranja.** En España es la variedad que mayor comercialización tiene, su pulpa es, blanqueza, con un sabor ácido y presenta un gran tamaño.
- **Champion.** El fruto es de tamaño mediano y presenta un agradable aroma.
- **Vau de Mau.** El fruto es ovalado, con una piel gruesa y la pulpa es de color amarillo verdoso.
- Gigante de Portugal: Presenta una pulpa amarilla y es redonda con piel gruesa.

Usos

El membrillo se utiliza para realizar vinos, cajeta, mermelada, envasado de membrillo y postres, no se utiliza como fruta, ya que su pulpa es áspera y tiene una consistencia dura.

Requerimientos climáticos y edafológicos

Su cultivo se da en climas templados o relativamente fríos. El membrillo es una fruta resistente al frío, por ello cuando existe las heladas primaverales son uno de los frutos que no tiene tanta pérdida por estas condiciones, requiere situaciones con bastante aire y su cultivación se da mejor en valles cerrados, ya que permite a que no exista invasión de hongos que causa lepra generando que no se produzca la fruta.

Clasificación taxonómica

- Reino: Plantae
- División: Tracheophyta

- Clase: Angiospermae
- Orden: Myrtaceae
- Familia: Myrtaceae
- Género: Eugenia
- Especie: Eugenia stipitata Mc Vaugh

Características de la planta

El árbol de membrillo tiene una altura entre los 4 m hasta los 6 m.

Tallo. El tronco tiene varias curvas lo cual se le considera tortuoso, su corteza es lisa y de color gris, transcurrido algunos años suele desprender escamas por su edad.

Posee ramas inertes que tienen apariencia puntiaguda y son flexuosas.

Hoja. Posee forma redonda a aovadas, con una longitud de 5 cm a 10 cm, con un peciolo corto.

Inflorescencia. Se producen en las axilas de las hojas y permaneces solitarias, son de color rosado y a veces blanco. Sus dimensiones son de 4 cm a 5 cm de diámetro y contiene 20 estambres y 5 pétalos.

Fruto. Tiene parecido a las manzanas y a las peras por su forma redondeada y en un extremo alargada, son de color amarillo, su pulpa es dura como se observa en la figura 6 y es utilizada para realizar diferentes postres.

Figura 7*Fruta membrillo*

Nota. En la figura se observa las características que presenta el membrillo. Tomado de libertyprim (2015).

Semillas. Las semillas del membrillo tienen parecido a las de la manzana, son pequeñas, de color café oscuro como se observa en la figura 7 y cada fruta contiene de 4 a 10 semillas, las cuales son ricas en mucílagos, lo que ayudan a reducir la absorción de colesterol y ayuda depurando hepáticamente. En algunos países suelen comerse como frutos secos.

Figura 8*Semilla del membrillo*

Nota. En la figura se aprecia las características físicas de la semilla del membrillo. Tomado de *La ventana de Javiruli All Rights Reserved (2023)*.

Chirimoya

La chirimoya (*Annona cherimola*), es una fruta cotizada en España, siendo el mismo el mayor productor a nivel mundial. Su producción en todo el mundo es más de, 13500 ha, en España con el 28%, luego Chile y Perú (Bonilla S., 2018). En Ecuador la producción ha ido creciendo exponencialmente, ya que el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INAP), califican a la producción de chirimoya como una oportunidad de rentabilidad que presenta el mercado nacional.

Es una especie comercial y muy valoradas por su fruto comestible, además, no solo se utiliza su pulpa sino también otras partes del árbol, ya que, son utilizados para medicina alternativa como tratamiento de afecciones, diabetes, enfermedades gastrointestinales e hipertensión. Presenta un grupo diverso de policéticos que es la acetogeninas, este compuesto está asociado con efectos antiproliferativos para las células cancerígenas (Valarezo et al., 2022).

La Chirimoya es un arbusto nativo, se produce en las regiones andina, amazónica, insular y costera del Ecuador. En la actualidad esta fruta se cultiva en regiones tropicales y subtropicales en todo el mundo por su sabor exótico.

Usos

Las partes de la planta de chirimoya se utiliza para la aplicación en productos farmacéuticos, alimentarios, agroquímicos y cosméticos. En sí, el fruto se utiliza para hacer helados, postres, batidos o se consume en forma natural su pulpa.

Requerimientos climáticos y edafológicos

En la producción de la chirimoya se requiere una altitud entre los 1800 – 2500 msnm por su origen tropical. La precipitación óptima varía entre los 675 a 1000 mm. En cuestión a la

temperatura requerida es desde los 15 a 20 °C, no es tolerante a las heladas por el daño que genera en las hojas y en sus frutos, por ello el margen de oscilaciones climáticas debe ser estrecho. Tiene mayor afinidad a los suelos francos y francos arenosos, deben poseer un pH que oscile desde los 6.6 a 8.5, deben tener un buen drenaje para la aeración de las raíces.

Variedades

Bonilla (2018), menciona cinco variedades de chirimoya según la forma y textura del fruto, las cuales se describen a continuación:

- **Forma Lisa.** Los frutos que pertenecen a este grupo tienen la piel lisa con relieves poco pronunciados, esto se debe a que la cáscara carece de protuberancias.
- **Forma Mamilada.** También conocida como chirimoya de tetillas. Presenta protuberancias bien marcadas. Su peso varía entre los 500 a 1000 g y tiene un sabor ácido.
- **Forma Umbonada.** Presenta protuberancias pequeñas, tiene parecido a la piña. El fruto de este grupo es delicado al transporte, su peso varía entre los 300 a 500 g y la pulpa es ácida.
- **Forma Impresa.** Su forma es conoidal con una superficie tersa con areolas en forma de U, su pulpa es jugosa y dulce.
- **Forma Tubércula.** Tiene protuberancias más pequeñas que las de forma impresa, pero estas aumentan cada vez que la fruta va creciendo, su peso está alrededor de los 200 a 300 g.

Clasificación taxonómica

- Reino: Plantae

- División: Tracheophyta
- Clase: Magnoliopsida
- Orden: Magnoliales
- Familia: Annonaceae
- Género: Annona L.
- Especie: Annona cherimola Mill

Características de la planta

Es un árbol pequeño alcanza a medir 8 m de altura.

Tronco. El tronco es corto y posee una copa amplia, casi de forma redondeada, con ramificaciones bajas. Las ramas jóvenes contienen pelos grisáceos que a menudo tornan a un color de herrumbre.

Hojas. Las hojas son ovaladas, se encuentran en disposición alterna y contienen un peciolo corto, el envés está cubierto por pelosidad aparente.

Inflorescencia. Se originan en las axilas de las hojas y permaneces solitarias, a veces forman pequeños ramos entre dos o tres flores. Disponen de tres pétalos de color verde crema, rodeando como un cono con 100 a 200 carpelos.

Fruto. Tiene forma de corazón, tiene una corteza exterior, presenta un tipo de escamas desapareciéndose por todo el exterior, es de color verde como se muestra en la figura 9 y cuando está madura se torna a un color más cálido. Su pulpa es de color blanca y contiene semillas negras de forma ovoidea.

Figura 9

Fruta chirimoya



Nota. Imagen de la parte externa de la chirimoya.

Semilla. La semilla presenta un color que va de marrón oscuro hasta un negro, es de forma ovalada y aproximadamente tiene 1 cm de longitud, como se muestra en la figura 10. El número de semillas pueden varias según el tamaño que presente la chirimoya. Las semillas de la chirimoya están constituidas por dos secciones, el embrión y la cascarilla. La cascarilla constituye el 36%, mientras que el embrión un 64% (Gómez, 2020).

Figura 10

Semilla de la chirimoya



Nota. Semilla de la chirimoya sin pulpa.

Grasas y aceites

Los aceites y grasas son sustancias que pueden ser tanto de origen animal como vegetal. Son triglicéridos, los cuales constan de una mezcla de glicerina y ácidos grasos, pertenecientes al grupo de los ésteres. Cuando la sustancia se presenta en forma líquida en condiciones estándar son conocidas como aceites, mientras si se presentan en estado sólido se consideran grasas (Menacho Villalobos & Saavedra Perez, 2020).

Las mayores variedades de aceites vegetales son comestibles, mientras que otros se utilizan en la producción de: jabón, mantequilla, chocolate, formulaciones cosméticas y actualmente se lo utiliza como una fuente de energía, con el objetivo de reemplazar los combustibles fósiles, ya que son más amigables con el ambiente y menos costosos. La mayor cantidad de aceite producido actualmente es a base de semillas oleaginosas, que son de soja, maní, girasol, coco, colza, palma africana, las cuales, al explotarse adecuadamente, se puede trabajar a escala de laboratorio como industrial, siendo una nueva fuente de ingresos para el país (Divine & Anuanwen, 2020).

Componentes mayoritarios

Ácidos grasos saturados. Los ácidos grasos saturados (AGS), son aquellos que poseen un enlace simple entre los carbonos, la mayor parte presenta entre 14,16 y 18 carbonos en su cadena, con excepción del aceite de coco y de la leche, presentando entre 12 y 4 respectivamente. Están presentes en la grasa de origen animal, derivados de la leche y en algunos vegetales, como el aceite de palma y de coco. Su alto consumo es perjudicial en la salud, aumentando los niveles del colesterol, reducción del potencial antiinflamatorio de la lipoproteína de alta densidad, disfunción endotelial, aumento de la lipemia posprandial,

disfunción endotelial, aumento de la actividad pro-coagulante y disminución de la actividad fibrinolítica (Torrejón & Uauy, 2011).

Ácidos grasos poliinsaturados. Los ácidos grasos poliinsaturados (AGPI), presentan en su cadena carbonada más de dos dobles enlaces en su estructura, teniendo más de 18 carbonos, lo podemos encontrar en alimentos como: nueces, semillas de girasol, pescados, aceite de soja, aceite de maíz, semillas de linaza, nuez, entre otros. Su consumo es esencial para el desarrollo humano, siendo los primordiales el ácido linoleico (omega-6) y el ácido alfa-linolénico (omega-3), su adecuada ingesta es importante para el cumplimiento de funciones biológicas, reduciendo los triglicéridos, reducción del riesgo de latidos cardiacos y en la formación y función del sistema nervioso sobre todo del cerebro (Pascual, 2022).

Ácidos grasos monoinsaturados. Los ácidos grasos monoinsaturados presentan un doble enlace entre carbono, es su estructura, presenta máximo 18 carbonos, están presentes en nueces, aguacate, aceite de oliva, aceite de canola. El más importante es el ácido oleico o también conocido como omega 9. Su consumo ayuda en la reducción del nivel de colesterol, reduciendo el riesgo de cardiopatías (Maceda & Chañi, 2021).

Métodos de extracción

Rodríguez et al., (2012) nos menciona que, para la extracción de aceites existen diferentes métodos como: destilación con vapor de agua, prensado, extracción con solventes volátiles, con fluidos supercríticos.

Destilación con vapor de agua

Es el método más común para la extracción de aceites. Se trata de la utilización de vapor de agua para la evaporización de componentes volátiles presentes en la materia vegetal. El procedimiento consiste en poner dentro de una cámara inerte una muestra de la materia que se va a extraer, esta debe estar bien cortada para que así pueda ser afectada con un flujo de vapor sobrecalentado. El vapor obtenido, luego se condensa, recoge y se separa de la parte con agua (Cisneros, 2022).

Prensado en frío

El prensado en frío es un método de extracción de aceites, en el que mediante un molinillo de bajas repeticiones por minuto rompe las fibras de la materia que se pretende extraer, de modo que el aceite mantiene sus propiedades biológicas. (Cuchipec, 2023) nos menciona que, para el uso de extracción de aceite por prensado en frío, se debe considerar el tratamiento de la variedad con las condiciones o factores, ya que esto permite obtener mejores resultados en la extracción. También nos recomienda el uso de este método, por el empleo de temperaturas bajas, porque esto ayuda a que no se volatilicen ciertos ácidos presentes en el aceite.

Para el uso del método de prensado se debe tener en cuenta varias variables que afectan en el rendimiento de la extracción del aceite como: la cantidad de humedad, la composición química de la semilla, temperatura y la cantidad de aceite que se encuentra en la semilla. Si la semilla tiene un contenido mayor a 20 % base seca (BS) se puede utilizar el método de prensado, mientras si el contenido de aceite en la semilla es menor se emplea el método de extracción con disolventes orgánicos (León et al., 2022).

La extracción por prensado en frío tiene un menor rendimiento a diferencia de la extracción por solventes, si la materia prima consta con bastante aceite, es un método idóneo, ya que no se necesita de instalaciones costosas, el proceso es seguro y el impacto ambiental es mínimo.

Según Delgado et al., (2022) el prensado expeller tiene un mejor rendimiento de extracción que el prensado hidráulico, superándolo en 1,64 %, pero cabe recalcar que, la temperatura con la cual trabaja el equipo también es de importancia, ya que se hizo 3 pruebas a 50 °C, 70 °C y 90 °C, donde la temperatura de 50 °C fue la ideal para alcanzar un mejor rendimiento, puesto que las temperaturas generan un mayor ablandamiento en los tejidos al ir aumentando, provocando una retención del aceite en las semillas.

Prensado en caliente

Este método, a diferencia del anterior, calienta la muestra a una temperatura aproximada de 100 °C, con el objetivo de que las semillas obtener mayor cantidad de los aceites. Al aplicar el procedimiento de prensado en frío se obtiene buenos resultados en las siguientes pruebas: pH, humedad, ácidos grasos saturados y poliinsaturados, mientras que al utilizar prensado en caliente los resultados se destacaron en las siguientes pruebas: ácidos grasos monoinsaturados, índice de peróxido, índice de acidez y densidad. El tratamiento con mejor rendimiento es el prensado en caliente (Plua & Giler, 2020).

Extracción con solventes volátiles

La extracción mediante Soxhlet, está basado en la aplicación de los diferentes solventes utilizados y la temperatura con la que se trabaja. Se trabaja como solventes con el hexano, benceno, alcohol o el éter de petróleo, estos se impregnan en la muestra, disolviendo las

sustancias presentes, las mismas que son evaporadas y concentradas a baja temperatura. Cuando ya se extrajo el aceite de la muestra está mezclada con el disolvente, entonces se procede a llevar la rotavapor para así poder recuperar el disolvente y obtener el aceite puro (Villamizar, 2022).

Este tratamiento es eficiente, ya que extrae en su totalidad el aceite que se encuentra presente en la muestra, como se sabe los solventes orgánicos son inflamables, se corre el peligro de que se produzca mezclas explosivas al estar en contacto con el aire, por lo cual se necesita de instalaciones y equipos adecuados para su correcta eliminación y recuperación, haciendo que este método sea costoso.

Extracción con gases en condiciones supercríticas

Para este proceso se necesita que las sustancias químicas se trabajen a condiciones de temperatura y presión específicas. Existen varios compuestos con los que se puede trabajar como: etano, óxido nitroso, amoníaco, etanol, agua, tolueno, hexafloruro de azufre, propileno, n-hexano, isopropanol, clorotrifluorometano, hexafluoruro, xenón y dióxido de carbono. Este último es el solvente que más investigaciones se tiene, porque no perjudica al medio ambiente, no es inflamable, no es tóxico y el equipo que se utiliza no es muy sofisticado (Villamizar, 2022).

Las ventajas que presenta este método es, un alto rendimiento, ecológicamente amigable, el solvente se puede recuperar y reusar, no se necesitan altas temperaturas, lo que beneficia a que los componentes químicos no cambian, para ello, los equipos que se necesitan son complejos, por lo cual el costo de inversión es alto (Villamizar, 2022).

Análisis físico-químico de los aceites

Densidad relativa

Es una relación entre la densidad de una sustancia y la densidad de referencia, esta última se suele hacer con la densidad del agua. Su valor es adimensional y significa cuantas veces es más densa que el agua. Para su cálculo se utiliza el método de picnómetros (Mero, 2019).

Índice de yodo

El índice de yodo es un indicador importante al momento de caracterizar un aceite, permite saber la calidad o pureza que presenta el mismo. Su medida refiere el número de insaturaciones presentes en los ácidos grasos, si el número es alto, significa que contiene un alto número de enlaces dobles por unidad de grasa, representando la inestabilidad que presenta el aceite al oxígeno del aire, generando enranciamiento en el mismo (Rodríguez, 2013).

Es un parámetro que tiene valores que pueden superar las 60 unidades cuando presenta compuestos ricos en ácidos grasos mono y poliinsaturados. Cuando los valores del índice de yodo son altos, presentan una apariencia líquida a temperatura ambiente y un punto de fusión bajo, esto se debe a la presencia de sustratos oleosos, los cuales están ricos en ácidos grasos monoinsaturados (AGMI) y en ácidos grasos poliinsaturados (AGPI), por ejemplo, el aceite de maíz presenta un valor de 103-135 (González et al., 2022).

Para el cálculo del índice de yodo en laboratorio, consiste en la adición electrofílica de halógenos sobre los diénicos y triénicos, por la adición del reactivo de Wijs (yodo monocloruro en ácido acético glacial), generando la producción de compuestos interhalógenos. Al concluir la

reacción, el exceso de yodo monocloruro se descompone en yodo (I_2) con la adición de una solución sobresaturada de yoduro de potasio (KI), la solución contendrá un indicador de almidón y esta se valorará con una solución estándar de tiosulfato de sodio ($Na_2S_2O_3$).

Índice de acidez

Es la cantidad de miligramos de KOH necesarios para neutralizar los diferentes ácidos grasos que existe en 1 gramo de aceite. Esta medida se obtiene mediante la titulación del aceite disuelto en alcohol con una solución estándar de hidróxido de potasio (KOH) o hidróxido de sodio (NaOH), durante la reacción los ácidos grasos libres se neutralizan, aumentando el pH, pasando de ácido a básico. Sí, el valor del índice de acidez es alto, significa que existe una gran cantidad de hidrólisis, por ende, existe una gran cantidad de ácidos libres de un enlace éster con la molécula de glicérido original. Este valor es una señal para saber la calidad del aceite o grasa, por lo tanto, se lo puede relacionar si la materia prima o método de extracción son los indicados (Ramírez, 2018).

El índice de acidez representa la cantidad de ácidos grasos libres. El aumento de acidez se debe al hidrólisis de los triacilglicéridos del lípido, más no se relaciona a un proceso de oxidación. Si el número del índice de acidez es alto, significa que existe una cantidad elevada de ácidos grasos libres, siendo causantes de la rancidez del aceite o grasa (Arriola & Monajaras, 2003).

Índice de saponificación

Es el número de miligramos de KOH necesarios para saponificar los ácidos grasos libres y combinados que se encuentran presente en un gramo de aceite o grasa, haciendo referencia su valor al peso molecular promedio de los triglicéridos que forma el aceite. Si, el valor del índice

de saponificación es alto, significa que presenta ácidos grasos con cadena corta, los cuales consumen una mayor cantidad de KOH, pero si su valor es pequeño, los ácidos grasos son de cadena más grande, por lo cual, consumen menor cantidad de peróxido (Rodríguez et al., 2015).

El término saponificación hace referencia al hecho de producir jabón, la reacción de hidrólisis que se produce con un triglicérido genera glicerol y ácidos grasos. El índice de saponificación es inversamente proporcional al peso molecular del triglicérido (Pedro Ugarte, 2021).

Para obtener el valor del índice de saponificación, a la muestra se le adiciona una cantidad de KOH en un matraz, el mismo que se conecta a un refrigerante de reflujo, luego se lleva a baño maría, luego se enfría la muestra, se coloca fenolftaleína y se titula con HCl.

Materia insaponificable

La materia insaponificable permite tener información para la autenticación y caracterización de la sustancia a tratar. Son los componentes que posee un ácido o grasa después del hidrólisis alcalina, ya que estos no son solubles en soluciones acuosas, sino en disolventes orgánicos, es decir, es la materia que no pueden transformar en jabón, comúnmente representa el 2 % del contenido del aceite (Villanueva et al., 2021).

Índice de peróxido

La oxidación de dobles enlaces de los ácidos grasos insaturados produce la generación de peróxidos e hidroperóxidos, estos luego se polimerizan, descomponen y forman aldehídos, ácidos de menos peso molecular y cetonas. Cuando se produce la oxidación no existe forma de detener la reacción, pero pueden ser retardadas mediante la adición de compuestos antioxidantes. Para su determinación se emplea diferentes métodos, uno de ellos es el cálculo

del índice de peróxidos. Las fases de oxidación son tres: iniciación, propagación y final (Romero et al., 2019).

El índice de peróxidos representa el número de miliequivalentes de oxígeno por kilogramo de muestra, proporcionando la información de peróxidos o hidroperóxidos que se generan por la reacción de los ácidos grasos insaturados de las grasas y aceites con el oxígeno (Villacrés, 2016). Este análisis permite evaluar la calidad de la grasa o aceite que se esté analizando, ya que, la presencia de peróxidos produce radicales libres, lo que es dañino para la salud.

Para obtener el valor del índice de peróxido, se titula iodo liberado con tiosulfato de sodio. La muestra de aceite o grasa debe reaccionar con una solución de yoduro de potasio con ácido acético glacial-cloroformo, se añade una solución de almidón y se titula hasta que la sustancia presente un color transparente.

Rancidez

La rancidez es un proceso por el cual un alimento que contiene un alto contenido en grasas o aceites pasa por ciertas características como: estar en contacto con el aire, cierta temperatura, humedad, naturaleza química y caracteres organolépticos, provoca después de un tiempo determinado un sabor desagradable. Existe dos tipos de enranciamiento la oxidativa y la hidrolítica (Segurondo & Cortez, 2020).

Un aceite o una grasa pasa por un enranciamiento hidrolítico cuando los triglicéridos presentes se descomponen en ácidos grasos y glicerina, mientras que cuando es de tipo oxidativo los dobles enlaces de los ácidos grasos se oxidan formando peróxidos o hidroperóxidos, luego formando aldehídos, cetonas y ácidos con menor peso molecular.

Humedad

La presencia de humedad en aceites y grasas es muy pequeña debida a la ligera solubilidad que existe, se estima que existe entre el 1 al 2 % como fase suspendida o depositada. La humedad que presenta las semillas para la extracción de aceite es de suma importancia porque, este parámetro influye en la calidad del mismo, si existe un alto contenido de humedad se verá afectado en la cantidad de ácidos grasos libres. Es por ello que, en la actualidad, antes de que se extraiga el aceite, las semillas son enviadas a un proceso de secado, para así obtener niveles muy bajos de humedad (Ugarte, 2021).

Índice de refracción

El índice de refracción es una propiedad inherente de una sustancia, la cual está relacionada con la caracterización física química que presenta los aceites o grasas (Castro & Ávila, 2019). El valor que se obtiene es la división entre la velocidad de la luz en vacío y la velocidad de la luz en el medio.

Este análisis permite determinar la pureza que tiene el aceite, mediante la incidencia de un haz de luz sobre una muestra, la cual se vincula con el ángulo de refracción para así obtener el valor del índice de refracción (IR), estableciendo la alteración de la dirección en la cual se crea el haz de luz se mueve en una sustancia problema (Menacho & Saavedra, 2020).

Cromatografía de gases

La cromatografía de gases es una técnica analítica, en la cual, se puede analizar los componentes que presenta una muestra compleja formada por varios compuestos volátiles. En las grasas y aceites permite determinar el perfil lipídico, conociendo la cantidad de ácidos

grasos presenta en la mezcla. Permite caracterizar la calidad del aceite y conocer otros compuestos importantes como son los antioxidantes (Menacho & Saavedra, 2020).

Capítulo III

Materiales y Métodos

Materiales

Equipos

- Equipo: Prensa de aceite
Marca:
Modelo:
Velocidad:
- Equipo: Soxhlet
Marca: GLASSCO
Capacidad: 250 ml
- Equipo: Estufa Secado 115 L
Marca: ESCO
Modelo: Isotherm OFA
Serie: 2015-T01886
- Equipo: Cabina de extracción
Marca: ESCO
Modelo: EFQ-SUDVW-9
Serie: 2013-102552
- Equipo: Plancha de calentamiento
Marca: BOECO Germany
Modelo: MSH-420

- Equipo: Baño maría
Marca: BOECO Germany
Modelo: PWB-8
Serie: MBA6119-115
- Equipo: Balanza analítica
Marca: BOECO Germany
Modelo: BPS 40 plus
Serie: 452309/15
Rango: Max. 750 g. Min. 20 mg.
Error: 0.01 g
- Equipo: Cromatógrafo de gases
Marca: Perkin Elmer
Modelo: Claurus 680
Serie: 680S14121805
- Equipo: Rota vapor
Marca: BOECO
Modelo: RVO 400 SD
Serie: 14387
- Equipo: Analizador de humedad
Marca: Metter Toledo
Modelo: HB43 - S
Serie: B512724673

- Equipo: Manta de calentamiento de 1000 ml

Marca: BOECO

Modelo: KM-ME 1000

Serie: 902557372

Reactivos

- Agua destilada
- Cloroformo
- Fenolftaleína
- Hidróxido de potasio (0.1 N)
- Hidróxido de potasio (0.5 mol/L)
- Éter de petróleo
- Ácido acético
- Monocloruro de yodo
- Yoduro de potasio
- Almidón
- Tiosulfato (0.1 N)
- Yodato de potasio
- Estándar Supelco 37FAMES
- Floroglucinol
- Ácido sulfúrico
- Alcohol etílico
- Dicromato de sodio

- Éter dietílico

Materiales de vidrios

- Picnómetro (10 mL)
- Bureta (25 o 50 mL)
- Matraz Erlenmeyer (250 o 500 mL)
- Vasos de precipitación (25, 50 o 100 mL)
- Probeta (50 mL)
- Botella ámbar
- Pipetas (1, 2, 5, 10 mL)
- Matraz fondo redondo con boca esmerilada (1000 mL)
- Vial
- Matraz aforado (50 y 250 mL)

Otros materiales

- Dedales
- Pastilla de agitación magnética
- Papel absorbente
- Jabón neutro
- Cajas Petri
- Guantes
- Bolsas ziplo

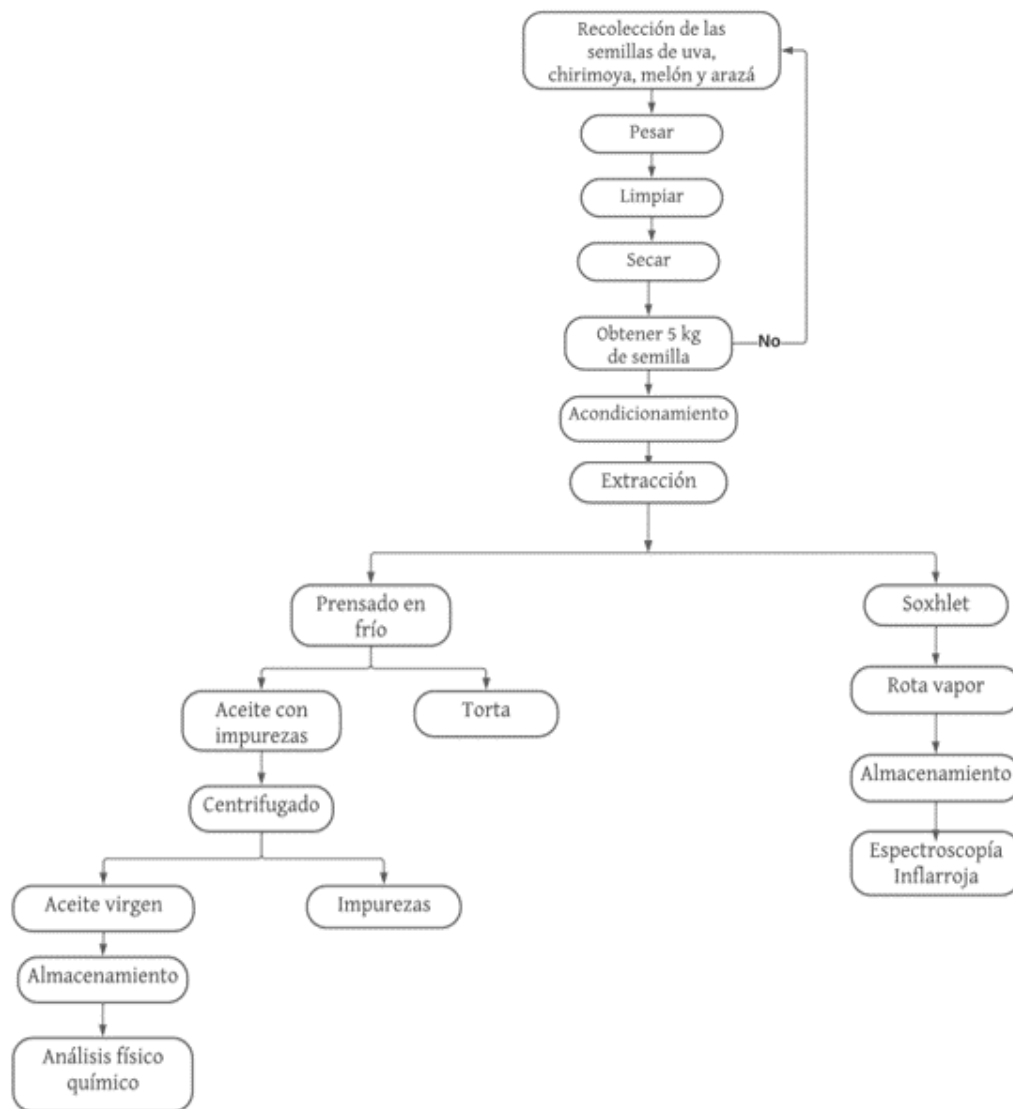
Metodología y procedimiento experimental

Metodología

Para el proceso de extracción de los aceites de las semillas de uva, melón y chirimoya realizar mediante el proceso de prensado en frío y para el aceite de arazá utilizar el método de soxhlet. Antes de la extracción obtener 5 kg de la materia prima de cada uno de los aceites, pesar, limpiar y secar. Después de la extracción proceder a realizar los diferentes análisis fisicoquímicos para los aceites obtenidos. El proceso se detalla en el diagrama de flujo que se encuentra en la figura 11 y 12.

Figura 11

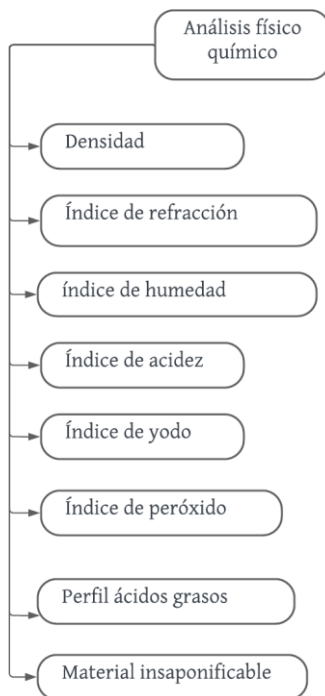
Diagrama de flujo del diseño experimental



Nota. Diagrama de flujo del proceso experimental de la extracción de los aceites de las semillas de uva, melón, chirimoya y arazá.

Figura 12

Diagrama de flujo del análisis de los aceites



Nota. Diagrama de flujo del proceso de análisis fisicoquímicos de los aceites extraídos de las semillas de uva, melón, chirimoya y arazá.

Recepción de materia prima. Existe diferentes manejos en la recepción de la materia prima, esto depende según la fruta.

La uva se recoge en baldes, luego se coloca en gavetas, para que se pueda extraer la mayor cantidad de líquido, se le deja en el sol aproximadamente un día y se separa las semillas de la piel de la uva. El segundo 20 % de las semillas se procede a un tratamiento de tamiz con el fin de separar las semillas de pequeños residuos obtenidos durante el proceso de vinificación.

El 20 % de la semilla de melón se separa de la pulpa y el resto se lavaba hasta desprender la placenta que posee la semilla. Para ello, es conveniente utilizar un tamiz y

refregar. El resto de la semilla se receipta en un lugar fresco donde exista ventilación y entrada de calor para que se seque en menos tiempo.

La semilla de chirimoya se retira de su pulpa, se lava para quitar algún residuo no deseado y se almacena en un ambiente fresco, mientras que, para el arazá, al extraer las semillas de la pulpa, como se muestra en la figura 13, se les lavaba en la piedra de lavar para desprender la placenta y quede como se muestra en la figura 6, si no se hace este paso se pudren las semillas por el contenido de humedad.

Figura 13

Semilla de arazá extraído de la pulpa



Nota. Semilla extraída de la pulpa con placenta

Pesado. Después de la recepción de las semillas, estas se pesan.

Limpieza. Para que las semillas se encuentren totalmente limpias se lava varias veces, con el objetivo de eliminar cualquier rastro de pulpa y también para eliminar el dulce que presenta cada una de ellas.

Secado. Las semillas se ponen en bandejas y se las seca al sol por varios días para eliminar el agua presente, porque si guarda húmeda tiene el riesgo de pudrirse.

Pesado. Después se pesa, si no se completaba los 5 kg, se repite todo el procedimiento antes mencionado.

Acondicionamiento. En este paso la semilla es molida mediante el uso de un molino.

Extracción. En la extracción se utiliza el equipo expeller con las cuatro semillas y también se realiza extracción por soxhlet al no obtener resultado de aceite de la semilla de arazá.

Extracción por prensado. Antes de la extracción del aceite se revisa que las semillas se encuentren en buen estado y que estén bien secas para eliminar cierta cantidad de humedad. También se analiza el tamaño de cada una de ellas, con el objetivo de saber cuál es necesario ser molida antes de ingresar en la prensa, para facilitar su extracción. En la obtención del aceite, las semillas ingresan mediante una canasta con agujeros a una prensa hidráulica, la cual dispone de un tornillo infinito que ejerce trabajo entre 245 y 250 Bar. La velocidad del cilindro se manipula mediante un tablero electrónico, el cual debe estar a una temperatura de 45 °C. El tiempo de extracción depende de cada semilla. El aceite expulsado se recolecta en una bandeja de acero inoxidable, después se filtra mediante un lienzo. En la figura 14 se observa los aceites de uva, chirimoya y melón extraídos por prensado en frío.

Figura 14

Aceites de las semillas de uva, chirimoya y melón.



Nota. En la figura se encuentra los aceites extraídos por prensado en frío de las semillas de uva, chirimoya y melón.

Extracción con disolvente. La torta obtenida por prensado al frío, se muele, se pasa por un tamiz malla número 40, posteriormente se pone en un dedal, el cual fue introducido en el cuerpo de soxhlet de 250 mL, al cual se le adaptó, el refrigerante, un matraz redondo con boca esmerilada (1000 mL) que debe contener 270 mL de éter de petróleo (solvente) y se coloca encima de una manta calefactora, el sistema armado se encuentra en la figura 15. El sistema se calienta a 80 °C. A continuación, se elimina el disolvente con la ayuda del rotavapor como se muestra en la figura 16.

Figura 15

Proceso de extracción por soxhlet.



Nota. Ensamble del método de extracción de soxhlet para el aceite de arazá.

Figura 16

Rotavapor



Nota. Separación del disolvente y del aceite de arazá con el equipo rota vapor.

Almacenamiento. Cada uno de los aceites se almacena en recipientes de 100 ml de plástico con nitrógeno de color blanco, como se encuentra en la figura 17. Mientras que el aceite extraído del arazá se almacena en un vial como en la figura 18.

Figura 17

Almacenamiento de los aceites de uva, melón y chirimoya



Nota. Almacenamiento en un frasco blanco para los aceites de uva, melón y chirimoya, extraídos por prensado en frío.

Figura 18*Almacenamiento del aceite de arazá*

Nota. Almacenamiento del aceite de arazá extraído con el método de soxhlet en un vial.

Caracterización física-química. El aceite de las semillas se sometió a distintas pruebas físicas-químicas, para conocer la calidad del aceite aplicando las normas INEN e ISO para las grasas y aceites vegetales o animales, en la tabla 2 se indican que norma se utilizará para cada prueba.

Tabla 2*Indicadores vs. Norma técnica*

Indicadores	Norma técnica
Densidad	INEN 35 Grasas y aceites animales y vegetales. Determinación de la densidad relativa.
Índice de saponificación	ISO3 657 Grasas y aceites animales y vegetales. Determinación del índice de saponificación.

Indicadores	Norma técnica
Material insaponificable dietiléter	ISO 3596 Grasas y aceites animales y vegetales. Determinación del material insaponificable. Usando el método de extracción dietiléter.
Índice de peróxido	ISO 3960 Grasas y aceites animales y vegetales. Determinación del índice de peróxido – Determinación yodométrica (visual) del punto final.
Índice de yodo	ISO 3961 Grasas y aceites animales y vegetales. Determinación del índice de yodo.
Índice de refracción	ISO 6320 Grasas y aceites animales y vegetales. Determinación del índice de refracción.
Índice de acidez	ISO 660 Grasas y aceites animales y vegetales. Determinación del índice de acidez y acidez.

Indicadores	Norma técnica
Humedad	ISO662 Grasas y aceites animales y vegetales. Determinación del contenido de humedad y de material volátil.
Ensayo de rancidez	INEN 45 Grasas y aceites comestibles ensayo de rancidez.

Nota. La tabla refleja que norma técnica se empleará para el análisis fisicoquímico de los aceites de uva, melón, chirimoya y arazá.

Determinaciones analíticas

Densidad relativa

Se sigue el procedimiento que establece la norma INEN 35. Se calibra el picnómetro con una solución de dicromato de sodio y ácido sulfúrico, luego se enjuaga cinco veces en corriente de agua y dos en agua destilada. A continuación, se lava con alcohol etílico y luego con éter etílico para su ingreso al horno a 80 °C, con el propósito de eliminar los vapores del éter.

Tras adquirir el picnómetro calibrado, se llena de agua de origen natural y se traslada a un baño maría, el cual debe estar a una temperatura de 25 °C y sumergirlo durante 30 minutos. Después de haber transcurrido el lapso de tiempo establecido, se procede a retirar el dispositivo de aplicación de teléfono móvil del baño maría y a secar con papel absorbente, colocar la cubierta del dispositivo y dejar enfriar a temperatura ambiente durante 30 minutos y pesar, registrando el resultado como m_1 .

Se procede a utilizar el picnómetro y realizar una enjuaga varias veces con alcohol etílico y éter etílico, y se procede a secar completamente. Después pesar todas sus partes registrando como resultado m .

Para la determinación de la densidad del aceite, se llena el picnómetro de 10 mL con la muestra y se lleva a un baño maría a una temperatura de 25 °C, como se muestra en la figura 19, y se deja durante 30 minutos. Después se coloca el capilar y se seca el picnómetro para pesarlo posteriormente y obtener un valor de m_2 .

Figura 19

Cálculo de la densidad



Nota. Dentro de los picnómetros se encuentran los aceites de uva, melón y chirimoya, para el cálculo de la densidad relativa.

Para obtener el valor de la densidad relativa a 25 °C se calcula mediante la Ecuación 1.

$$d_{25} = \frac{m_2 - m}{m_1 - m}$$

Ecuación 1. *Fórmula para calcular la densidad relativa*

d_{25} = densidad relativa a 25 / 25 °C.

m = masa del picnómetro vacío, en g.

m_1 = masa del picnómetro con agua destilada, en g.

m_2 = masa del picnómetro con muestra, en g.

Se repite el proceso por duplicado.

Índice de saponificación

Para el cálculo del índice de saponificación se siguió la normativa ISO 3657, la cual menciona que se puede utilizar los resultados obtenidos por cromatografía de gases, por lo cual se opta por ese procedimiento y con los resultados adquiridos se emplea las ecuaciones 2, 3, 4 y 5.

$$M_{F(i)} = M_{CH_2} \cdot (C_{F(i)} - 1) - (M_{H_2} \cdot n_i) + M_{HCOOH} + (M_{CH_2} \cdot k)$$

Ecuación 2. *Masa molecular relativa de ésteres o ácidos grasos*

$$M_{T(i)} = m_{F1(1)} + m_{F2(2)} + m_{F3(1)} - 4.0318$$

Ecuación 3. *Masa molecular relativa del triglicerido*

$$\underline{M} = \sum_i x_{F(i)} \cdot M_{F(i)}$$

Ecuación 4. *Masa molecular relativa media*

$$I_{SC} = \frac{3 \cdot 56.1 \cdot 1000}{\bar{M}}$$

Ecuación 5. *Valor del índice de saponificación*

Donde:

$C_{F(i)}$ número de carbonos de ésteres o ácidos grasos

i ácido graso particular o éster o triacilglicerol

I_{SC} valor de saponificación calculado

k constante entera para derivado de ácido graso

\bar{M} masa molecular relativa media de todos los ácidos grasos en la muestra de ensayo

M_{CH_2} masa molecular relativa de CH_2 (14.0267)

M_{H_2} masa molecular relativa de H_2 (2.0159)

M_{HCOOH} masa molecular relativa de $HCOOH$ (45.0255)

$M_{F(i)}$ masa molecular relativa de ésteres o ácidos grasos

$M_{T(i)}$ masa molecular relativa del triglicerido

n_i número de dobles enlaces en ésteres o ácidos grasos

$x_{F(i)}$ fracción molar porcentual de ésteres o ácidos grasos

Material insaponificable

En la obtención del material insaponificable utilizar las instrucciones que se encuentran en la norma ISO 3596. Añadir 50 mL de solución de hidróxido de potasio con gránulos antiburbujas. Conectar el matraz, un condensador, esperar que hierva el contenido durante 1 hora. Pasado el tiempo mencionado, agregar 100 mL de agua.

Enfriar la solución y transferir a un embudo de decantación de 500 mL, enjuagar el matraz y el granulado antiburbujas con éter dietílico con 100 mL, agitar durante 1 minuto y liberar la presión generada con cuidado mediante la llave de paso.

Dejar reposar la solución hasta que exista una separación de dos fases, luego descargar la capa inferior a un segundo embudo de decantación. Extraer la solución acuosa de jabón etanólico dos veces más con 100 mL de éter dietílico. Al culminar la decantación, recoger los extractos y ubicar en un embudo de decantación, el cual debe contener 40 ml de agua.

Esperar a que las capas se separen completamente y extraer la capa acuosa inferior y lavar la solución etérea dos veces más con 40 mL de agua, agitando vigorosamente, para luego descartar la capa acuosa inferior después de la separación. La solución etérea lavar con 40 mL de hidróxido de potasio, 40 mL de agua y otra vez con 40 mL de hidróxido de potasio y por lo menos 2 veces más con 40 mL de agua. Los lavados permaneces hasta que desaparezca el color rosado agregando 1 gota de fenofaleína.

Transferir la solución etérea, poco a poco, por medio de la parte superior del embudo de decantación a un matraz de 250 mL, previamente secar a 103 °C en el horno, enfriar y pesar. Disolver el disolvente mediante un baño maría hirviendo. Sumar 5 mL de acetona y evaporar el disolvente completamente con una suave corriente de aire.

Secar el residuo generado en una estufa a 103 °C por 15 minutos y dejar secar en el desecador y pesar. Repetir el proceso en periodos de 15 minutos hasta que exista una variación inferior de 1.5 en la pérdida de masa entre dos pesajes. El porcentaje de material insaponificable calcular mediante la ecuación 6.

$$\frac{100 (m_1 - m_2 - m_3)}{m_0} \%$$

Ecuación 6. *Porcentaje de material insaponificable*

Donde:

m_0 masa en gramos, de la porción de prueba

m_1 masa en gramos del residuo

m_2 masa en gramos del residuo obtenido con el blanco

m_3 masa en gramos de ácidos grasos libres, si existiera, y es igual $0.28 \cdot V \cdot c$

V volumen en mililitros de solución de hidróxido de potasio etanólico utilizado para la titulación

C concentración en moles por litro de la solución etanólica volumétrica estándar de hidróxido de potasio

Índice de peróxido.

Para la obtención del valor del índice de peróxido se basa en la norma ISO 3960 (2017).

En la determinación del índice de peróxido, proceder a pesar aproximadamente 5 gramos de cada una de las semillas en un matraz Erlenmeyer con una boquilla esmerilada de 250 mL o 500 mL, seguido añadir 30 mL de la solución saturada de ácido acético y cloroformo en una relación 3:2. Se procede a agitar el matraz para agregar 0.5 mL de yoduro de potasio, el cual debe ser ubicado en una botella ámbar para que no le dé el sol. Para la titulación, se emplea como solución indicadora el almidón y se tornará la sustancia a color azul como se muestra en la figura 20, junto con un titular de tiosulfato a 0.01N, agitar con regularidad con la pastilla de agitación magnética hasta que se desvanezca el color azul de la sustancia como muestra la figura 21.

También se prepara un blanco, que a diferencia del proceso anterior no se le agrega los 5 g de la muestra. La coloración cambia en la primera gota que cae del tiosulfato de sodio.

Igualmente. Se prepara una solución con 5 mL de yodato de potasio más 60 mL de agua destilada con 5 ml de ácido clorhídrico (HCl) y 0,5 mL de yoduro de potasio, dicha sustancia se titula con tiosulfato de sodio para obtener el factor de tiosulfato que es utilizado para el cálculo del índice de peróxido.

Figura 20

Ensamble del equipo para el análisis del índice de peróxido



Nota. Ensamble del equipo para el cálculo del índice de peróxido antes de titular.

Figura 21

Titulación para el cálculo del índice de peróxido



Nota. Sustancia después de haber titulado con tiosulfato para el cálculo del índice de peróxido, se encuentra el blanco, el aceite de uva, melón, chirimoya y la sustancia para el factor de peróxido

Para el cálculo del factor (F), emplear la ecuación 7:

$$F = \frac{m_{KIO_3} \cdot V_1 \cdot 6 \cdot 1000 \cdot w_{KIO_3}}{M_{KIO_3} \cdot V_2 \cdot V_3 \cdot c_{thio} \cdot 100}$$

Ecuación 7. Cálculo para el factor de peróxido

Donde:

6 moles equivalentes del factor (1 mol $KIO_3 \leftrightarrow 3$ mol I_2)

V_1 volumen utilizado de la solución de yodato de potasio para la titulación del factor de tiosulfato

V_2 volumen total de la solución de yodato de potasio

V_3 volumen utilizado de tiosulfato de potasio para la titulación

m_{KIO_3} masa de yodato de potasio

w_{KIO_3} pureza del yodato de potasio

M_{KIO_3} peso molecular del yodato de potasio

C_{tio} = concentración del tiosulfato

Se obtiene el valor del índice de peróxido según la siguiente ecuación:

$$\frac{(V - V_0) \cdot C_{thio} \cdot F \cdot 1000}{m}$$

Ecuación 8. Índice de peróxido

Donde:

V volumen utilizado de tiosulfato de sodio para la titulación

V₀ volumen utilizado de tiosulfato de sodio para la prueba en blanco

C_{thio} concentración de la solución de tiosulfato de sodio

m masa utilizada de la muestra de aceite

F factor de la solución de tiosulfato

Índice de yodo

Para el índice de yodo se utilizó la norma ISO 3961 (2009). La masa de la muestra deberá ser entre el 50 % y el 60 % de la cantidad añadida, después de tener el peso adecuado, colocar en un matraz cónico de 500 mL y añadir 25 mL de disolvente y 25 mL del reactivo de Wijs, insertar el tapón del matraz y agitar, y guardar la oscuridad durante una hora.

Una vez que haya transcurrido el tiempo, agregar 20 mL de yoduro de potasio con 150 mL de agua destilada, unas gotas de almidón y titular con tiosulfato de sodio hasta que cambie el color de la solución. También se debe aplicar una solución en blanco en la que se siguen todos los pasos anteriores, con el único diferencial que no se añade la cantidad de muestra, el volumen que se utiliza para alcanzar el punto final se registró como V₁.

Se utiliza la ecuación 9 para calcular el índice de yodo:

$$w_I = \frac{12,69 \times c(V_1 - V_2)}{m}$$

Ecuación 9. Índice de yodo

Donde:

c concentración del tiosulfato de sodio

V_1 volumen utilizado para titular el blanco

V_2 volumen utilizado para titular la solución

m masa del aceite utilizado

Índice de refracción

En el índice de refracción utilizar la norma ISO 6320 (2017). Usar el refractómetro, el cual antes se debe calibrar con agua destilada, limpiar con un paño suave y con un trozo de algodón húmedo. Utilizar 1 gramo de la muestra y colocar en baño maría a 20 °C, luego se deja estabilizar la muestra y poner unas gotas en el refractómetro y bajar la parte móvil del prisma. Ir moviendo la perilla hasta obtener un valor donde la línea negra que se divide en el lente debe quedar en el centro del círculo. Repetir por dos ocasiones esta prueba.

Índice de acidez

La medición del índice de acidez seguir el procedimiento de la normativa ISO 660 (2020), el cual consiste en pesar 10 gramos del aceite en un matraz cónico, añadir 50 mL del disolvente neutralizado (etanol y éter etílico), calentar lentamente, para disolver totalmente la muestra como se muestra en la figura 22. Para la titulación utilizar fenolftaleína como sustancia indicadora y titular con solución de hidróxido de potasio hasta que exista el cambio de color durante 15 segundos, en la figura 23 se muestra el cambio que hubo después de la titulación.

Para el cálculo del índice de acidez utilizar la ecuación 10:

$$w_{AV} = \frac{56,1 \times cV}{m} \quad 10$$

Ecuación 10. Índice de acidez

Donde:

c Concentración del hidróxido de potasio.

V Volumen de hidróxido de potasio utilizado para titular.

m masa del aceite.

El cálculo de acidez o contenido de ácidos grasos libres se obtuvo con la ecuación 11 o también se puede emplear la ecuación 12:

$$w_{FFA} = 0.5 \times w_{AV}$$

Ecuación 11. Acidez

$$w_{FFA} = \frac{VcM \times 100}{1000 \times m}$$

Ecuación 12. Cálculo de la acidez

V volumen de hidróxido de potasio utilizado para titular.

c concentración del hidróxido de potasio.

m masa del aceite.

M masa molar del ácido elegido para expresar el resultado, según el tipo de aceite.

Figura 22

Ensamble para el índice de acidez



Nota. Se muestra el equipo con el que se trabaja para obtener el índice de acidez.

Figura 23

Titulación del aceite



Nota. En la imagen se muestra el aceite después de ser titulado con hidróxido de potasio.

Humedad y material volátil.

Basarse en la norma ISO 662 (2016).

Método A. El procedimiento comienza pesando 5 g de la muestra en una caja petri el cual debe ser lavado, secado y pesado con el termómetro. Calentar la caja Petri

con aceite a baño maría llevándolo hasta 90 °C y luego ingresar a un horno eléctrico que se encuentre a una temperatura de 103 °C, y luego ingresar a un desecador al vacío por 30 minutos para que la temperatura disminuya para finalmente pesar. Se repitió el proceso hasta que no exista un cambio de masa de más de 2 mg.

Método B. La medición de la humedad también se puede realizar mediante un equipo de humedad. Se lleva a cabo un procedimiento que consiste en pesar aproximadamente 3 g de la muestra de ensayo, luego coloca en el equipo y configurarlo para que la temperatura esté en los 103 °C y tras un tiempo, el equipo refleja en la pantalla la cantidad de humedad que se encuentra en la muestra como se muestra en la figura 24.

Figura 24

Equipo para el cálculo de la humedad



Nota. Resultado de humedad de la muestra del aceite de uva con el equipo de humedad.

Ensayo de rancidez

Colocar en un tubo de ensayo 10 cm³ de ácido clorhídrico con 10 cm³ del aceite, proceder a tapar con un caucho y agitar la mezcla por 30 segundos, después de haber cumplido el tiempo requerido, añadir 10 cm³ de solución de floroglucinol al 0.1 % y agitar por 30 segundos y dejar la mezcla en reposo por 10 minutos. Transcurrido el tiempo observar si existe una presencia de un color rojo en el aceite, si es así significa que existe rancidez.

Determinación de perfil ácidos grasos

La determinación de los ácidos grasos presente en los aceites se utilizará el proceso de la norma ISO 5508 (1990). Este método se realizó para saber de forma cuantitativa los componentes presentes en los aceites mediante cromatografía de gases implementado con un detector de ionización de llama (GC-FID), para lo cual se preparan los aceites que van a ser analizados en el equipo. El proceso comienza lavando los viales con hexano, para eliminar cualquier sustancia que pueda cambiar los resultados, a continuación, colocar 0.5 mL en el vial con 2 mL de hexano y agitar durante 15 segundos. Tomar 100 µL de la solución y verter en un vial de 2 mL con 0.25 ml de hidróxido de potasio (KOH) a 2 M, por último, se sella con una tapa de aluminio. Este proceso se lo repite para cada aceite.

Por último, se coloca los viales en el cromatógrafo de gases, el cual, antes, debe ser prendido y verificado que exista gases para su funcionamiento, prender la computadora y dirigirse al software TC Navigator y acondicionar el equipo según los parámetros establecidos por la FAMES utiliza, para así obtener los resultados deseados del análisis de ácidos grasos.

Figura 25

Preparación de la muestra



Nota. Los viales llenos de la muestra antes preparada, para el análisis de ácidos grasos en GC-FID.

Capítulo IV

Resultados y Discusión

Obtención de materia prima

Las semillas de los diferentes frutos que se extrajeron el aceite provienen de diferentes lugares.

La semilla de uva se obtuvo del cantón Patate, ya que, es conocido por la fabricación de la chicha de uva, de aquí se obtuvo el 80 % del total de la semilla que fueron entregados por parte de la Señora Mariana Cisneros, de los locales “Mama Lucha” y del “Palacio de las Arepas”, el 15 % se adquirió de la fábrica de vino “Los Llangantes” y el 5 % del viñedo del Señor Samuel Soria, que se encuentran ubicados en este mismo cantón.

La semilla de melón se obtuvo de la compra de melones en mala condición del mayorista de Ambato, de aquí se extrajo la cáscara, pulpa y las semillas con placenta para luego ser lavadas, y secadas, de este proceso se adquirió el 20 % del total de las semillas, de ahí el 80% se compró a un señor que trabaja en una finca que produce melones en Guayaquil.

La semilla de chirimoya y de arazá se obtuvo de la extracción de la pulpa de la fruta y de la colaboración de varias personas al guardar la semilla después de su consumo.

La tabla 3 indica la cantidad de residuo de cada una de las frutas, la cantidad de semilla que se obtuvo del residuo y el costo que implicó obtenerlas.

Tabla 3*Obtención de la materia prima*

Fruta	Cantidad de residuo (kg)	Cantidad de semilla (kg)	Costo (\$)
Uva	70	4	300
	1.07	1	20
Melón	80	1.4	800
	3.8	3.6	100
Chirimoya	5.4	5	100
Arazá	15	5	80

Nota. La tabla indica el costo de la obtención de las semillas de uva, melón, chirimoya y arazá.

Como se puede observar en la tabla 3, al comparar el costo de obtención de las semillas de uva, melón, chirimoya y arazá, el mayor costo fue para la semilla de melón por el método 1, donde se consiguió el 20 %, esto pasó por la falta de conocimiento de lugares que se pueda acceder a este residuo, pero ya al ir averiguando se llegó a la segunda forma de adquisición y esta fue más fácil y con menos costo.

El costo más bajo se dio, entre la chirimoya y arazá, por la ayuda de terceras personas en lograr guardar las semillas, es por ello que, al comprar la materia prima, no se requería de mucho. En cuestión, al arazá también benefició el tamaño de la semilla para alcanzar pronto los 5 kg que se requería.

En la adquisición de la semilla de uva no fue tanto el costo de obtener, sino el proceso, como muestra la tabla 3 existió dos métodos, el primero era mediante los residuos generados

por la producción de chicha y era el más complicado, ya que al obtener el residuo este se dejaba en gavetas para extraer cierta cantidad de líquido, luego se ponía al sol para que se secara. Había que conocer el punto exacto, porque si se dejaba mucho tiempo esto generaba que la extracción sea más difícil porque las semillas se pegaban al hollejo y si era poco lo que se dejaba secar, las manos se mojaban mucho y perjudicaba a que no se extrajera en su totalidad. El método 2 era mediante los residuos de la vinificación, este proceso era más fácil porque se pasaba por un tamiz, el problema se daba en que no existía tanto residuo.

Extracción de los aceites

Para las semillas de uva, melón y chirimoya se obtuvo aceite mediante el proceso de extracción de prensado en frío, lo que no sucedió con la semilla de arazá, es por ello que se optó por otro método que fue el de soxhlet, se requirió 1 hora 15 minutos, se realizó 7 extracciones y luego se trasladó la solución a un rotavapor para ya conseguir el aceite sin disolvente, el color de aceite que se obtuvo fue amarillo.

Tabla 4

Rendimiento de la extracción de aceite

Aceite	Extracción	Cantidad de semilla utilizada (kg)	Aceite obtenido (mL)	Rendimiento %
Uva	Prensado en frío	3.7	168	5.1230

Aceite	Extracción	Cantidad de semilla utilizada (kg)	Aceite obtenido (mL)	Rendimiento %
Melón	Prensado en frío	0.9	123	13.2525
Chirimoya	Prensado en frío	1.1	146	12.123
Arazá	Soxhlet	0.41	3	0.1

Nota. Rendimiento de la extracción de aceite de uva, melón y chirimoya por el método de prensado en frío y de arazá por el método de soxhlet.

En la tabla 4 se tiene el proceso de extracción que se realizó para la obtención de los distintos aceites, los valores de los kilogramos de semilla que se empleó, los mililitros de aceite obtenidos y los porcentajes de rendimiento para cada semilla. Los resultados de rendimiento para la semilla de uva son del 5.1230 %, de la semilla de chirimoya del 12.1230 %, la del melón del 13.2525 %, siendo el que mayor rendimiento tuvo en comparación de las otras semillas y el del menor rendimiento fue para la extracción por soxhlet de la semilla de arazá con un rendimiento del 0,1%.

El rendimiento de extracción del aceite de uva por prensado fue del 57 % Guerra & Zuñiga (2003), valor mayor al obtenido según la tabla 4, posiblemente la diferencia se deba a que consideraron ciertas condiciones como la humedad que se trabajó al 15 %, con una temperatura de 50 °C y presión de 39.2 MPa, el mismo autor menciona que, si las condiciones no se encuentran en ese rango, el rendimiento será afectado negativamente.

En el rendimiento de extracción por soxhlet de la semilla de uva de Farías & Matos (2009), se tomó en cuenta la influencia que tiene el tamaño de semilla para su rendimiento, donde se obtuvo como resultado que, si se extrae el aceite de la partícula con un tamaño de 0.8 mm, se alcanza una mayor extracción del 12.9 % al 17.26 % y con mayor tamaño de 2.6 mm va desde los 3.94 % a 4.54 %. Estos resultados se encuentran entre el rendimiento que se obtuvo según la tabla 4, ya que, con la pepa de uva con la que se trabajó, su tamaño variaba entre los 2.4 mm a 2.5 mm.

Castro, Jácome & Zambrano (2022), realizaron la extracción del aceite de melón por tres métodos diferentes, obteniendo un mejor rendimiento con el método de disolvente con un valor de 26.44 %, mientras que al extraer mediante prensado en frío se obtuvo del 13.37 % y con un menor rendimiento al extraer por el método combinado obteniendo un valor de 9.99 %. Al comparar el resultado del rendimiento de melón que se encuentra en la tabla 4 los resultados son parecidos con los obtenidos por el método de extracción de prensado en frío.

Prakash & Priya (2014), obtuvieron el aceite de melón por extracción con fluidos supercríticos, donde se fue evaluando el rendimiento según la modificación de ciertas variables que son: temperatura, presión, flujo de CO₂ supercrítico y tiempo de extracción. El máximo rendimiento de aceite fue cuando se trabajó con 49 °C de temperatura, 44 MPa de presión, un caudal de 0.64 g/min y un tiempo de extracción de 81 min, obteniendo un resultado de 48.11 %.

Nolaya & Marcañaupa (2017), realizaron la extracción del aceite de la semilla de chirimoya por dos métodos, prensado en frío con una presión de prensa de 210.92 kg/cm² y el tiempo de extracción de 15 minutos y de soxhlet, registrando los valores de 13.6 % y 23.56 %

respectivamente. Los valores varían un poco con los reportados en esta tesis, una de las causas podría ser por las características que se presentó al momento de la extracción.

En el rendimiento de extracción por prensado en frío se registró un valor de 17.3683 %, el equipo con el que se trabajó fue expeller modelo KOMET CA 59G, adicional este dato se obtuvo con las siguientes características: diámetro de boquilla de 4 mm, velocidad de rotación de 15 rpm y una temperatura de 45 °C (Menacho & Saavedra, 2020). Al comparar los resultados, se observa que no existe una gran diferencia entre los valores registrados por ambos estudios.

Chasipanta & Chicaiza (2016), realizaron un estudio de la extracción de aceites esenciales por el método de inyección de vapor de agua de 5 variedades amazónicas, en la cual para el aceite de arazá se utilizó 6 kg de materia vegetal, generando 1.5 mL de aceite, obteniendo como rendimiento 0.25 %, el cual es parecido al reportado en la tabla 4.

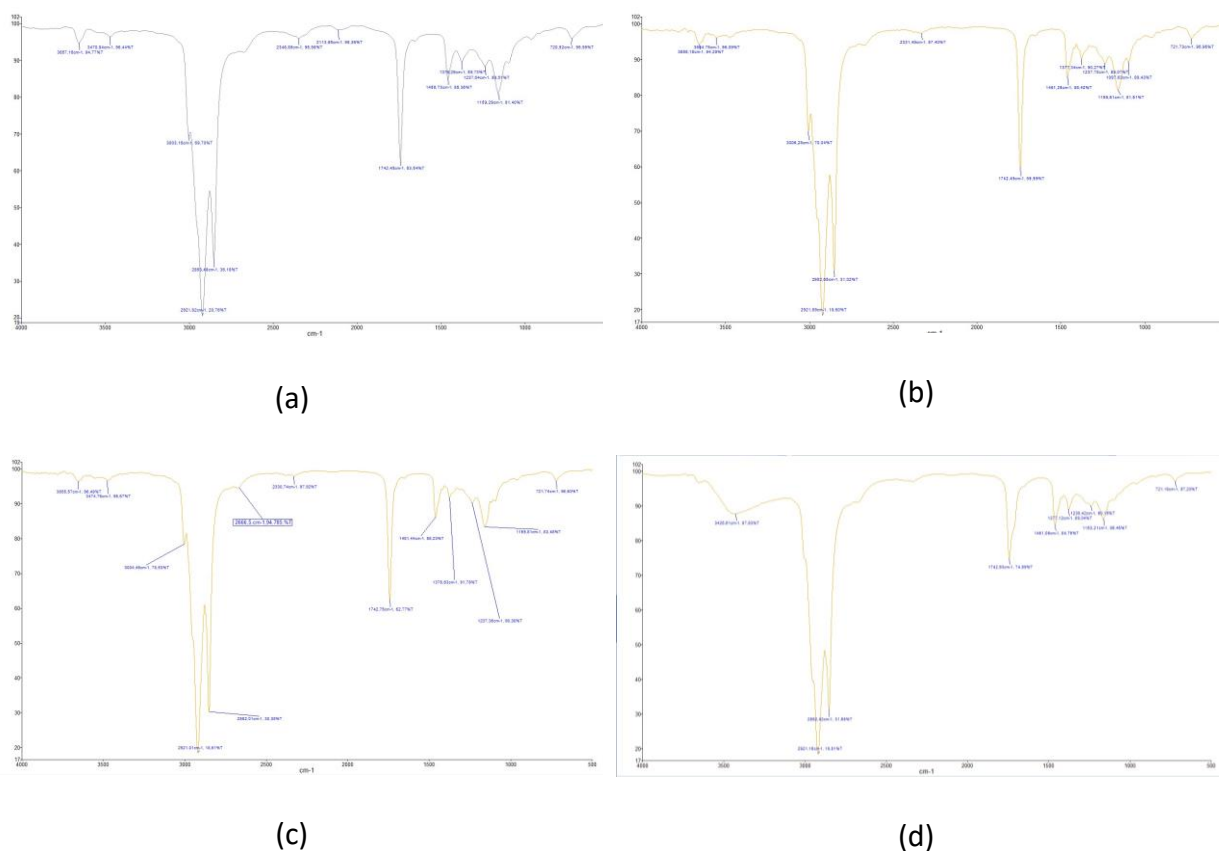
Espectograma IR para los aceites de uva, melón, chirimoya y arazá

Los espectros de IR de los aceites de uva, melón, chirimoya y arazá se encuentran en la figura 26, para cada uno de los aceites presentan algunos picos similares. Las bandas que se perciben diferentes. En la banda de 2800 a 3000 cm^{-1} se encuentran moléculas saturadas, los carbonos con enlace C-H tienen hibridación sp^3 , en la banda de 3270 a 3240 cm^{-1} se tiene enlaces triples con una hibridación sp . Se puede observar que se percibe débil la banda alrededor de los 3450 cm^{-1} , correspondiente al grupo funcional -OH, los cuales pueden corresponder de posibles restos de agua que existe después del proceso de extracción. Todos los espectros de los aceites presentan una banda aproximadamente en 3006 cm^{-1} se les atribuye a los enlaces C=CH el cual corresponde a los ácidos grasos insaturados; las bandas

intensas en 2852 y 2921 cm^{-1} asociados a los enlaces C-H simétricos y C-H asimétricos del $-\text{CH}_2$. Se presentó una banda intensa en 1742 cm^{-1} , que es típica en los enlaces C=O, el cual es representativo en los enlaces de los triglicéridos. Después se presentan unas series de bandas entre 1237 y 1742 cm^{-1} que corresponden a la flexión de los enlaces C-H, $-\text{CH}_2$ y $-\text{CH}_3$; también existe una banda de tensión en 1159 cm^{-1} del enlace C-O, así como también en los 1097 cm^{-1} que corresponde a la tensión general por el enlace O- CH_2 . Finalmente, se detectó una banda en 721 cm^{-1} relacionada con la tensión en enlace $(\text{CH}_2)_n$ con $n > 4$ (Larkin, 2011).

Figura 26

Espectograma IR aceite de uva, melón, chirimoya y arazá



Nota. En la imagen (a) se encuentra el espectogramas de IR de uva, en el (b) del melón, en el (c) de la chirimoya y en (d) del arazá.

Perfil ácido graso para el aceite de uva

Para la determinación de los ácidos grasos de aceite de uva, se utilizó el estándar 37 FAMES, con una inyección de Split 50:1 a 240 °C, el detector FID se encontró a 260 °C, la corriente de gas de helio ingresaba a 1.2 mL/min y el horno comenzó con una temperatura de 100 °C y se fue incrementando constantemente hasta llegar a los 260 °C. Los valores de ácidos grasos del aceite de uva se detallan en la tabla 5.

Tabla 5

Perfil ácido graso del aceite de uva

Ácido graso	Área %
Ácido palmítico (C16:0)	6.35
Ácido esteárico (C18:0)	2.5
Ácido oleico (C18:1, w9)	14.48
Ácido α linoleico (C18:2, w9,12)	76.22
Ácido lignocérico (C24:0)	0.45

Nota. En la tabla se detalla los porcentajes en área que contienen los ácidos grasos presentes en el aceite de uva.

En la tabla 5 se puede observar los ácidos grasos que contiene el aceite de uva extraído mediante prensado en frío, mostrando cinco especies abundantes de TAG, los datos revelan que, es rico en ácidos grasos insaturados como el ácido oleico y linoleico con un valor de 14.48 % y 76.22 %, mientras que presenta un bajo contenido de ácidos saturados como es palmítico, esteárico y lignocérico con un valor de 6.35 %, 2.5 % y 0.45 % respectivamente.

Ustun et al., en 2020, realizó un estudio de tres aceites de diferentes variedades de uva Muscadine, Concord y Chardonnay obteniendo diversos valores de los ácidos grasos palmíticos (7.70 %, 7.05 %, 7.75%), esteárico (4.72 %, 2.52 %, 3.63%), oleico (15.4 %, 13.9 %, 19.3 %) y linoleico (70.2 %, 75.3%, 68.8%), comparando con las cantidades de ácidos que se detallan en la tabla 5, los valores son parecidos al aceite de uva de Concord. Por lo tanto, el porcentaje de contenido de ácidos grasos también depende de la variedad de uva con la que se está trabajando.

Churata en 2018 encontró que, el aceite de semilla de uva extraída por el método de soxhlet y con CO₂ supercrítico presentan los siguientes porcentajes en el ácido graso palmítico (7.11 %, 7.07 %), esteárico (5.16 %, 4.87 %), oleico (20.20 %, 20.05 %), linoleico (65.95 %, 66.45%).

Perfil ácido graso para el aceite de melón

Para la determinación de los ácidos grasos de aceite de melón, se utilizó el estándar 37 FAMES, con una inyección de Split 50:1 a 240 °C, el detector FID se encontró a 260 °C, la corriente de gas de helio ingresaba a 1.2 mL/min y el horno comenzó con una temperatura de 100 °C y se fue incrementando constantemente hasta llegar a los 260 °C. Los valores de ácidos grasos del aceite de melón se detallan en la tabla 6.

Tabla 6

Perfil ácido graso del aceite de melón

Ácido graso	Área %
Ácido palmítico (C16:0)	8.61

Ácido graso	Área %
Ácido esteárico (C18:0)	3.6
Ácido oleico (C18:1, w9)	13.61
Ácido α linolénico (C18:2, w9,12)	73.27
Ácido lignocérico (C24:0)	0.68
Ácido docosahexaenoico (C22:6-w4,7,10,13,16,19)	0.23

Nota. En la tabla se detalla los porcentajes en área que contienen los ácidos grasos presentes en el aceite de melón.

En la tabla 6 se encuentran los valores porcentuales del área ocupada del contenido de ácidos grasos del aceite de melón, con un mayor porcentaje en los ácidos insaturados oleico y α linolénico, con un valor de 13.61 % y 73.27 %, mientras que, los valores para el ácido graso saturado palmítico, esteárico y lignocérico son de 8.61 %, 3.6 % y 0.68 % y para el ácido graso poliinsaturado docosahexanoico el valor es de 0.23 %.

Castro & Jácome en el 2022 realizaron una extracción de aceite de melón mediante el proceso de soxhlet y obtuvieron el siguiente resultado para el ácido palmítico, esteárico y lignocérico de 8.38 %, 2.07% y 0.72 % y para el ácido saturado oleico y α linolénico de 7.7 % y 79.72 %. Comparando con el resultado que se presenta en la tabla 6, los datos se encuentran parecidos, presentando un mayor porcentaje en los ácidos insaturados y un menor porcentaje en los saturados.

En el perfil, ácidos grasos de un aceite refinado incrementa el valor de ácidos saturados y disminuye el porcentaje de ácidos insaturados en comparación a los datos obtenidos de un

aceite crudo. Esto es de gran interés, ya que ayuda a que exista un mayor valor en el ácido α linolénico, precursor para la formación de los ácidos grasos omega-3 y omega-6, los cuales son beneficiosos para la salud humana (Villareal, 2022).

Perfil ácido graso para el aceite de chirimoya

Para la determinación de los ácidos grasos de aceite de melón, se utilizó el estándar 37 FAMES, con una inyección de Split 50:1 a 240 °C, el detector FID se encontró a 260 °C, la corriente de gas de helio ingresaba a 1.2 mL/min y el horno comenzó con una temperatura de 100 °C y se fue incrementando constantemente hasta llegar a los 260 °C. Los valores de ácidos grasos del aceite de chirimoya se detallan en la tabla 7.

Tabla 7

Perfil ácido graso del aceite de chirimoya

Ácido graso	Área %
Ácido palmítico (C16:0)	15.96
Ácido esteárico (C18:0)	3.8
Ácido oleico (C18:1, w9)	50.03
Ácido α linolénico (C18:2, w9,12)	27.26
Ácido lignocérico (C24:0)	0.69
Ácido docosahexaenoico (C22:6-w4,7,10,13,16,19)	2.27

Nota. En la tabla se detalla los porcentajes en área que contienen los ácidos grasos presentes en el aceite de chirimoya.

En la tabla 7 se encuentran los valores obtenidos de los porcentajes de ácidos grasos presentes en el aceite de chirimoya, con un valor para el ácido insaturado oleico y α linolénico, de 50.03 % y 27.26 %, para el ácido saturado palmítico, esteárico y lignocérico de 15.96 %, 3.8 % y 0.69% y para el ácido poliinsaturado docosahexaenoico de 2.27 %.

Un estudio realizado por Menacho & Saavedra en 2020, encontraron que existe un mayor porcentaje en ácidos insaturados cuando se extrae el aceite de chirimoya por el proceso de prensado en frío que cuando es extraído por soxhlet dando un valor de 81.51 % y 80.76 %, en tanto que, por prensado en frío existe una menor cantidad de ácidos saturados que por soxhlet, con un valor de 18.48 % y 19.23 % respectivamente.

Densidad relativa

Para el cálculo de la densidad relativa se realizaron dos pruebas de cada uno de los aceites a 25 °C, siguiendo el procedimiento de la norma INEN 35 (1973), obteniendo los resultados que se detallan en la tabla 8, mostrando tendencia en los valores de densidad de los aceites vegetales que corresponde entre los valores de 0.86 y 0.96.

Tabla 8

Densidad relativa

Aceite	Densidad relativa
Uva	$0.9187 \pm 1E-08$
Melón	$0.9683 \pm 1.96 E-06$
Chirimoya	$0.9118 \pm 2.45 E-06$

Nota. Densidad \pm desviación estándar de los aceites de uva, melón y chirimoya

La tabla 8 muestra los valores de densidad obtenidos para el aceite de uva, melón y chirimoya, que son de 0.9187, 0.9683 y 0.9118 respectivamente, indicando que se encuentra dentro de la línea general de la densidad relativa a 25 °C de los aceites vegetales.

El resultado de la medición del aceite de melón que se encuentra en la tabla 8 concuerda con el obtenido en el análisis de Zambrano (2022) que obtiene un valor de 0.92.

De la misma forma, la densidad relativa del aceite de semilla de uva se encuentra casi en el rango establecido para el aceite crudo del mismo que se encuentra entre los 0.92 - 0.926 a 20 °C, su variación puede ser porque en este estudio se trabajó con una temperatura de 25 °C y al compararlo con el estudio realizado por Pitre et al. en 2010 obtuvieron un valor de 0.9065 a 20 °C, está el valor por esa línea.

El valor de la densidad del aceite de chirimoya es parecido al que obtuvieron Menacho & Saavedra en 2020 por el método de extracción de prensado en frío, que es de 0.9207. Un estudio realizado por Nonayala & Marcañaupa en el año 2017 sobre las características fisicoquímicas del aceite de chirimoya reportó un valor de 0.921 a 20 °C.

Índice de saponificación

Para el índice de saponificación se utilizó la norma ISO 3657 (2020), el cual detalla que se puede calcular mediante el resultado del porcentaje de ácidos grasos presentes en el aceite. Al obtener el resultado se trabajó con un $k=1$, por que se tiene ésteres metílicos. Los resultados se encuentran expresados en la tabla 9.

Tabla 9*Índice de saponificación*

Aceite	Índice de saponificación (mg KOH/ g)
Uva	201.5366 ± 0.02
Melón	201.6634 ± 0.1
Chirimoya	201.6858 ± 0.0015

Nota. Índice de saponificación para los aceites de uva, melón y chirimoya

Los valores obtenidos para el índice de saponificación de uva, melón y chirimoya, es de 201.53 55, 201.6634 y 201.6858 mg KOH/g, siendo el de chirimoya el que tiene mayor índice y el de uva el menor. Los tres valores son altos, lo cual nos indica que existe una alta pureza del aceite vegetal.

El índice de saponificación de uva es mayor al reportado por Ustun et al. en 2020 con un valor de 194 mg KOH/g, lo que indica que existe una menor presencia de ácidos grasos libres, mientras que, Pitre et al. en 2010 obtuvo como resultado 233 mg KOH/g, por lo cual el dato que se obtuvo en esta tesis contienen menor presencia de ácidos grasos libres.

Maran en 2014 menciona que, obtuvo un índice de saponificación de 204.34 mg KOH/g, en cambio, Castro & Jácome en 2022, realizaron una evaluación del índice de saponificación del aceite de melón por tres métodos de extracción y se obtuvo para el método de prensado en frío 194.34 mg KOH/g, por solvente químico de 184.36 mg KOH/g y método combinado de 192.53 mg KOH/g, obteniendo en sí una mayor pureza de aceite por el método de prensado en frío.

Material insaponificable

Para el cálculo del material insaponificable se siguió lo establecido en la norma ISO 3596, los datos obtenidos se encuentran en la tabla 10 de los aceites de uva, melón y chirimoya, para cada aceite se realizó dos pruebas.

Tabla 10

Material insaponificable

Aceite	Material insaponificable (g/kg)
Uva	10.65 ± 0.24
Melón	7.53 ± 0.58
Chirimoya	9.37 ± 0.2

Nota. En la tabla se observa el porcentaje de material insaponificable obtenido ± la desviación estándar

En la tabla 10 se encuentran los valores obtenidos de la prueba de materia insaponificable, los resultados de los aceites de uva, melón y chirimoya es de 10.65, 7.53 y 9.37 g/kg, obteniendo el mayor valor el aceite de uva y menor material insaponificable el aceite de chirimoya. CODEX STAN 210-1999 menciona que la dosis máxima de impurezas insolubles debe ser de 0.05% m/m y el aceite de pepitas de uva presenta un material insaponificable menor a 20 g/kg, comparando con el resultado obtenido en la tabla 10, el resultado adquirido se encuentra dentro del rango.

Índice de peróxido

Para la obtención del índice de peróxido se siguió el procedimiento detallado en la ISO 3960 (2007) y se realizó dos pruebas de cada uno de los aceites, los valores hallados se registraron en la tabla 11.

Tabla 11

Índice de Peróxido

Aceite	Índice de peróxido (mEq/kg)
Uva	25.85 ± 1.1
Melón	4.6 ± 0.4
Chirimoya	3.2 ± 0.2

Nota. En la tabla se observa el índice de peróxido obtenido ± la desviación estándar

En la tabla 11 se reportan los datos hallados después de haber realizado la prueba para el cálculo del índice de peróxido con la desviación estándar del aceite de uva, melón y chirimoya, los resultados fueron de 25.85, 4.6 y 3.2 meqO₂/kg respectivamente lo que significa que existe poca proporción en el contenido de ácidos grasos y la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 24:2012 establece el valor máximo de 10 mEq/kg que debe cumplir los aceites vegetales, por lo tanto, los aceites de melón y de chirimoya cumplen con este parámetro, determinando el estado de conservación del alimento. Relacionando con otros aceites vegetales obtenidos por el método de extracción de prensado en frío, CODEX STAN 210-1999 dispone un valor máximo de 15 meqO₂/kg, de la misma forma los aceites y melón serían los que cumplirían con este parámetro.

Chura extrajo en el año 2018 aceite de uva quebrantada por el método de extracción Soxhlet y el resultado fue de 38.44 meqO₂/kg y por el método con CO₂ supercrítico de 2.4 meqO₂/kg, lo que nos quiere decir que, el método de extracción influye en el resultado del parámetro analizado, ya que al extraer mediante prensado en frío se obtuvo de 25.85 meqO₂/kg /kg.

Prakash & Priya en el 2014 hicieron una extracción de aceite de la semilla de melón con fluido supercrítico, en el cual reflejó un valor de 3.46 meqO₂/kg con ± 0.42 de desviación estándar, por lo tanto, concuerda con el valor obtenido en este análisis.

En el caso del índice de peróxido para la chirimoya Nonalaya & Marcañaupa en el año 2017 obtuvieron un valor de 3.37 meqO₂/kg con una desviación de 0.207, cumpliendo dentro del límite permitido. Otro estudio realizado por Menacho y Saavedra en 2020 señala que el valor se encuentra en 3.3101 meqO₂/kg.

Índice de yodo

En el cálculo del índice de yodo se siguieron los pasos detallados en la ISO 3961, los resultados del análisis se encuentran en la figura 27, 28 y 29 de los aceites de uva, melón y chirimoya, los cuales se encuentran reportados en la tabla 12.

Tabla 12

Índice de yodo

Aceite	Índice de yodo cg I ₂ /g
Uva	136.99
Melón	130.94

Aceite	Índice de yodo cg I ₂ /g
Chirimoya	89.81

Nota. En la tabla se encuentra los valores obtenidos del índice de yodo de los aceites de uva, melón y chirimoya.

En la tabla 12 se encuentra redactado los valores obtenidos del índice de yodo del aceite de uva, melón y chirimoya, obteniendo como resultado los valores de 136.99, 130.94 y 89.81 cg I₂/ g. El valor más alto es para el aceite de uva, por lo cual presenta un mayor contenido de ácidos grasos insaturados lo que es bueno para un aceite de comida (CODEX STAN 210-1999, 1999).

El aceite de pepitas de uva tiene un valor entre los 128 a 150 g I₂/100 g (CODEX STAN 210-1999, 1999), el valor que se presenta en la tabla 12 se encuentra en el rango. En otro estudio sobre la extracción del aceite de uva variedad criolla negra y su caracterización realizado por Pitre et al. en 2010 se tuvo un resultado de 105 cg I₂/g.

El índice de yodo en un análisis de la calidad del aceite de melón realizado por Castro & Jácome en 2022, tuvo como resultado 132.67 g I₂/100 g. Unos análisis de las propiedades fisicoquímicas de los extractos de aceites de melón con fluido supercrítico reportaron un valor de índice de yodo de 123.82 g de I₂/ 100 g de aceite, designando un alto contenido de ácidos grasos insaturados (Prakash & Priya, 2014).

Los valores del índice de yodo del aceite de semilla de chirimoya por prensado en frío fueron de 88.4254 g I₂/ g, y por extracción de soxhlet de 85.0257 g I₂/ g (Menacho & Saavedra, 2020). Arain *et al.* (2017) registraron un valor de 120.55 g I₂/ 100 g, por el método de extracción

en caliente, por otro lado, Nonalaya y Marcañaupa (2017) reportaron un valor de 88.42 g l₂/ g por extracción en frío.

Índice de refracción

Para la obtención del índice de refracción de los aceites se utilizó la norma ISO 6320 y se trabajó a una temperatura de 25 °C, se realizó dos pruebas de cada uno de los aceites y se sacó el promedio de los resultados, el cual se detalla en la tabla 13.

Tabla 13

Índice de refracción

Aceite	Índice de refracción n_D
Uva	1.4755 ± 0.01
Melón	1.4734 ± 0.08
Chirimoya	1.4714 ± 0.02

Nota. En la tabla se encuentra los valores obtenidos del índice de refracción de los aceites de uva, melón y chirimoya.

En la tabla 13 se encuentran los índices de refracción de los aceites de uva, melón y chirimoya, con un valor de 1.4755, 1.2734 y 1.4714 respectivamente, parámetro que se encuentra en el rango detallado por la Normativa Técnica Ecuatoriana INEN 34:2012, el cual menciona como valor mínimo de 1.454 y máximo de 1.476, por lo tanto, dichos aceites cumplen con uno de los requisitos para ser utilizado como aceite vegetal comestible.

En estudios anteriores realizados por Nonalaya & Marcañaupa el índice de refracción a 20 °C fue de 1.46, mientras que, para Menacho y Saavedra, obtuvieron un valor de 1.4699 por el método de extracción de prensado en frío y por el de soxhlet de 1.4571, datos que

concuerdan con el valor obtenido en esta tesis. Para CODEX STAN 210-1999, el índice de refracción para el aceite de pepitas de uva es desde 1.467-1.477 a una temperatura de 40 °C, comparando el resultado obtenido en este trabajo el aceite de uva se encuentra dentro del rango.

Determinación del contenido de humedad

Para la determinación del contenido de humedad de los aceites de uva, melón y chirimoya se utilizaron dos métodos. La primera medición se hizo a través de la norma ISO 662 (2016) y la segunda mediante el analizador de humedad, los datos obtenidos de ambos métodos se registraron en la tabla 14.

Tabla 14

Contenido de humedad

Aceite	Humedad calculada ISO 662	Humedad por equipo
Uva	0.0453 ± 0.0001	0.03
Melón	0.0982± 0.0032	0.15
Chirimoya	0.0797 ± 0.00004	0.08

Nota. Contenido de humedad por norma y por quipo para los aceites de uva, melón y chirimoya

Se puede observar en la tabla 14 los valores obtenidos por los dos métodos de medición de la humedad, al utilizar la Norma Técnica Ecuatoriana ISO 662 los valores para el aceite de uva, melón y chirimoya son de 0.04453, 0.0982 y 0.0797 a diferencia del método por equipo que se adquirió los valores de 0.03, 0.011 y 0.08, al ser comparados se puede apreciar que existe una gran diferencia en el valor del aceite de melón. Según la norma INEN 23:2012, el

porcentaje máximo de pérdida por calentamiento debe ser de 0.05 para que los aceites vegetales sean comestibles, evaluando con los datos que se presenta en la tabla 14, el aceite de uva cumple este parámetro, aunque los otros su contenido de humedad no es tan alto al rango máximo mencionado.

La humedad por el método de prensado, solvente químico y combina adquirieron un valor de 0.16, 2.39 y 1.16 respectivamente, según (Castro & Jácome, 2022), comparando con los datos obtenidos en la tabla 14 para el aceite de melón el resultado es parecido al obtenido por el detector de humedad, pero diferente al obtenido por la Norma ISO 662. El porcentaje de humedad es de 0.9 (Castro, Jácome, & Zambrano, 2022)

El contenido de humedad de uva se encuentra fuera de la norma para aceites de semilla de uva en Ecuador, pero si se encuentra dentro de los parámetros establecidos de México, el cual no debe sobrepasar el 0.2 % (Gobierno de México, 2009). Mora et al., en el 2015 realizó pruebas del porcentaje de humedad para el aceite de extracción de uva silvestre y uva comercial obteniendo un porcentaje de 0.07 y 0.06.

Índice de acidez

El cálculo del índice de acidez se realizó según lo mencionado en la Norma Técnica Ecuatoriana ISO 660 (2020) y se hizo dos pruebas de cada aceite, los datos se encuentran digitados en la tabla 15.

Tabla 15

Índice de acidez

Aceite	Índice de acidez (mg KOH/g)
Uva	1.8 ± 0.0012
Melón	1.2 ± 0.0043
Chirimoya	0.98 ± 0.0007

Nota. Índice de acidez del aceite de uva, melón y chirimoya

El índice de acidez es un parámetro importante para la caracterización del aceite vegetal, en la tabla 15 se encuentran los valores calculados para los aceites de uva, melón y chirimoya con una valoración de 1.8, 1.2 y 0.98 mg KOH/g. CODEX STAN 210-1999 alude que, el valor máximo del índice de acidez para un aceite extraído por prensado en frío y vírgenes debe ser de 4 mg KOH/g, por lo tanto los tres aceites cumplen con el parámetro; Lo que significa que no existe una gran cantidad de ácido grasos libres, mientras tanto, la norma INEN 23:2012 tiene como cifra máxima de 0.2 % en acidez.

Se hizo un estudio de los parámetros de calidad para cuatro tipos de uvas y dio como resultado de la acidez libre entre 0.37 % a 1.47 % (Pardo et al., 2009). Mora et al., en 2015 realizó un estudio de los parámetros de calidad que presentan las uvas silvestres y las uvas comerciales, obteniendo como resultado un porcentaje de índice de acidez de 0.4 % y 0.7 %.

El valor de acidez reportado para el aceite de melón por el método prensado en frío, por solvente químico y método combinado es de 0.44 %, 0.43%, 0.36% (Castro & Jácome, 2022). El índice de acidez para el aceite de chirimoya por extracción por expeller y por caliente tienen un valor de 0.5287 mg KOH/g y 4.0952 (Menacho y Saavedra, 2020).

Ensayo de rancidez

El ensayo de rancidez se realizó para los aceites de uva, melón y chirimoya, mediante el proceso que menciona la norma INEN 45. Los resultados obtenidos se encuentran detallados en la tabla 16

Tabla 16

Rancidez

Aceite	Rancidez
Uva	Negativo
Melón	Negativo
Chirimoya	Negativo

Nota. Rancidez del aceite de uva, melón y chirimoya

La tabla 16 muestra los resultados obtenidos en el ensayo de rancidez, en el cual los aceites de uva, melón y chirimoya dieron como negativo en la prueba. Por lo cual no existe deterioro en los aceites y se pueden utilizar como uso comestible (CODEX STAN 210-1999, 1999).

Conclusiones

- La extracción de aceite de uva, melón y chirimoya se puede realizar mediante el método de extracción de prensado en frío, obteniendo un porcentaje de rendimiento del 5.1230, 13.2525 y 12.123, mientras que para el aceite de arazá la mejor opción es mediante el proceso de soxhlet con éter de petróleo como disolvente con un porcentaje de rendimiento de 0.1, esto se debe a que en la semilla de arazá no existe mucho contenido de aceite.
- Las propiedades fisicoquímicas del aceite de uva, melón y chirimoya entran dentro del rango establecido por la norma INEN 23:2012 y por CODEX STAN 210-1999, lo que permite que sean utilizados para el consumo humano.
- Respecto a los ácidos grasos, los predominantes en los aceites de uva, melón y chirimoya fueron el oleico y α linoleico, con un valor de (14.48, 76.22), (13.61, 73.27) y (50.03, 27.26), respectivamente. Presentando propiedades benéficas para la salud de los humanos.

Recomendaciones

- Realizar investigaciones de las características de la semilla de uva, melón, chirimoya, arazá y membrillo.
- Evaluar la actividad oxidante de los aceites por los diferentes métodos de extracción.
- Se sugiere evaluar cómo influye la variedad de cada fruta respecto a la caracterización de cada una de ellas.
- Analizar los compuestos lípidos del aceite del residuo de la semilla de uva del proceso vinífero y del proceso de producción de chicha.

Bibliografía

- Alburquerque, J. C. (2016). Exportación de pulpa de arazá a Miami - estados en aporte al cambio de la matriz productiva periodo 2015. *Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana*. Obtenido de <https://www.eumed.net/cursecon/ecolat/ec/2016/araza-miami.html>
- Arian, Sherazi, Mahesar, & Sirajuddin. (2017). Evaluación espectroscópica y cromatográfica de aceite de semilla de guayaba extraído con solvente. *Revista Internacional de Propiedades de Alimentos*, 20(1), 556-563.
doi:<https://doi.org/10.1080/10942912.2017.1301953>
- Arriola, G., & Monajaras, M. (2003). Comprobación de pureza de los aceites comestibles de diferentes marcas comerciales en el área Metropolitana. El Salvador: Universidad de El Salvador. Obtenido de <https://ri.ues.edu.sv/id/eprint/5600/1/10126050.pdf>
- Beccaria, J. A., Pasquale, G., Rubert, A., & Ruiz, D. M. (3 de octubre de 2022). Preparación y caracterización de biodiesel a partir de diferentes tipos de aceite. *Investigación joven*, 9, 45-46. Obtenido de http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/150826/Documento_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Bonilla, S. (Morelia de 2011). Producción de melón (Cucumis melo) con alta tecnología en el valle de Apatzingan. Obtenido de http://bibliotecavirtual.dgb.umich.mx:8083/xmlui/handle/DGB_UMICH/5974

- Bonilla, S. (2018). Efecto del 1-Metilciclopropeno en la inhibición del etileno en la maduración de la Chirimoya (*Annona cherimola* Mill). Quito, Ecuador: Universidad Central del Ecuador. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/16585/1/T-UCE-0004-CAG-026.pdf>
- Burg, P., Masán, V., & Rutkowski, K. (21 de enero de 2017). Evaluation of the pressing process during oil extraction from grape seeds. *Slovak Journal of Food Sciences*, *11*, 1-6. doi:<https://doi.org/10.5219/690>
- Cantao, L., Rodrigues, J., Caldas, A., Figueiredo, F., Holanda, R., & Carvalho, R. (2021). From waste to sustainable industry: How can agro-industrial wastes help in the development of new products? *Resources, Conservation and Recycling*, *169*. doi:<https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2021.105466>
- Castro, J., & Ávila, A. (2019). Aplicación de materiales para estimar índices de refracción. *Rev. acad. colom. cienc. exact. fis. nat.*, *43*(167), 193-198. doi: <https://doi.org/10.18257/raccefyn.850>.
- Castro, K., Jácome, M., & Zambrano, D. (2022). Caracterización físico-químicas del aceite de la semilla de sandía (*Citrullus lanatus*) y melón (*Cucumis melo*) usando tres métodos de extracción (Prensado en frío, solvente químico y combinado). Quevedo: Universidad Técnica Estatal de Quevedo.
- Chasipanta, E., & Chicaiza, T. (marzo de 2016). Evaluación de la actividad antioxidante bioautográfica de 5 variedades de aceites esenciales amazónicos (*Ocotea quixos*; *Psidium guajava*; *Eugenia stipitata*; *Piper auritum*; *Piper imperiale*). Quito: Universidad

Politécnica Salesiana de Quito. Obtenido de

<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/12141/1/UPS-QT09649.pdf>

Cisneros, C. (2022). Mejora del proceso de destilación por arrastre con vapor de agua para incrementar el nivel de producción de aceites esenciales. Chimbote: Universidad César Vallejo. Obtenido de

https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/114836/Cisnero_HCB-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y

CODEX STAN 210-1999. (1999). CODEX ALIMENTARIUS. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.

Coloma, J. M. (2022). Efectos del uso de las principales fitohormonas aplicadas al cultivo de melón (*Cucumis melo*) en el Ecuador. Babahoyo, Los Ríos, Ecuador. Obtenido de <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/13154>

Cuchipe, C. (2023). Extracción por prensado en frío y valoración de las características fisicoquímicas y sensoriales del aceite de dos variedades de aguacate. Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi. Obtenido de

<http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/9992/1/MUTC-001419.pdf>

Cuellar, F., Ariza, E., Anzola, C., & Restrepo, P. (agosto de 2013). Estudio de la capacidad antioxidante del arazá (*Eugenia stipitata* MC Vaugh) durante la maduración. *Revista Colombiana de Química*, 42(2), 21-28. Obtenido de

http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-28042013000200003&lng=en&tlng=es

- Delgado, V., Espinoza, Y., Torre, R., & Encina, C. (2022). Aceite de Metohuayo (Caryodendron Orinocense Karst) Obtenido por Prensado Hidráulico y Expeller: Análisis de Rendimiento y Características Físico-química. *Rev. Investing. Altoandin*, 24(4), 236-247.
doi:<http://dx.doi.org/10.18271/ria.2022.446>
- Divine, B., & Anuanwen, C. (2020). Optimization methods for the extraction of vegetable oils. *Processes*, 8(2), 209. doi:<https://doi.org/10.3390/pr8020209>
- EMPROCOMPT. (2017). *EMPROCOMPT*. Obtenido de EMPROCOMPT:
<https://www.emprocompt.com/produccion/araza/>
- Espinosa, J. F., & Vallejo, F. A. (30 de Julio de 2020). Variabilidad genética de familias de medios hermanos de melón criollo ecuatoriano Cucumis melo var. dudaim (L.) Naudin. *U.D.C.A Actualidad & Diculgación Científica*, 23(2).doi:<https://doi.org/10.31910/rudca.v23.n2.2020.1762>
- Ganadería, M. d. (04 de enero de 2018). Productores de uva participaron en la primera mesa técnica del cultivo. Quito, Pichincha, Ecuador. Obtenido de <https://www.agricultura.gob.ec/productores-de-uva-participaron-en-la-primera-mesa-tecnica-del-cultivo/>
- Gobierno de México. (2009). Aceites y grasas- aceite comestible puro de pepita de uva. México. Obtenido de 200.77.231.100/work/normas/nmx/2009/proy/nmx/f/588/scfi/2009.
Accesado 4 marzo de 2014

- Gómez, E. (2020). Eliminación de colorantes textiles utilizando carbones activados preparados a partir de semilla de chirimoya. Puebla, México: Benmétrica Universidad Autónoma de Puebla. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12371/9641>
- González, A., García, J., Cortés, I., Díaz, J., & Dueñas, J. (2022). Indicadores composicionales en la química de los ácidos grasos en el aceite de palma ¿Qué tan relevante es el índice de yodo? *Palmas*, 43(2), 26-39. doi: <https://doi.org/10.56866/01212923.13711>
- González, G. (2021). Aprovechamiento de las propiedades nutricionales y tecnológicas de la fibra dietética de residuos agroindustriales del Ecuador en la industria alimentaria. Quito. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/24719/3/UCE-FQC-CQA-%20GONZALEZ%20GISSEL.pdf>
- Guerra, E., & Zúñiga, M. (2003). Tratamiento enzimático en la extracción de aceite de pipa de uva, *Vitis vinífera*, por prensado en frío. *Grasas y Aceite*, 54(1), 53-57. Obtenido de <https://pure.pucv.cl/es/publications/tratamiento-enzim%C3%A1tico-en-la-extracci%C3%B3n-de-aceite-de-pipa-de-uva->
- Hamini, M., & Zaher, F. (2018). Production of vegetable oils in the world and in Egypt an overview. *Springer*, 42. doi:<https://doi.org/10.1186/s42269-018-0019-0>
- Hernández, M. S., Barrera, J. A., & Carrillo, M. (2006). Arazá. Bogotá, Colombia: Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas.
- INEN 35. (1973). Grasas y aceites comestibles. Determinación de la densidad relativa. Ecuador.
- INEN 45. (1973). Grasas y aceites comestibles. Ensayo de rancidez. Ecuador.

- ISO 3596. (2000). Grasas y aceites animales y vegetales. Determinación del material insaponificable. Usando el método de extracción dietiléter. Ecuador.
- ISO 3657. (2020). Grasas y aceites animales y vegetales. Determinación del índice de saponificación. *Grasas y aceites animales y vegetales. Determinación del índice de saponificación*. Ecuador.
- ISO 3960. (2007). Grasas y aceites animales y vegetales. Determinación del índice de peróxido – Determinación yodométrica (visual) del punto final. *Cuatro*. Ecuador.
- ISO 3961. (2018). Grasas y aceites animales y vegetales. Determinación del índice de yodo. Ecuador.
- ISO 6320. (2017). Grasas y aceites animales y vegetales. Determinación del índice de refracción. Ecuador.
- ISO 660. (2020). Grasas y aceites animales y vegetales. Determinación del índice de acidez y acidez. Ecuador.
- ISO662. (2016). Grasas y aceites animales y vegetales. Determinación del contenido de humedad y de material volátil. Ecuador.
- Katherin, N., & Marcañauca, J. (2017). Extracción y caracterización fisicoquímica del aceite de semilla de chirimoya (*Annona cherimola*) y guanabana (*Annona muricata*). Huanyaco: Universidad Nacional del Centro de Perú. Obtenido de <https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/4375/Nonalaya%20C-%20Marca%c3%b1aupa%20D.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Larkin, P. (2011). *IR and Raman Spectroscopy Principles and Spectral Interpretation*. Amsterdam: Elsevier.

León, G., Monteagudo, R., & Rodríguez, E. (2022). Caracterización del procedimiento de obtención de aceite de Moringa oleifera con relación al tipo de semillas. *Tecnología química*, 42(1), 24-39. Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2224-61852022000100024

libertyprim. (2015). *libertyprim*. Obtenido de libertyprim:

<https://www.libertyprim.com/es/lexique-familles/133/membrillo-lexique-des-frutas.htm>

Maceda, J., & Chañi, O. (2021). Larva de *Rhynchophorus palmarum* L., Coleoptera:

Curculionidae efecto de la dieta en la síntesis de ácidos grasos esenciales. *Revista verde de Agroecología e Desenvolvimento Sustentável*, 16(2), 122-130. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8060844>

Martin, M., Grao, E., Millan, M., & Montserrat, S. (2020). Grape (*Vitis vinifera* L.) Seed Oil: A functional food from the Winemaking Industry. *Foods*, 9(10).

doi:<https://doi.org/10.3390/foods9101360>

Menacho Villalobos, J. L., & Saavedra Perez, G. T. (2020). Comparación fisicoquímica y la estabilidad oxidativa del aceite extraído a partir de semillas de guayaba (*psidium guajava*) y semillas de chirimoya (*annona cherimola*) por extracción en frío y caliente. Perú: Escuela Académico profesional de Ingeniería Agroindustrial. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.14278/3593>

- Menacho, J., & Saavedra, G. (2020). Comparación físicoquímica y la estabilidad oxidativa del aceite extraído a partir de semillas de guayaba ((*Psidium Guajava*) y semillas de chirimoya ((*Annona Cherimola*) por extracción de frío y caliente. Nuevo Chimbote, Perú. Obtenido de <http://repositorio.uns.edu.pe/handle/20.500.14278/3593>
- Merino, D. (2021). Estudio de factibilidad para la implementación de una planta procesadora de macerado de membrillo en la parroquia de Bayushig. Riobamba, Ecuador. Obtenido de <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/8551>
- Mero, E. (2019). Determinación de las características Físicoquímicas del aceite de coco artesanal "CO-DERIVADOS" y aplicación de mejoras en las prácticas de elaboración. Manta: Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí. Obtenido de <https://repositorio.uleam.edu.ec/bitstream/123456789/2289/1/ULEAM-AGROIN-0061.pdf>
- Meza, N. W. (2023). Modelamiento Geoespacial para la caracterización de los cultivos de agroexportación, Unidad Hidrográfica Piura, Perú. Lima, Perú. Obtenido de <https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/5813/rivas-meza-neill-wilson.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ministerio de Agricultura y Ganadería. (7 de marzo de 2013). INIAP entregará a productores nueva variedad de chirimoya. Quito. Obtenido de <https://www.agricultura.gob.ec/iniap-entregara-a-productores-nueva-variedad-de-chirimoya/>

- Mora, F., Castaño, S., Morales, Castañeda, & Rubí. (2015). Ácidos grasos y parámetros de calidad del aceite de semilla de uva silvestre (*Vitis* spp.). *Scientia Agropecuaria*, 6(4). doi:<http://dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2015.04.04>
- Nde, D., & Foncha, A. (2020). Optimization Methods for the Extraction of Vegetable Oils: A Review. *Processes*, 8(2). doi: <https://doi.org/10.3390/pr8020209>
- Nonayala, K., & Marcañaupa, J. (2017). Extracción y caracterización fisicoquímica del aceite de semilla de chirimoya y guanabana. Unidad Nacional del Centro de Perú. Obtenido de <https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/4375/Nonalaya%20C-%20Marca%c3%b1aupa%20D.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ortega, J., Banchón, J., Ayón, F., Vera, M., & Narváez, W. (2020). Nuevos cultivares de melón (*Cucumis melo* L.) para invernadero en Perto La Boca, Manabí. *Revista Científica Multidisciplinaria*, 4(4), 259-271.
- Pardo, J., Fernández, E., Rubio, M., & Alvarruiz, A. (2009). *European Journal of Lipid Science and Technology*, 11, 188-193. doi:(Pardo et al., 2009)
- Pascual, H. (2022). Efectos de la suplementación de ácidos grasos poliinsaturados omega 3 en pacientes con cancer hematológicos. Lima: Universidad Norbert Wiener. Obtenido de https://repositorio.uwiener.edu.pe/bitstream/handle/20.500.13053/7641/T061_10860821_S.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Pedro Ugarte. (2021). Extracción de aceite de semillas de Aguaymanta (*Physalis peruviana*) con prensa-expeller, caracterización y predicción de su vida anaquel. Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12996/4608>
- Pitre, A., Andrade, A., García, L., & Londoño, P. (2010). Extracción del aceite de semilla de uva variedad "Criolla negra" y su caracterización. *ANALES*, 12(1), 193-206.
- Plua, J., & Giler, E. (2020). Estudio del efecto de los aceites de sacha inchi (*Plukenetia huayllabambana*), ajonjolí (*Sesamum indicum*), maní (*Arachis hypoganea*), en la conservación de paiche (*Arapaima gigas*). Quevedo: Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Obtenido de <http://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/5185>
- Prakash, & Priya. (2014). Extracción con fluido supercrítico de aceite de semillas de melón (*Cucumis Melo*). *Revista del Instituto de Ingenieros Químicos de Taiwan*, 47, 71-78. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jtice.2014.10.007>.
- Prietto, J. (2016). Análisis de las repercusiones del cambio climático en el ámbito gastronómico sobre la producción de uva en la región Ica como responder ante estos cambios. Lima, Perú: Universidad San Ignacio de Loyola. Obtenido de <https://repositorio.usil.edu.pe/server/api/core/bitstreams/5dedb1e7-7abb-4e68-8b0d-ebcc3b0d1ecc/content>
- Ramírez, T. (2018). Evaluación de las propiedades fisicoquímicas de aceites y grasas residuales potenciales para la producción de biocombustible. México: Centro de investigación y desarrollo tecnológico en electroquímica, S.C. Obtenido de <https://cideteq.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1021/369/1/Evaluaci%C3%B>

3n%20de%20las%20propiedades%20fisicoqu%C3%ADmicas%20de%20aceites%20y%20g
rasas%20residuales%20potenciales%20para%20la%20producci%C3%B3n%20de%20bioc
ombustibles_rees.pdf

Reserved, L. v. (2023). *La ventana de Javiruli All Rights Reserved*. Obtenido de La ventana de

Javiruli All Rights Reserved:

<http://laventanadejaviruli.blogspot.com/2021/03/plantacion-de-membrilleros-cydonia.html>

Rodriguez, J. (2013). Implementación del análisis cuantitativo de índice de yodo para aceite de palma, aceite de pescado y sebo, en la compañía industrial de productos agropecuarios (CIPA S.A.). Pereira: Universidad Tecnológica de Pereira. Obtenido de

<https://repositorio.utp.edu.co/server/api/core/bitstreams/2dc22d17-a221-4326-85bd-ee6808b48493/content>

Rodríguez, J., Hernández, M., Estrada, E., & Santoyo, M. (2015). Índice de saponificación de mayonesas. *Revista Tendencias en Docencia e Investigación Química*, 1(2), 838-842.

Obtenido de

http://zaloamati.azc.uam.mx/bitstream/handle/11191/9172/Indice_de_saponificacion_de_mayonesas_2015.pdf?sequence=1

Rodríguez, M., Alcaraz, L., & Real, S. (2012). *Procedimientos para la extracción de aceites*

esenciales en plantas aromáticas. Playa Palo: Centro de Investigaciones Biológicas del

Noroeste.

Romero, L., Valdiviezo, C., & Bonilla, S. (2019). Caracterización del aceite de la semilla de Sacha Inchi (*plukenetia volubilis*) del cantón San Vicente, Manabí, Ecuador, obtenida mediante procesos no térmicos de extrucción. *La Granja*, 30(2), 77-87.

doi:<https://doi.org/10.17163/lgr.n30.2019.07>

Sánchez, S. (2011). Estudio investigativo del membrillo, Análisis de sus propiedades, recuperación de uso y aplicación gastronómica en cocina fusión y molecular. Guayaquil: Universidad Tecnológica Equinoccial.

Segurondo, R., & Cortez, V. (2020). Determinación de la rancidez en aceites usados en el proceso de frituras en establecimientos de expendio de comida rápida. *Revista*

CON.CIENCIA, 8(2), 115-128. Obtenido de

[http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S2310-](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S2310-02652020000200009&script=sci_arttext)

[02652020000200009&script=sci_arttext](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S2310-02652020000200009&script=sci_arttext)

Torrejón, C., & Uauy, R. (2011). Calidad de grasa arterioesclerosis y enfermedad coronaria: efectos de los ácidos grasos saturados y ácidos grasos trans. *Revista médica de Chile*, 139(7), 924-931. doi:<http://dx.doi.org/10.4067/S0034-98872011000700016>

Ugarte, P. (2021). Extracción de aceite de semilla de aguaymanto (*Physalis peruviana*) con prensa-expeller, caracterización y predicción de su vida en anaquel. Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina.

Ustún, Z., Umut, V., & Pinar, Z. (2020). Chapter 5-Cold pressed grape (*Vitis vinifera*) seed oil. (M. F. Ramadan, Ed.) *Cold Pressed Oils*, 39-52. doi:<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-818188-1.00005-0>

- Valarezo, E., Ludeña, J., Echeverría, E., Cartuche, L., Meneses, M., Calva, J., & Morocho, V. (2022). Composición enantiomérica, capacidad antioxidante y actividad anticolinesterasa del aceite esencial de hojas de chirimoya (*Annona cherimola* Mill). *Aceites Esenciales de plantas con Actividad Biológica*. doi:<https://doi.org/10.3390/plants11030367>
- Veloz, A. (2019). Cuantificación y análisis proximal de residuos agroindustriales generados en despulpadoras de fruta del distrito metropolitano de Quito. Quito: Universidad Central del Ecuador. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/17731/1/T-UCE-0004-CAG-064.pdf>
- Vera, D. F., Pérez, H., & Valencia, H. (2002). Aislamiento de hongos solubilizadores de fosfatos de la rizósfera de Arazá (*Eugenia stipitata*, Myrtaceae). *Acta Biológica Colombiana*, 7(1), 33-40.
- Villacrés, D. (2016). Determinación del índice de peróxido en aceites usados en la preparación de papas fritas de ocho diferentes restaurantes con el objetivo de determinar posibles efectos en la salud. Quito: Universidad San Francisco de Quito. Obtenido de <http://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/6300>
- Villamizar, M. (2022). Review of the extraction methods of the essential oil of lippia alba. *Revista Ingeniería UC*, 29(1), 3-14. doi:<https://doi.org/10.54139/revinguc.v29i1.90>
- Villanueva, G., Casdelo, N., Anastacio, I., & Márquez, G. (2021). Tecnologías para el aprovechamiento de la cera de la caña de azúcar. *Centro Azúcar*, 48(4), 108-122.

Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2223-48612021000400108&script=sci_arttext&tlng=en

Villareal, S. (2022). Caracterización parcial del aceite de semillas de melón chino (*Cucumis melo* L.) como factor de agregación de valor. Buenavista: Universidad autónoma agraria "Antonio Narro".

Anexos