



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS



ESCUELA DE AGRICULTURA, SILVICULTURA, PESCA Y

VETERINARIA

CARRERA DE AGROINDUSTRIA

TRABAJO DE TITULACIÓN

Componente práctico del examen de carácter complejo, presentado al H. Consejo Directivo de la Facultad, como requisito previo para obtener el título de:

INGENIERA AGROINDUSTRIAL

TEMA:

Comparación de métodos de extracción de aceites esenciales a partir de semillas de mango (*Manguifera indica L.*), maracuyá (*Passiflora edulis*) y tamarindo (*Tamarindus indica*).

AUTORA:

Linda Noelia Vallejo Alonzo

TUTORA:

Ing. Sheyling Alexis Segobia Muñoz, MSc.

Babahoyo – Los Ríos – Ecuador

2024

RESUMEN

La extracción de aceites esenciales de semillas de frutas tropicales, como mango, maracuyá y tamarindo, presenta desafíos por sus propiedades fisicoquímicas y organolépticas. Determinar los métodos de extracción (hidrodestilación, solventes y fluidos supercríticos) de aceites esenciales a partir de semillas de mango (*Manguifera indica*), maracuyá (*Passiflora edulis*) y tamarindo (*Tamarindus indica*) son esenciales para la selección del método más eficiente y de mayor calidad. El aceite esencial es una combinación específica y compleja de sustancias químicas las cuales son biosintetizadas en las plantas, además, son sustancias volátiles extraídas de diversas partes de plantas, como flores, hojas, tallos, raíces y semillas. La investigación revela que los métodos de extracción de aceites esenciales de semillas de mango, maracuyá y tamarindo, incluyendo la hidrodestilación, la extracción con solventes y los fluidos supercríticos, tienen un impacto significativo en las propiedades fisicoquímicas y organolépticas de los aceites obtenidos. Para elaboración del presente trabajo se describieron tres métodos de extracción de aceites esenciales de semillas de frutas como mango, maracuyá y tamarindo. Las características organolépticas (aroma y sabor), las cuales llegan a variar dependiendo del método de extracción que se emplea. Las propiedades físico-químicas de los aceites esenciales de mango, maracuyá y tamarindo van a variar dependiendo del método de extracción empleado.

Palabras claves: Dióxido de carbono, frutas, beneficios, salud, plantas, proceso.

SUMMARY

Extracting essential oils from tropical fruit seeds, such as mango, passion fruit, and tamarind, presents challenges due to their physicochemical and organoleptic properties. Determining the extraction methods (hydrodistillation, solvents and supercritical fluids) of essential oils from mango (*Mangifera indica*), passion fruit (*Passiflora edulis*) and tamarind (*Tamarindus indica*) seeds are essential for the selection of the most efficient and highest quality method. Essential oil is a specific and complex combination of chemicals which are biosynthesized in plants, in addition, they are volatile substances extracted from various parts of plants, such as flowers, leaves, stems, roots and seeds. The research reveals that the methods of extracting essential oils from mango, passion fruit and tamarind seeds, including hydrodistillation, solvent extraction and supercritical fluids, have a significant impact on the physicochemical and organoleptic properties of the oils obtained. For the preparation of this work, three methods of extraction of essential oils from fruit seeds such as mango, passion fruit and tamarind were described. The organoleptic characteristics (aroma and flavor), which vary depending on the extraction method used. The physicochemical properties of mango, passion fruit and tamarind essential oils will vary depending on the extraction method used.

Keywords: Carbon dioxide, fruits, benefits, health, plants, process.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	II
SUMMARY	III
ÍNDICE GENERAL	IV
ÍNDICE DE TABLAS.....	VI
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
1. CONTEXTUALIZACIÓN	1
1.1 Introducción.....	1
1.2 Planteamiento del problema.....	2
1.3 Justificación.....	2
1.4 Objetivos del estudio	4
1.4.1 Objetivo general	4
1.4.2 Objetivos específicos.....	4
1.5 Línea de Investigación	4
2. DESARROLLO	5
2.1 Marco conceptual.....	5
2.1.1 Aceites esenciales.....	5
2.1.2 Propiedades físicas y químicas.....	5
2.1.3 Componentes bioactivos.....	6
2.1.4 Características para extraer el aceite esencial de la semilla de mango	6
2.1.5 Características para extraer el aceite esencial de la semilla de maracuyá....	7
2.1.6 Métodos de extracción.....	7
2.1.7 Características para extraer el aceite esencial de la semilla de tamarindo ...	8
2.1.8 Calidad fisicoquímica.....	9
2.1.9 Características organolépticas.....	9
2.1.10 Rendimiento de la extracción.....	9
2.2 Marco metodológico	10

2.3	Resultados	11
2.4	Discusión de resultados	17
3.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	20
3.1	Conclusiones.....	20
3.2	Recomendaciones.....	21
4.	REFERENCIAS Y ANEXOS	22
4.1	Referencias Bibliográficas	22
4.2	Anexos	30

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Métodos de extracción.....	11
Tabla 2. Características organolépticas de los aceites esenciales	12
Tabla 3. Propiedades físico-químicas de los aceites esenciales.....	13
Tabla 4. Características de los métodos de extracción.....	14
Tabla 5. Comparación de las características organolépticas	15
Tabla 6. Propiedades físico-químicas en frutas	15
Tabla 7. Rendimientos y pérdidas de aceites esenciales.....	16
Tabla 8. Características generales de los aceites esenciales.....	16

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Método de hidrodestilación	30
Ilustración 2. Extracción por solventes	30
Ilustración 3. Extracción por fluido supercrítico	31
Ilustración 4. Aceite esencial de mango	31
Ilustración 5. Aceite esencial de maracuyá	32
Ilustración 6. Aceite esencial de tamarindo	32

1. CONTEXTUALIZACIÓN

1.1 Introducción

Los aceites esenciales han sido fundamentales en la industria de la perfumería. Investigaciones recientes han destacado sus propiedades antioxidantes, sugiriendo su uso en la industria alimentaria como una alternativa eficaz para prevenir la degradación de productos cárnicos (Colina *et al.*, 2022). De acuerdo a Mantilla *et al.* (2023), los aceites de semillas de frutas tropicales como mango, maracuyá y tamarindo destacan por sus propiedades únicas y potencial terapéutico con una demanda creciente de USD 17 360 millones en 2021 a USD 27 000 millones en 2022.

Para Castelán *et al.* (2020), la selección del método de extracción es crucial, ya que influye directamente en la calidad fisicoquímica y organoléptica del aceite esencial obtenido, así como en su rendimiento. Tres métodos prominentes de extracción son la hidrodestilación que es el método más tradicional para liberar compuestos volátiles en semillas mediante vapor de agua, además, preserva compuestos térmicamente sensibles, esenciales para mantener las propiedades organolépticas del aceite, aunque puede ser lenta y tener menor rendimiento que otros métodos.

Desde la perspectiva de Reyes (2019) considera que la extracción con solventes orgánicos y la extracción con fluidos supercríticos (especialmente CO₂) ofrecen diferentes ventajas y desafíos en términos de eficiencia, pureza y propiedades del aceite. Para Valcárcel (1999) citado por Reyes en su artículo “extracción con fluidos supercríticos: aplicaciones de interés farmacéutico” de 2019, denota que cada método presenta ventajas y desafíos específicos, que impactan de manera distinta en los compuestos bioactivos presentes en los aceites esenciales, puesto que, la calidad fisicoquímica, como el índice de refracción, varía según las condiciones de destilación.

1.2 Planteamiento del problema

La extracción de aceites esenciales de semillas de frutas tropicales, como mango, maracuyá y tamarindo, presenta desafíos debido a sus propiedades fisicoquímicas y organolépticas. Métodos como hidrodestilación, solventes y fluidos supercríticos influyen en el rendimiento y calidad del aceite, afectando su composición química y características organolépticas (Proaño *et al.*, 2020).

La hidrodestilación, un método tradicional, es relativamente lento y menos eficiente en rendimiento comparado con métodos modernos. Aunque preserva compuestos volátiles y térmicamente sensibles, las condiciones de destilación influyen en la calidad del aceite, puede generar una pérdida promedio del 15 – 20 % en comparación con otros métodos. La variabilidad en este índice complica la estandarización del producto (Vázquez *et al.*, 2018).

La extracción con solventes presenta problemas de pureza debido a los residuos de solventes, en la investigación de Narvárez Cintya cuyo trabajo se basa en la extracción y la caracterización de aceite de semillas de calabaza mediante la utilización de una variedad de solventes en el año 2021, demostró que este método tiene un rendimiento superior, con una pérdida mínima del 5 – 10 %, sin embargo, eliminar los residuos de solventes aumenta los costos de producción, especialmente con el uso común de hexano (Mouahid *et al.*, 2024).

La extracción con fluidos supercríticos somete el dióxido de carbono a temperaturas y presiones específicas, es decir, por encima de su punto crítico termodinámico. Los fluidos supercríticos pueden extraer compuestos químicos específicos de muestras sólidas complejas utilizando solventes específicos bajo diferentes condiciones de temperatura y presión (Fundación Universitaria Juan N. Corpas, 2024).

1.3 Justificación

La producción de aceites esenciales de alta calidad es vital para varias industrias como la farmacéutica, cosmética y la alimentaria, por lo que, en alimentación, se usan como saborizantes y conservantes; en cosmética, por sus propiedades aromáticas y para la piel; y en

farmacéutica, por sus propiedades terapéuticas. Optimizar métodos de extracción puede reducir costos y aumentar competitividad, especialmente en países productores de frutas tropicales como Brasil, México, Colombia, Ecuador (Sanz *et al.*, 2021).

Las semillas de frutas como mango, maracuyá y tamarindo, se han convertido en un tema de interés investigativo, debido a sus propiedades que las hacen únicas, pues estas evidencian que son ricas en compuestos bioactivos y ácidos grasos esenciales. Dado que los flavonoides y los polifenoles se encargan de neutralizar los radicales libres, además de proteger las células del daño oxidativo; los taninos propiedades aportan antimicrobianas y antiinflamatorias, las cuales aumentan su potencial terapéutico (Mejía *et al.*, 2022).

Los ácidos grasos esenciales presentes en estas semillas, como el ácido linoleico y el ácido oleico, son cruciales para la función celular y la salud cardiovascular, y contribuyen a una mejor respuesta inflamatoria. Estos compuestos bioactivos no solo potencian sus efectos antioxidantes, sino que también amplifican sus propiedades terapéuticas, haciendo que sean valiosas para diversas aplicaciones en la industria alimentaria, farmacéutica y cosmética.

Comprender cómo estos métodos afectan las propiedades de los aceites esenciales es crucial para preservar los compuestos bioactivos responsables de propiedades terapéuticas y aromáticas. La variabilidad en parámetros como el índice de refracción proporciona información vital sobre la pureza y concentración del aceite, beneficiando aplicaciones científicas y técnicas precisas. Esta investigación promueve el desarrollo de procesos más eficientes y sostenibles (Cedeño *et al.*, 2023).

Asimismo, comparar la hidrodestilación con técnicas avanzadas como la extracción con fluidos supercríticos, que produce aceites de alta pureza sin residuos de solventes, puede fomentar la innovación y hacer técnicas avanzadas más accesibles (Casado, 2019). La extracción por solvente separa los compuestos en función de su solubilidad relativa en dos líquidos inmiscibles diferentes (Ricardo, 2020). La extracción de fluidos supercríticos es una de las tecnologías más importantes para el medio ambiente (Pantoja, 2024).

1.4 Objetivos del estudio

1.4.1 Objetivo general

Determinar los métodos de extracción (hidrodestilación, solventes y fluidos supercríticos) de aceites esenciales a partir de semillas de mango (*Manguifera indica*), maracuyá (*Passiflora edulis*), y tamarindo (*Tamarindus indica*), para la selección del método más eficiente y de mayor calidad.

1.4.2 Objetivos específicos

- Describir los métodos de extracción de aceites esenciales (hidrodestilación, solventes y fluidos supercríticos) utilizadas en la industria de procesamiento de frutas tropicales como mango, maracuyá y tamarindo.
- Comparar las características organolépticas (aroma y sabor) de los aceites esenciales obtenidos de cada método de extracción.
- Detallar las propiedades fisicoquímicas de los aceites esenciales de las semillas de mango, maracuyá y tamarindo, extraídos mediante los diferentes métodos.

1.5 Línea de Investigación

La presente investigación está enfocada en los dominios de la Universidad Técnica de Babahoyo de Recursos agropecuarios, ambiente, biodiversidad y biotecnología, conforme al tema de esta investigación “Comparación de los Métodos de Extracción de Aceites Esenciales a partir de semillas de mango (*Manguifera indica* L.), maracuyá (*Passiflora edulis*) y tamarindo (*Tamarindus indica*)”, el mismo que se encuentra enfocado en la línea de: Desarrollo agropecuario, agroindustrial sostenible y sustentable y en la sublínea de: Procesos agroindustriales.

2. DESARROLLO

2.1 Marco conceptual

2.1.1 Aceites esenciales

Según Ortuño (2006), el aceite esencial es una combinación específica y compleja de sustancias químicas las cuales son biosintetizadas en las plantas, además, son sustancias volátiles extraídas de diversas partes de plantas, como flores, hojas, tallos, raíces y semillas. Su utilización ha sido durante siglos en la medicina, esto se debe a las propiedades terapéuticas, a las cuales se les ha atribuido un sinnúmero de beneficios para la salud, desde aliviar el estrés y la ansiedad hasta el alivio en dolores musculares y mejorar la calidad del sueño (González *et al.*, 2022).

2.1.2 Propiedades físicas y químicas

Semilla de mango: Contiene una elevada cantidad de carbohidratos, principalmente almidón, que representa aproximadamente entre el 58 % y el 80 %, con un grado de pureza del 97.18 %, además, exhibe niveles elevados de minerales, con mediciones que indican 368 mg de potasio, 170 mg de calcio y 210 mg de magnesio por cada 100 gramos (Escalona *et al.*, 2022).

Semilla de maracuyá: Son fuentes de vitaminas C, fibras y proteínas; estas semillas contienen propiedades antioxidantes, antiinflamatorios y ácidos grasos esenciales, destacando el ácido linoleico (55 – 6 %), el ácido oleico (18 – 20 %) y el ácido palmítico (10 – 14 %) (Campos *et al.*, 2023).

Semilla de tamarindo: Contiene aminoácidos los cuales cumplen diversas funciones, en el caso del ácido aspártico, este fomenta el crecimiento; mientras que el ácido glutámico mejora los niveles de defensa. Estos aminoácidos, especialmente el ácido aspártico fomenta el crecimiento y el ácido glutámico mejora los niveles de defensa. Además, es rica en fibra dietética, especialmente fibra soluble, lo cual es beneficioso para la salud digestiva, también contiene varios polifenoles con propiedades antioxidantes, esta semilla contiene minerales como calcio, fósforo, magnesio y hierro (Hernández *et al.*, 2021).

2.1.3 Componentes bioactivos

Semillas de mango: Contiene una variedad de vitaminas, incluyendo las antioxidantes C y E, junto con otras esenciales como las vitaminas K, B1, B2, B3, B5, B6, B9 y B12, con concentraciones que varían entre 0.1 y 1 mg por cada 100 gramos. También se pueden encontrar alrededor de 15 UI de vitamina A en esta semilla (Escalona *et al.*, 2022).

Semilla de maracuyá: Es una fuente abundante de vitamina C, fibra dietética y proteína, también contiene cantidades significativas de hierro, sodio, magnesio, potasio, azufre y cloruros, además, presenta fuertes propiedades antioxidantes, antiinflamatorias, antifúngicas, flavonoides, antibacterianas, y anti-envejecimiento, por lo que, muestra diversas actividades biológicas, como protección gástrica, analgesia, control de la diarrea, efectos antidiabéticos y propiedades antiproliferativas, atribuidas a su composición específica en términos de componentes bioactivos (Campos *et al.*, 2023).

Semilla de tamarindo: Presenta polifenoles, como catequinas y procianidinas, los cuales son antioxidantes clave para la protección celular y la neutralización de radicales libres. Además, la semilla es rica en fibra dietética, tanto soluble como insoluble, esencial para la salud digestiva y para mantener niveles estables de glucosa en sangre. También contiene ácidos grasos insaturados, como el ácido oleico y el ácido linoleico, que promueven la salud cardiovascular (Urbano *et al.*, 2022).

2.1.4 Características para extraer el aceite esencial de la semilla de mango

Las semillas de mango contienen aproximadamente un 15 % de grasa o aceite en su composición. Este contenido relativamente alto de grasa sugiere que las semillas de mango pueden ser una fuente potencialmente rica de lípidos, lo cual es relevante dado que los ácidos grasos son fundamentales para diversas funciones biológicas (Espinoza *et al.*, 2018). La composición de ácidos grasos es ácido palmítico, ácido esteárico y ácido oleico.

Existen diversos métodos para la extracción de aceite esencial de mango, en los cuales el hexano (hidrocarburo), éter de petróleo y etanol, funcionan como disolventes; en el método de

extracción con fluidos supercríticos se utiliza el dióxido de carbono (CO₂). Los rendimientos de extracción de entre el 6 % y el 8 % del peso seco de las semillas. La extracción con solventes es tradicional y económica, aunque puede dejar residuos en el aceite final, mientras que la extracción con fluidos supercríticos es más selectiva y limpia (Barrera & Carreño, 2018).

2.1.5 Características para extraer el aceite esencial de la semilla de maracuyá

Las semillas de maracuyá tienen un contenido de aceite que varía entre el 16.7 % y el 33.5 %, dependiendo del método de extracción utilizado, con rendimientos máximos reportados de hasta el 22.23 % respecto al peso seco de la semilla. El aceite de estas semillas es rico en ácidos grasos insaturados como el ácido oleico y el linoleico, conocidos por sus beneficios para la salud cardiovascular. También contiene ácidos grasos saturados como el ácido palmítico y esteárico, importantes para varias funciones metabólicas y estructurales del organismo (Pantoja *et al.*, 2017).

Entre los métodos más utilizados para la extracción del aceite de semilla de maracuyá, está la utilización de solventes como hexano, éter de petróleo y etanol; la extracción con fluidos supercríticos, el mismo que se ha vuelto el más común. La extracción con fluidos supercríticos, utilizando CO₂ a condiciones específicas como 350 bares de presión y 60° C de temperatura, se destaca por ofrecer altos rendimientos, permite una extracción eficiente y selectiva de los componentes deseados (Hoyos & Sánchez, 2019).

2.1.6 Métodos de extracción

Los métodos de extracción de aceites esenciales, como la hidrodestilación, la extracción con solventes y la extracción con fluidos supercríticos, ofrecen enfoques distintos para obtener compuestos naturales de plantas. La hidrodestilación, tradicional, conserva propiedades sensibles al calor, pero es lenta. La extracción con solventes es eficiente, pero puede dejar residuos y alterar propiedades organolépticas (Cano *et al.*, 2023).

- **Hidrodestilación:** Para Cerpa (2007), el proceso de destilación por arrastre de vapor es llamado hidrodestilación, el cual es un método de extracción de aceites esenciales que

emplea vapor de agua como agente de arrastre. La materia prima se calienta en un matraz con agua, generando vapor que pasa a través de la planta, arrastrando los componentes volátiles. Luego, el vapor condensado se separa en una fase líquida que contiene el aceite esencial y una fase acuosa (Díaz *et al.*, 2023).

- **Extracción con solventes:** Fajardo y Navarro (2017) señalan que los solventes orgánicos deben estar libres de impurezas, esto se realiza mediante temperaturas precisas; la extracción con solventes se basa en la mezcla de materia prima con un solvente (etanol, alcohol, hexano, entre otros) que se encargan de disolver los compuestos, luego se procede a agitar la mezcla para depositar los compuestos al solvente y después separar la solución para lograr obtener el extracto (Ayala *et al.*, 2020)
- **Extracción con fluidos supercríticos:** La extracción con fluidos supercríticos utiliza un fluido en estado supercrítico, como dióxido de carbono, para extraer componentes selectivos de materiales. El fluido, al exhibir propiedades de líquido y gas, actúa como disolvente para extraer los componentes deseados de la materia prima. Aunque ofrece selectividad y ausencia de residuos, requiere equipos especializados y puede ser costoso a gran escala (Melo *et al.*, 2020).

2.1.7 Características para extraer el aceite esencial de la semilla de tamarindo

Las semillas de tamarindo contienen entre un 9 – 15 % de aceite, dependiendo del método de extracción. Utilizando etanol como solvente, se ha logrado un rendimiento de hasta el 9.7 % del peso seco de la semilla. El aceite de semilla de tamarindo es rico en ácidos grasos insaturados, como el oleico y linoleico, y también contiene ácidos grasos saturados, como el láurico, mirístico y esteárico.

Los métodos principales para la extracción del aceite incluyen el uso de solventes como etanol y éter de petróleo, así como la extracción por arrastre con vapor. La extracción utilizando etanol se destaca por lograr rendimientos superiores y por ofrecer propiedades fisicoquímicas

más favorables en comparación con el éter de petróleo al tratarse de la semilla de tamarindo (Chichipe, 2019).

2.1.8 Calidad fisicoquímica

Según Del Valle & Aguilera (2010), el dióxido de carbono permite una alta selectividad de microcomponentes en productos naturales. La calidad fisicoquímica de los aceites esenciales, incluyendo el índice de refracción y la composición química, es crucial para determinar su pureza, propiedades terapéuticas y aromáticas, así como para garantizar la seguridad y estandarización del producto (Montalván *et al.*, 2023).

2.1.9 Características organolépticas

Los aceites esenciales, que provienen del metabolismo vegetal, son compuestos volátiles que juegan un papel importante en la creación de los aromas distintivos; estos compuestos contribuyen a las propiedades olfativas de muchas especies vegetales (Enríquez *et al.*, 2024).

Las características organolépticas, como aroma y sabor, son esenciales para la aceptabilidad y aplicación de los aceites esenciales. El aroma, que resulta de los compuestos volátiles, y el sabor, que depende de la composición química del aceite, influyen significativamente en la experiencia del consumidor (Severiano, 2019).

2.1.10 Rendimiento de la extracción

El rendimiento hace énfasis a la cantidad de aceite esencial que se obtiene de semillas usadas (mango, maracuyá y tamarindo) a través de los métodos utilizados; se debe considerar la cantidad producida, viabilidad económica e impacto en el medio ambiente. La eficiencia económica se refiere a los costos de la producción de aceite, incluyendo materiales, insumos y la mano de obra empleada; la eficiencia ambiental considera el consumo de recursos y la generación de residuos, se basa en reducir el impacto negativo en el entorno (Tapia *et al.*, 2023).

2.2 Marco metodológico

Esta investigación fue documental y se basó en la recopilación, análisis e interpretación de información existente sobre métodos de extracción de aceites esenciales de semillas de mango, maracuyá y tamarindo, utilizando hidrodestilación, extracción con solventes y fluidos supercríticos.

Además, el diseño utilizado fue descriptivo y exploratorio. Se revisó la literatura científica y técnica para entender cómo los diferentes métodos de extracción afectan las propiedades fisicoquímicas, organolépticas y el rendimiento de los aceites esenciales obtenidos de estas semillas.

Cabe resaltar que las fuentes incluyeron artículos científicos de revistas especializadas, libros sobre química de productos naturales y métodos de extracción, y bases de datos electrónicas tales como *Scopus*, *PubMed*, *Google Scholar*, *Refseek*, entre otros. Por ende, se inició con una búsqueda bibliográfica exhaustiva usando palabras claves sobre extracción de aceites esenciales; se seleccionaron fuentes relevantes.

En cuanto a las técnicas empleadas, se hicieron uso de técnicas cualitativas y cuantitativas para comparar métodos de extracción en eficiencia, calidad y costo. Se evaluaron propiedades fisicoquímicas y organolépticas de los aceites esenciales, y el rendimiento de cada método en la cantidad de aceite producido.

2.3 Resultados

La investigación revela que los métodos de extracción de aceites esenciales de semillas de mango, maracuyá y tamarindo, incluyendo la hidrodestilación, la extracción con solventes y los fluidos supercríticos, tienen un impacto significativo en las propiedades fisicoquímicas y organolépticas de los aceites obtenidos. La hidrodestilación, aunque preserva compuestos térmicamente sensibles, resulta ser relativamente lenta y menos eficiente en términos de rendimiento, con una pérdida promedio del 15 – 20 % en comparación con métodos más modernos.

La extracción con solventes, a pesar de su alta eficiencia en la producción de aceite con una pérdida mínima del 5 – 10 %, presenta desafíos en cuanto a la pureza del producto final debido a los residuos de solventes. En contraste, la extracción con fluidos supercríticos, especialmente utilizando CO₂ a condiciones específicas, ofrece altos rendimientos y aceites de alta pureza sin residuos de solventes, aunque requiere equipos especializados que pueden limitar su implementación a gran escala.

Estos hallazgos resaltan la importancia de seleccionar el método de extracción adecuado según las necesidades específicas de cada aplicación industrial, con implicaciones significativas para la industria alimentaria, farmacéutica y cosmética.

La “tabla 1” muestra los distintos métodos de extracción de los aceites esenciales; además las ventajas y desventajas de cada método.

Tabla 1.

Métodos de extracción

Método de Extracción	Descripción	Ventajas	Desventajas
Hidrodestilación	Utiliza vapor de agua para extraer aceites esenciales de las semillas.	Preserva compuestos volátiles.	Rendimiento menor comparado con métodos modernos.

Método de Extracción	Descripción	Ventajas	Desventajas
	Preserva compuestos volátiles y sensibles.	Adecuado para compuestos térmicamente sensibles.	
Extracción con Solventes	Utiliza solventes orgánicos como el hexano para extraer aceites esenciales. Mayor rendimiento que la hidrodestilación.	Mayor rendimiento en comparación con la hidrodestilación.	Puede dejar residuos de solventes en el producto final, afectando su pureza.
Extracción con Fluidos Supercríticos	Emplea CO ₂ en estado supercrítico para una extracción eficiente y selectiva de compuestos. Produce aceites de alta pureza, sin residuos de solventes.	Alta pureza del producto final. Sin residuos de solventes.	Requiere equipos especializados. Más costoso de implementar a gran escala.

Nota. Fuente: Casado (2018); Fajardo *et al.* (2022); González *et al.*, (2019)

La “tabla 2” indica las características organolépticas de los aceites esenciales (mango, maracuyá y tamarindo) obtenidas por los métodos de extracción.

Tabla 2.

Características organolépticas de los aceites esenciales

Método de Extracción	Aroma	Sabor
Hidrodestilación	Conserva mejor el aroma. Puede haber variaciones debido a las condiciones de destilación.	Conserva mejor las propiedades organolépticas. Variaciones debido a las condiciones de destilación.
Extracción con Solventes	Puede afectar negativamente el aroma	Puede afectar negativamente el sabor

Extracción con Fluidos Supercríticos	debido a los residuos de solventes.	debido a los residuos de solventes.
	Requiere procesos adicionales para eliminar estos residuos.	Requiere procesos adicionales para eliminar estos residuos.
	Produce aceites con aroma más limpio y concentrado.	Produce aceites con sabor más limpio y concentrado.
	Preserva mejor las características organolépticas originales.	Preserva mejor las características organolépticas originales.

Nota. Fuente: Casado (2018); Fajardo *et al.* (2022); González *et al.* (2019)

La “tabla 3” detalla las propiedades fisicoquímicas de los aceites esenciales de las semillas de las frutas usadas, que fueron extraídos mediante los distintos métodos.

Tabla 3.

Propiedades físico-químicas de los aceites esenciales

Método de Extracción	Propiedad	Mango	Maracuyá	Tamarindo
Hidrodestilación	Índice de Refracción	Variabilidad moderada.	Variabilidad moderada.	Variabilidad moderada.
		Sensible a condiciones de destilación.	Sensible a condiciones de destilación.	Sensible a condiciones de destilación.
		Moderado.	Moderado.	Moderado.
		Variable.	Variable.	Variable.
Extracción con Solventes	Índice de Refracción	Afectado por residuos de solventes.	Afectado por residuos de solventes.	Afectado por residuos de solventes.
		Variable.	Variable.	Variable.
		Influenciado por el solvente utilizado.	Influenciado por el solvente utilizado.	Influenciado por el solvente utilizado.
		Variable.	Variable.	Variable.

Extracción con Fluidos Supercríticos	Densidad	Influenciada por residuos de solventes.	Influenciada por residuos de solventes.	Influenciada por residuos de solventes.
	Índice de Refracción	Más estable y consistente.	Más estable y consistente.	Más estable y consistente.
		Más preciso.	Más preciso.	Más preciso.
	Punto de Ebullición	Mejor preservación de compuestos volátiles.	Mejor preservación de compuestos volátiles.	Mejor preservación de compuestos volátiles.
	Densidad	Más consistente.	Más consistente.	Más consistente.

Nota. Fuente: López *et al.* (2020); Fernández *et al.* (2021); Hernández & Sánchez (2022)

La “tabla 4” indica las características de los métodos de extracción de aceites esenciales que son utilizados en la industria de procesamiento de semillas.

Tabla 4.

Características de los métodos de extracción

Método de Extracción	Descripción	Características
Hidrodestilación	Preserva compuestos volátiles y sensibles. Menor rendimiento comparado con métodos modernos.	Conserva mejor las propiedades organolépticas. Rendimiento inferior y lento.
Extracción con Solventes	Rendimiento superior, pero puede dejar residuos de solventes.	Mayor rendimiento. Puede afectar el aroma y sabor. Requiere procesos para eliminar residuos de solventes.
Extracción con Fluidos Supercríticos	Produce aceites de alta pureza sin residuos de solventes.	Alta pureza. Conserva las propiedades organolépticas. Requiere equipos especializados.

Nota. Fuente: González *et al.* (2022); Mora *et al.* (2022); Cedeño *et al.* (2022)

La “tabla 5” indica la comparación de las características organolépticas de los aceites esenciales, obtenidos por los distintos métodos de extracción.

Tabla 5.

Comparación de las características organolépticas

Método de Extracción	Características Organolépticas
Hidrodestilación	Conserva mejor el aroma y sabor natural. Variaciones dependiendo de las condiciones de destilación.
Extracción con Solventes	Puede afectar negativamente el aroma y sabor debido a residuos de solventes. Requiere procesos adicionales para eliminar estos residuos.
Extracción con Fluidos Supercríticos	Produce aceites con aroma y sabor más limpios y concentrados. Preserva mejor las características organolépticas originales de las semillas.

Nota. Fuente: González *et al.* (2022); Mora *et al.* (2022); Cedeño *et al.* (2023)

La “tabla 6” muestra las propiedades físico-químicas de los aceites esenciales obtenidos por los métodos de extracción en frutas como mango, maracuyá y tamarindo.

Tabla 6.

Propiedades físico-químicas en frutas

Propiedades Físico-químicas	Hidrodestilación	Extracción con Solventes	Extracción con Fluidos Supercríticos
Índice de Refracción	Variabilidad dependiente de las condiciones de destilación.	Menor estabilidad debido a residuos de solventes.	Más estable y consistente.
Otros parámetros	Preserva compuestos volátiles.	Puede contener residuos de solventes.	Alta pureza sin residuos de solventes.

Nota. Fuente: López *et al.* (2020); Fernández *et al.* (2021); Hernández & Sánchez (2022)

La “tabla 7” detalla los rendimientos y pérdidas de extracción en aceites esenciales aplicados por distintos métodos.

Tabla 7.

Rendimientos y pérdidas de aceites esenciales

Método de extracción	Rendimiento de extracción (%)	Pérdida promedio (%)	Observaciones
Hidrodestilación	Variable	15 – 20 %	Compuestos volátiles preservados, método tradicional y lento.
Extracción con solventes (etanol)	Hasta 9.7 %	5 – 10 %	Alta eficiencia, residuos de solvente según estudios previos. Alta pureza, requiere equipos especializados,
Fluidos supercríticos (CO ₂)	Rendimientos variables	Sin residuos	eficiente según estudios de casos similares.

Nota. Fuente: González *et al.* (2022); Mora *et al.* (2022); Cedeño *et al.* (2023)

La “tabla 8” muestra las características generales de los aceites esenciales obtenidos en semillas de mango, maracuyá y tamarindo.

Tabla 8.

Características generales de los aceites esenciales

Propiedades	Características generales
Composición de ácidos grasos	Ácidos grasos insaturados (oleico, linoleico), saturados (láurico, mirístico, esteárico).
Propiedades bioactivas	Antioxidantes, antiinflamatorias, antimicrobianas.
Usos potenciales	Industria alimentaria, farmacéutica, cosmética.

Nota. Fuente: González & Véliz (2020); Álvarez (2017); Ramírez & Vargas (2023)

2.4 Discusión de resultados

Según Casado (2018) la hidrodestilación utiliza vapor de agua para la extracción de aceites que contienen las semillas, de esta manera se conserva los compuestos volátiles, aunque el rendimiento es menor. Para Fajardo *et al.* (2022) la extracción con solventes se utilizan solventes orgánicos, de esta manera se obtiene un mayor rendimiento, aunque el producto final puede contener residuos. De acuerdo a González *et al.*, (2019) la extracción con fluidos supercríticos se emplea para una extracción efectiva, esta produce aceites de alta pureza, aunque requiere equipos especializados.

Desde el punto de vista de Casado (2018) la hidrodestilación conserva de mejor manera el aroma y sabor. En mención a Fajardo *et al.* (2022) indican que la extracción con solventes desgasta el aroma y sabor debido a los residuos. Sin embargo, González *et al.* (2019) destacan que la extracción con fluidos supercríticos (CO₂) da como resultado aceites con aroma y sabor más limpios y concentrados conservando de manera eficaz las características originales.

Para López *et al.* (2020) la hidrodestilación en el índice de refracción presenta una variabilidad moderada y sensible a condiciones de destilación, el punto de ebullición es moderado con una densidad variable. De acuerdo a Fernández *et al.* (2021) indican que la extracción con solventes presenta un índice de refracción menos estable debido a los residuos que se presentan, el punto de ebullición se ve influenciado por el solvente que se utiliza y la densidad se ve influenciada por los residuos del solvente. Además, Hernández & Sánchez (2022) encuentran que la extracción con fluidos supercríticos tiene un índice de refracción más estable y consistente, el punto de ebullición preserva mejor los compuestos volátiles y la densidad es más consistente.

Cabe aclarar que González *et al.* (2022) afirman que las características del método de extracción por hidrodestilación conservan mejor las propiedades organolépticas, aunque el rendimiento es inferior y lento. En cambio, Mora *et al.* (2022) indican que la extracción con solventes tienen un mayor rendimiento, aunque los residuos de solventes pueden afectar el

aroma y sabor. Asimismo, Cedeño *et al.* (2022) destacan que la extracción con fluidos supercríticos usando CO₂ conserva las propiedades organolépticas y para ello requieren equipos especializados.

De esta manera González *et al.* (2022) afirman que las características organolépticas de los aceites esenciales revelan diferencias notables entre los métodos de extracción, la hidrodestilación conserva el aroma y el sabor natural. Según Mora *et al.* (2022) la extracción con solventes puede afectar negativamente el aroma y el sabor debido a los residuos. Sin embargo, Cedeño *et al.* (2023) destacan que la extracción con fluidos supercríticos produce aceites con aroma y sabor más limpios y concentrados, preservando mejor las características organolépticas originales.

De acuerdo a López *et al.* (2020) la hidrodestilación presenta un índice de refracción con una variabilidad dependientes de las condiciones de destilación y preserva los compuestos volátiles. Según Fernández *et al.* (2021) la extracción con solventes tiene un índice de refracción menos estable, debido a que puede contener residuos de los solventes. Para Hernández & Sánchez (2022) la extracción con fluidos supercríticos el índice de refracción es más estable y consistente, tiene alta pureza debido a que no presentan residuos.

Por consiguiente, González *et al.* (2022) señalan que los rendimientos de la hidrodestilación son variables y presentan una pérdida promedio del 15 – 20 %, lo que lo vuelve menos eficiente, a pesar de conservar los compuestos volátiles. Por otro lado, Mora *et al.* (2022) consideran que la extracción con solventes posee rendimientos (9.7 %) y la pérdida (5 – 10 %), se hallan residuos que pueden afectar no solo la calidad, sino también aumentar los costos. Según Cedeño *et al.* (2023) destacan que el método de fluidos supercríticos usando CO₂ ofrece aceites con una alta pureza y carente de residuos, a pesar de tener rendimientos variables, por lo que consideran que este sería el método más eficiente, aunque requiere equipos especializados, lo que lo vuelve más costoso.

Para González & Véliz (2020), los aceites esenciales son útiles en la industria de la perfumería y se consideran no secantes. Según Álvarez (2017) los aceites contienen ácidos grasos (saturados e insaturados), los cuales proporcionan propiedades significativas, las cuales aportan beneficios antioxidantes como beneficios antiinflamatorios. En mención a Ramírez & Vargas (2023) los aceites esenciales de las semillas de maracuyá, mango y tamarindo son valiosas en las industrias, dando como resultado productos cosméticos y farmacéuticos.

3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

3.1 Conclusiones

Para elaboración del presente trabajo se describieron tres métodos de extracción de aceites esenciales de semillas de frutas como el mango, maracuyá y tamarindo; los métodos descritos fueron: hidrodestilación (tradicional y sencillo), extracción con el uso de solventes (mayor eficacia y eficiencia) y la extracción con fluidos supercríticos (extracción más pura y con menos residuos).

Las características organolépticas (aroma y sabor), las cuales llegan a variar dependiendo del método de extracción que se emplea. El método de hidrodestilación da como resultado que el aroma sea más suave y natural, sin embargo, la extracción con el uso de solventes puede incrementar el aroma, pero suele existir residuos. En cambio, la extracción con fluidos supercríticos da como resultado aromas y sabores más naturales, incrementando su calidad.

Las propiedades físico-químicas, como es el punto de ebullición, densidad e índice de refracción forman parte de los métodos de extracción de los aceites esenciales de mango, maracuyá y tamarindo. La hidrodestilación tiene una variabilidad moderada y sensible, el punto de ebullición es moderado y la densidad variable. La extracción con solventes presenta un índice de refracción menos estable, el punto de ebullición se ve influenciado por el solvente que se utiliza y en la densidad llega a presentar residuos. La extracción con fluidos supercríticos tiene un índice de refracción más estable y consistente, en el punto de ebullición se preservan los compuestos volátiles y la densidad es más consistente.

El uso de aceites esenciales en la industria alimentaria permite realzar sabores y olores de los productos, además, de actuar como conservante natural; otra de las características que poseen es que actúan como biocidas, inhibiendo el crecimiento de patógenos que son perjudiciales para la salud humana.

3.2 Recomendaciones

- Realizar investigaciones y el desarrollo de otros métodos de extracción de aceites esenciales.
- Conocer los beneficios y perjuicios que tienen los métodos de extracción de aceites esenciales.
- Implementar la adopción de tecnologías avanzadas que ofrezcan una extracción de aceites esenciales más puros y a su vez que sean seguras.
- Realizar nuevos estudios sobre las características organolépticas de los aceites esenciales en base a cada método de extracción.
- Fomentar el uso de métodos de extracción de aceites esenciales que sean más eficientes para las semillas de distintas frutas y poder mantener su calidad.
- Capacitar al personal responsable de la extracción de aceites en semillas de frutas, sobre cómo mantener la calidad del producto final.
- Comprender las propiedades físico-químicas de los aceites esenciales provenientes de frutos de semilla mediante el uso de diferentes métodos de extracción.
- Implementar controles de calidad a los aceites esenciales para que cumplan con los estándares solicitados.
- Utilizar aceites esenciales en la industria alimentaria para realzar el sabor y aroma de los productos, además, su uso adecuado ayuda a la salud humana, porque inhibe el crecimiento de patógenos que se encuentran en los alimentos.

4. REFERENCIAS Y ANEXOS

4.1 Referencias Bibliográficas

- Anónimo (2024). El extracto de semilla de tamarindo es un cosmético natural y un primer plano de una dieta saludable en la mesa. Obtenido de: https://es.123rf.com/photo_122244881_el-extracto-de-semilla-de-tamarindo-es-un-cosm%C3%A9tico-natural-y-un-primer-plano-de-una-dieta-saludable.html
- Ayala, C., Gallardo, J., & Vásquez, R. (2020). Analizador en línea para un proceso de Extracción por Solvente. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, 28(4), 585-595. Obtenido de https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-33052020000400585&script=sci_arttext&lng=en
- Barboza, V. (2023). *La estructura de los compuestos orgánicos y su relación con las propiedades físicas*. Obtenido de: <https://filadd.com/doc/laboratorio-1-extraccion-pptx-pdf-quimica-organica>
- Barrera, D. M., & Carreño, L. C. (2018). Recuperación de Aceite de las semillas de Mango (mangífera indica), procedentes de desechos industriales, usando extracción supercrítica con CO₂. *Revista de la UNiversidad de los Andes*. Obtenido de <https://repositorio.uniandes.edu.co/server/api/core/bitstreams/c3c333d8-2409-4251-807c-0e341c4569dc/content>
- Campos-Rodriguez, J., Acosta-Coral, K., Moreno-Rojo, C., & Paucar-Menacho, L. M. (2023). Maracuyá (*Passiflora edulis*): Composición nutricional, compuestos bioactivos, aprovechamiento de subproductos, biocontrol y fertilización orgánica en el cultivo. *Scientia Agropecuaria*, 14(4), 479-497. Obtenido de http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2077-99172023000400011
- Cano Botero, J. L., Ospina Balvuela, Y., Gutiérrez Cifuentes, J. A., & Ríos Vásquez, E. (2023). Hidrodestilación asistida por microondas de aceite esencial de *Cúrcuma longa* (rizomas):

- optimización mediante superficie de respuesta. *Revista De Investigación, Desarrollo E Innovación, RIDI*, 185-200. doi:<https://doi.org/10.19053/20278306.v13.n1.2023.16061>
- Casado Villaverde, I. (2019). Optimización de la extracción de aceites esenciales por destilación en corrientes de vapor. *Industriales ETSII UPM*. Obtenido de https://oa.upm.es/49669/1/TFG_IRENE_CASADO_VILLAVERDE.pdf
- Castelán Tapia, J., & Ponce Quiroz, A. K. (2020). Selección del método óptimo para la extracción de aceite esencial de jengibre para maximizar el aprovechamiento de sus propiedades. *Revista de Universidad Iberoamericana Puebla*. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/340133903_SELECCION_DEL_METODO_OPTIMO_PARA_LA_EXTRACCION_DE_ACEITE_ESENCIAL_DE_JENGIBRE_PARA_MAXIMIZAR_EL_APROVECHAMIENTO_DE_SUS_PROPIEDADES
- Cedeño Cevallos, J., Navarrete Alcívar, M., Sánchez Mendoza, V., & Moreira Mendoza, C. (2023). Eficacia en la extracción de aceite a partir de especies vegetales. *Revista Colón Ciencias, Tecnología y Negocios*, 1-16. doi:<https://doi.org/10.48204/j.colonciencias.v10n2.a4137>
- Chichipe, J. P. (2019). Estudio de dos métodos de extracción de aceite de semillas de tamarindo (*tamarindus indica* L.). *Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas*. Obtenido de <https://repositorio.untrm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14077/1882/Chichipe%20Lozano%20Jhon%20Percy.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Colina Márquez, J., Contreras, E., Ruiz, J., & Monroy, L. (2022). Comparación de dos métodos de extracción para el aceite esencial de la cáscara de pomelo (*Citrus maxima*). *Ing-NOVA*, 85-98. Obtenido de <https://revistas.unicartagena.edu.co/index.php/ing-nova/article/view/3729>
- Díaz-Cama, A. E., Bautista-Espinosa, M. V., Quispe-Barrantes, P., & Flores-Arizaca, J. M. (2023). Aceites Esenciales de Zingiber Officinale: extracción por pulsos de vapor en cascada.

- Revista Biodiversidad Amazónica*, 2(2), 38-53. Obtenido de <https://revistas.unamad.edu.pe/index.php/rba/article/view/230/581>
- Enríquez, M., Serrano, G., Cuadrado, D. & Ricaurte, P. (2024). *Efecto de los aceites esenciales de plantas aromáticas en la conservación de embutidos*. *Revista de la Sociedad Científica del Paraguay*, v. 29, n. 1. Obtenido de http://scielo.iics.una.py/scielo.php?pid=S2617-47312024000100196&script=sci_arttext
- Escalona Cruz, L. J., Solano Silvera, G., & Estrada Martínez, A. (2022). La semilla del mango (*Mangifera indica* L.): Caracterización química y uso en la alimentación animal (Revisión). *Revistas UDG*. Obtenido de [https://revistas.udg.co.cu/index.php/redel/article/view/3188/7003#:~:text=La%20semilla%20de%20mango%20contiene,et%20al.%2C%202021\).&text=La%20semilla%20de%20mango%20presenta,4\)%2C%20Yatnatti%20et%20al.](https://revistas.udg.co.cu/index.php/redel/article/view/3188/7003#:~:text=La%20semilla%20de%20mango%20contiene,et%20al.%2C%202021).&text=La%20semilla%20de%20mango%20presenta,4)%2C%20Yatnatti%20et%20al.)
- Espinoza-Enríquez, J. L., Ayala Guerrero, L. M., Castañeda Olivares, F., & Castillo Martínez, L. C. (2018). Caracterización de aceite de semilla de mango (*Mangifera indica* L.) por cromatografía de gases acoplado a espectrometría de masas para su aplicación en alimentos funcionales. *Revista de Invención Técnica*, 2(7), 15-17. Obtenido de https://www.ecorfan.org/taiwan/research_journals/Invencion_Tecnica/vol2num7/Revista_de_Invenci%C3%B3n_Tecnica_V2_N7_3.pdf
- Fajardo Contreras, J. D., Sánchez Plaza, F. A., Dueñas Rivadeneira, J. P., & Dueñas Rivadeneira, A. A. (2022). Extracción asistida por ultrasonido y su aplicación en la obtención de aceites vegetales. *Centro Azúcar*, 49(4), 125-143. Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2223-48612022000400125
- Freepick. (2024). *Frasco con extracto de aceite esencial de mango*. Obtenido de: https://www.freepik.es/fotos-premium/frasco-extracto-aceite-esencial-mango_139940136.htm

- Fundación Universitaria Juan N. Corpas. (2024). *Extracción con fluidos supercríticos*. Obtenido de <https://www.juanncorpas.edu.co/servicios-investigacion/extraccion-con-fluidos-supercriticos/>
- García, A. & Barba, A. (2024). *Extracción por fluidos supercríticos: una alternativa verde*. Obtenido de: <https://www.sabermas.umich.mx/archivo/articulos/562-numero-63/1112-extraccion-por-fluidos-supercriticos-una-alternativa-verde.html>
- García García, P. M., Galindo Alcántara, A., & Ruíz Acosta, S. d. (2023). Métodos de extracción de pectina en frutos: Revisión sistemática. *Ecosistema y Recursos Agropecuarios, III: e3728*(Esp.), 1-10. doi://doi.org/10.19136/era.a10nIII.3728
- González Moreno, B., Piña Barrera, A., Pérez López, L., Galindo Rodríguez, S., & Alvarez Román, R. (2022). Aceites esenciales de origen natural: Características químicas técnicas de extracción potencial aplicación biológicas. *Biología y Sociedad*, 20-30.
- González-Alejo, F. A., Barajas-Fernández, J., & García-Alamilla, P. (2019). Extracción de compuestos solubles de la cascarilla de cacao con CO₂ supercrítico. Caso de metilxantinas y grasa. *Biotecnología y Ciencias Agropecuarias*, 13(2), 128-14. doi:<https://doi.org/10.29059/cienciauat.v13i2.1073>
- González-Díaz, Y., & Véliz-Jaime, M. Y. (2020). Extracción y caracterización del aceite esencial de mango obtenido de residuos agroindustriales. *Tecnología Química*, 40(3). Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2224-61852020000300488
- Green Andina Colombia (2020). *Aceite de maracuyá*. Obtenido de: <https://cotizaciones.greenandinacolombia.com/producto/aceite-de-maracuya/>
- Hernández Murillo, J., Iguarán Díaz, C., Aramendiz Tatis, H., Espitia Camacho , M., & Cardona Ayala, C. (2021). Variaciones morfométricas de semillas y alternativas físico-químicas en la germinación de tamarindo (*Tamarindus indica* L.). *Temas Agrarios*. doi:<https://doi.org/10.21897/rta.v26i2.2779>

- Hoyos, J. E., & Sánchez, S. H. (2019). Caracterización del Aceite de semilla de maracuyá (*passiflora edulis* S.) extraído con solvente orgánico y prensado en frío. *Universidad Señor de Sipán*. Obtenido de <https://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12802/5648/Hoyos%20Zagaceta%20%26%20Sanchez%20Zavaleta.pdf?isAllowed=y&sequence=1>
- Kumar, N. (23 de 05 de 2024). *linkedin*. Obtenido de <https://es.linkedin.com/pulse/explosivo-crecimiento-del-mercado-de-aceites-esenciales-nitin-kumar-5xwjc>
- Llorens Molina, J. A. (2021). los Aceites esenciales y su actividad biológica. *Anales de Química de la RSEQ*, 2(117), 165-170.
- Mantilla, N. A., Jaramillo, J. E., & Villegas, J. D. (2023). Análisis de ciclo de vida en aceites esenciales y productos agroindustriales: una revisión de aspectos metodológicos. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 251-276. doi:10.22490/21456453.6149
- Mejía-Reyes, J. D., García-Cabrera, K. E., Velázquez-Ovalle, G., & Vázquez-Ovando, A. (2022). Capacidad antioxidante: conceptos, métodos de cuantificación y su aplicación en la caracterización de frutos tropicales y productos derivados. *Revista Colombiana de Investigaciones Agroindustriales*, 9(1), 9-33. doi:<https://doi.org/10.23850/24220582.4023>
- Melo-Guerrero, M. C., Ortiz-Jurado, D. E., & Hurtado-Benavides, A. M. (Julio septiembre de 2020). Comparación de la composición y de la actividad antioxidante del aceite esencial de manzanilla (*Matricaria chamomilla* L.) obtenido mediante extracción con fluidos supercríticos y otras técnicas verdes. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 44(172), 845-856. Obtenido de http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0370-39082020000300845&script=sci_arttext
- Ministerio de Agricultura y Ganadería. (2022). Sistema de Información Pública Agropecuaria. Obtenido de <https://sipa.agricultura.gob.ec/index.php/hdba/hdba-2022>
- Mohammad N. A. Abdullah Zawawi, Ahmed H. A. Dabwa, & Lili S. Hassan. (2020). Extracción de aceites esenciales de hojas y semillas de tamarindo mediante extracción por microondas.

Revista de Residuos y Gestión de Biomasa, 2(2), 49-52.
doi:<http://doi.org/10.26480/jwbm.02.2020.49.52>

Montalván, M., Malagón, O., Cumbicus, N., Tanitana, F., & Gilardoni, G. (2023). Análisis Químico de Aceites Esenciales Amazónicos de una Comunidad Shuar Ecuatoriana. *LA GRANJA: Revista de Ciencias de la Vida*, 33-45. doi:<https://doi.org/10.17163/lgr.n38.2023.03>

Mora-Barrantes, J., Morera-Ramos, L., Ulate-Salas, M., Núñez-Agüero, V., Acuña-Salazar, E., & Cordero-Carvaja, M. (2022). Clasificación del riesgo químico de solventes orgánicos mediante la aplicación del método "CHEM21 selection guide of classical and less classical-solvents". *Tecnología en Marcha*, 35(1), 28-43. doi:<https://doi.org/10.18845/tm.v35i1.5370>

Mouahid, A., Réfuba, C., & Le Dréau, Y. (2024). Extracción con CO₂ supercrítico de aceite de nuez (*Juglans regia* L.): cinética de extracción y determinación de la solubilidad. *Revista ScienceDirect*, 211. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.supflu.2024.10631>

OEC. (2022). *Frutas Tropicales en Ecuador*. Obtenido de <https://oec.world/es/profile/bilateral-product/tropical-fruits/reporter/ecu>

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. (24 de 07 de 2004). Obtenido de <https://core.ac.uk/download/pdf/48030795.pdf>

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2021). Principales Frutas Tropicales. 1-24. Obtenido de <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/6af491ae-cf66-460a-8c18-3fce1f004a55/content>

Pantoja, A. (2024). *Extracción de aceites con fluidos supercríticos a partir de semillas de frutas con potencialidad en la industria cosmética*. Obtenido de https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/58156/Tesis-Ana_Lucia_Pantoja_Chamorro-2016.pdf?sequence=1

- Pantoja-Chamorro, A. L., Hurtado-Benavides, A. M., & Martínez-Correa, H. A. (2017). Caracterización de aceite de semillas de maracuyá (*Passiflora edulis* Sims.) procedentes de residuos agroindustriales obtenido con CO₂ supercrítico. *Acta Agronómica*, 66(2), 178-185. doi:<https://doi.org/10.15446/acag.v66n2.57786>
- Proaño, J., Rivadeneira, E., Moncayo, P., & Mosquera, E. (2020). Aceite de maracuyá (*Passiflora edulis*): Aprovechamiento de las semillas en productos cosméticos. *Enfoque UTE*, 11(1), 119-129. doi:<https://doi.org/10.29019/enfoque.v11n1.532>
- Quimicafacil.net. (2019). *Hidrodestilación*. Obtenido de: https://quimicafacil.net/tecnicas-de-laboratorio/hidrodestilacion/#google_vignette
- Reyes, J. (2019). Extracción con fluidos supercríticos: aplicaciones de interés farmacéutico. Obtenido de <https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/82249/JOS%C3%89%20REYES%20VARGAS.pdf>
- Ricardo, R. (2020). *Extracción con solvente: definición y proceso*. Obtenido de <https://estudyando.com/extraccion-con-solvente-definicion-y-proceso/>
- Sanz M., E., Dix S., D., Robayo R., A., Bernal L., O., & Carrillo V, J. (2021). Aprovechamiento de la almendra de semilla de mango para la obtención de aceite de repostería. *Fac. Agron.*, 404-420.
- Severiano Pérez, P. (2019). ¿Qué es y cómo se utiliza la evaluación sensorial? *Interdisciplina*, 47-68. doi:<https://doi.org/10.22201/ceiich.24485705e.2019.19.70287>
- Tapia Santos, M., Pérez Armendáriz, B., Cavazos Arroyo, J., & Mayett Moreno, Y. (enero-junio de 2023). Obtención de aceite de semilla de mango manila (*mangifera indica* L.) como una alternativa para aprovechar subproductos agroindustriales en regiones tropicales. *revista Mexicana de Agronegocios*, 32, 258-266. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/141/14125584009.pdf>

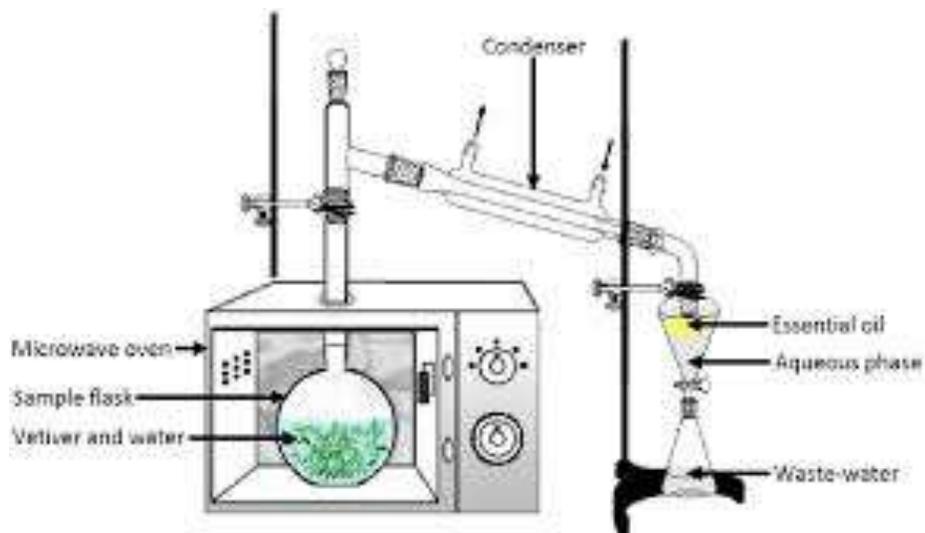
Urbano Borja, M. R., Ureña Guamán , S. E., Quiñonez Alvarado, M. D., Soto Velásquez, M. A., & Cevallos García, K. F. (2022). Evaluación de semillas de tamarindo como coagulante para disminuir la carga contaminante en el tratamiento de aguas, en relación a un coagulante comercial. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 6(2). doi:https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v6i2.1908

Vázquez Briones, M. C., Mata García, M., & Hernández Ramírez, D. (2018). Extracción, análisis y efecto antimicrobiano de aceites esenciales. *Gobierno del Estado de Veracruz*, 145-149. Obtenido de https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/72046562/2018_INVESTIGACION_EN_EL_SISTEMA_DE_EDUCACION_SUPERIOR_TECNOLOGICA_EN_EL_ESTADO_DE_VERACRUZ_Final_1_-libre.pdf?1633846500=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DCompiladores_y_Editores.pdf&Expires

4.2 Anexos

Ilustración 1.

Método de hidrodestilación



Nota. Fuente: Quimicafacil.net (2019)

Ilustración 2.

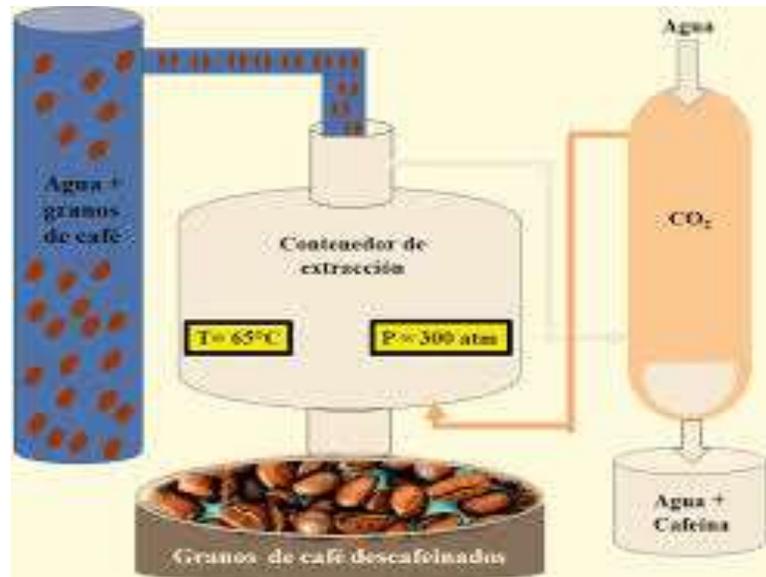
Extracción por solventes



Nota. Fuente: Barboza (2023)

Ilustración 3.

Extracción por fluido supercrítico



Nota. Fuente: García & Barba (2024)

Ilustración 4.

Aceite esencial de mango



Nota. Fuente: Freepick (2024)

Ilustración 5.

Aceite esencial de maracuyá



Nota. Fuente: Green Andina Colombia (2020)

Ilustración 6.

Aceite esencial de tamarindo



Nota. Fuente: Anónimo (2024)