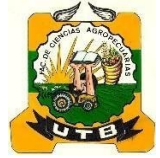




UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS



ESCUELA DE AGRICULTURA, SILVICULTURA, PESCA Y
VETERINARIA
CARRERA DE AGROPECUARIA

TRABAJO DE TITULACIÓN

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

INGENIERA AGROPECUARIA

TEMA:

“Métodos de extracción del aceite de aguacate (*Persea americana*,
miller) y sus propiedades nutricionales”.

AUTORA:

Yalixa Jasmin Campos Vera

TUTOR:

Ing. Agr. Juan Ortiz Dicado, M. Sc.

Babahoyo - Los Ríos - Ecuador

2023

RESUMEN

La presente investigación detalla cómo se extrae el aceite de aguacate y sus beneficios para la salud. Para proporcionar detalles pertinentes sobre el estudio en cuestión, se analizó y resumió la información recopilada. Dentro de la investigación se concluyó que el aceite de aguacate es consumido por sus propiedades nutricionales, mejorando las condiciones de salud de las personas e incluso ayudando a los procesos cardiovasculares, aportando al cuerpo humano vitaminas, minerales, proteínas, ácidos grasos. El fruto maduro del aguacate aumenta la concentración de ácido oleico, elevando el contenido de ácidos grasos a diferencia del aceite de girasol, maíz y soja; El método de extracción de aceite de aguacate termomecánico utiliza una temperatura de 55 °C para su extracción, con un rendimiento del 60,2 %, considerado como un método sencillo para la industria y a su vez da como resultado un producto de excelente calidad. Existen otros métodos de extracción que aparte de ser costosos son muy complicados, lo que provoca que los industriales inviertan más tiempo, mano de obra y capital, afectando la venta del producto. Se aconseja fomentar el consumo de aceite de aguacate por los beneficios nutricionales que tiene para la salud humana; utilizar el método termomecánico para extraer aceite de aguacate debido a su alto potencial agroindustrial; obtener el aceite de manera sencilla que produzca un producto de excelente calidad; y alentar a los agricultores a utilizar las técnicas de extracción del aceite de aguacate para agregar valor al producto y aumentar los ingresos económicos debido.

Palabras clave: nutrición, aguacate, aceites esenciales, extracción de aceite de aguacate.

SUMMARY

The document details how avocado oil is extracted and its health benefits. In order to provide pertinent details about the study in question, the information collected was analyzed and summarized. Within the investigation it was concluded that avocado oil is consumed for its nutritional properties, improving people's health conditions and even helping cardiovascular processes, providing the human body with vitamins, minerals, proteins, fatty acids; the ripe avocado fruit increases the concentration of oleic acid, raising the content of fatty acids unlike sunflower, corn and soybean oil; The thermomechanical extraction method uses a temperature of 55 0C for its extraction, with a yield of 60.2%, considered as a simple method for the industry and in turn results in an excellent quality product and there are other extraction methods that Apart from being expensive, they are very complicated, which causes industrialists to invest more time, labor and capital, affecting the sale of the product. It was advised to promote the consumption of avocado oil due to the nutritional benefits it has for human health; use the thermomechanical method to extract avocado oil due to its high agro-industrial potential; obtain the oil in a simple way that produces a product of excellent quality; and encourage farmers to use avocado oil extraction techniques to add value to the product and increase the economic income due.

Keywords: nutrition, avocad, essential oils, extraction of avocad oil

CONTENIDO

1. CONTEXTUALIZACIÓN	5
1.1. INTRODUCCIÓN	5
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	6
1.3. JUSTIFICACIÓN.....	7
1.4. OBJETIVOS	7
1.4.1. Objetivo general	7
1.4.2. Objetivos específicos.....	7
1.5. LÍNEA DE INVESTIGACIÓN.....	8
2. DESARROLLO	9
2.1. MARCO CONCEPTUAL	9
2.1.1. Generalidades del cultivo de aguacate	9
2.1.2. Importancia del aceite de aguacate	10
2.1.3. Métodos de extracción del aceite de aguacate	11
2.2. MARCO METODOLÓGICO	19
2.3. RESULTADOS	20
2.4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	20
3.1. CONCLUSIONES	22
3.2. RECOMENDACIONES	22
4. REFERENCIAS Y ANEXOS	24
4.1. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	24

1. CONTEXTUALIZACIÓN

1.1. INTRODUCCIÓN

El consumo de aguacate no es habitual, pero en los últimos años su demanda en diversos mercados internacionales ha crecido significativamente. Sólo en el año 2018, el mundo importó 2,5 millones de toneladas de este producto por valor de 6.100 millones de dólares. Más de la mitad de todas las importaciones mundiales corresponden a Estados Unidos, los Países Bajos y Francia, con un total de 1,5 millones de toneladas métricas de aguacates frescos, importados a un costo de 3.500 millones de dólares. Debido a sus diversos usos, incluido el consumo en fresco, el uso en preparaciones culinarias, como suplemento dietético y la producción industrial con fines cosméticos, la demanda mundial está aumentando en un 10 % anual (Flores *et al.* 2021).

Por su ubicación geográfica, Ecuador cuenta con condiciones climáticas ideales para el cultivo de aguacate, siendo Carchi, Imbabura, Pichincha, Tungurahua, Azuay y Loja las principales provincias productoras. A nivel internacional, la variedad "Hass" tiene demanda; sin embargo, la variedad "Fuerte" es aceptada en el mercado local. Estados Unidos, Francia, Holanda y Japón se encuentran entre las principales naciones importadoras de aguacate ecuatoriano, junto con otros mercados. En Ecuador se cultivan cinco variedades diferentes y son las siguientes: guatemalteco, Hass, Fuerte, Booth 8, Tonnage y Choquete (Viera *et al.* 2016).

Debido a la vital importancia del aguacate y su aceite para la salud, ya sea para uso cosmético o medicinal, la demanda de este cultivo y su interés económico han crecido recientemente. Debido a las cualidades inherentes a este tipo de aceite, éste es un subproducto adecuado para subsanar algunos males de la piel humana porque previene los efectos del envejecimiento e hidrata o elimina los signos de fatiga (Chil *et al.* 2019).

Por su alto contenido en proteínas, vitaminas y minerales, así como por

sus efectos positivos en la salud humana, incluyendo la reducción de los triglicéridos corporales totales y el colesterol en la sangre, el aguacate (*Persea americana*, Miller) es una fruta de considerable importancia en la dieta humana (Baza 2003).

Debido a sus cualidades, que incluyen: bajo contenido de carbohidratos, alto contenido de grasas monoinsaturadas y alto contenido de vitamina E, B, ácido fólico, potasio y fibra, esta fruta ofrece importantes beneficios para la salud. El resultado, es la alta demanda en el mercado internacional; actualmente, el aguacate es una de las frutas con mayor demanda (Gómez y Pinzón 2019).

Además del valor nutricional de su fruto, las hojas y otras partes de la *Persea americana* se utilizan con frecuencia en las medicinas tradicionales de todo el mundo, como, por ejemplo, que las plantas sigan siendo la alternativa ecológica más eficiente y rentable para el control de artrópodos importantes para la salud pública (Chil *et al.* 2019).

Por todo cuanto se ha expresado en líneas superiores, la presente investigación bibliográfica se orientó a confirmar o negar las bondades nutricionales para la salud humana y demás utilizaciones de esta fruta vegetal, ya sea consumida en fresco o industrializada para uso en dermocosmética.

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El aguacate, es un cultivo que, si bien está en fase de expansión en nuestro País, merece un mayor fomento del cultivo, capacitación técnica a sus productores y mayor asistencia crediticia por parte del Estado; ésto para favorecer a un mayor número de agricultores que, a su vez, están diversificando la producción agrícola nacional y promoviendo el crecimiento económico por las exportaciones de aguacate que se realizan.

Particularmente, y sin perjuicio de promover el consumo nacional de esta fruta en estado fresco, es importante incrementar la investigación para mejorar

el o los procesos de industrialización a partir de la extracción y utilización del aceite, lo cual plantea un reto para los productores e industriales del País.

1.3. JUSTIFICACIÓN

El aguacate es una fruta que contiene alrededor de 15 nutrientes que van desde calorías, carbohidratos, proteínas, fibra alimenticia, Vitaminas A, C y E, Folatos, Potasio, Magnesio, Hierro, Calcio y Sodio, así como grasa monoinsaturada. Entre los beneficios médicos tenemos que: reduce los niveles de colesterol malo en la sangre y aumenta el colesterol bueno.

El aceite de aguacate es un componente ideal para aquellas pieles maduras, secas o apagadas. Es un aceite que encontramos en los productos destinados a prevenir los efectos de la edad, hidratar y eliminar aquellos signos del cansancio. Estos resultados se deben a las propiedades que contiene el aceite.

Las metodologías técnicas a investigar para la extracción del aceite de aguacate son: Precalentamiento de la pasta de aguacate utilizando microondas y extracción por expresión; extracción con hexano y extracción con acetona.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. Objetivo general

Determinar los métodos de extracción del aceite de aguacate (*Persea americana*) y sus propiedades nutricionales.

1.4.2. Objetivos específicos

- ✓ Detallar los principales métodos de extracción del aceite de aguacate.
- ✓ Establecer las propiedades nutricionales del aceite de aguacate.

1.5. LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Para la Universidad Técnica de Babahoyo, el presente tema de investigación corresponde al dominio de: Recursos agropecuarios, Medio Ambiente, Biodiversidad y Biotecnología.

En la Facultad de Ciencias Agropecuarias, el presente tema de investigación corresponde a la línea de investigación: Desarrollo agropecuario, agroindustrial sostenible y sustentable y; para la carrera de Agropecuaria, la sublínea es: Agricultura sostenible y sustentable.

2. DESARROLLO

2.1. MARCO CONCEPTUAL

2.1.1. Generalidades del cultivo de aguacate

California es el hogar de la primera plantación comercial de aguacate, que se estableció hace 86 años. A partir de ahí, comenzaron a aparecer varios cultivos comerciales de aguacate en todos los continentes. Los principales productores de aguacate son: México, Estados Unidos, Jamaica, Costa Rica, República Dominicana, Guatemala, Nicaragua, Panamá, Ecuador, Colombia, Perú, Chile, Argentina, Brasil, Sudáfrica, Israel, España, Italia, Filipinas, Australia, Nueva Zelanda e Indonesia (Cardona 2000).

La mejora en el valor nutritivo de las grasas de la dieta ha despertado recientemente un gran interés en el campo de los aceites vegetales, así como en la medicina y el cuidado de la salud. Para la industria mundial del aguacate, algunos de estos desarrollos tienen ramificaciones significativas. Como resultado de un lento aumento en la demanda de las industrias farmacéutica, cosmética y nutracéutica, la producción de aceite de aguacate se ha incrementado (Pérez 2005). Sin embargo, también ha habido un aumento en la demanda de la industria alimentaria y para su uso como aceite de cocina.

Aunque en la base de datos de la FDA (Administración de Alimentos y Medicamentos de EE.UU.) se encuentran listados 240 productos que utilizan aceite de aguacate como materia prima, el aceite de aguacate de la variedad criolla no está disponible en el mercado debido a su alto costo como producto importado. Debido a la fragilidad de su cáscara y pulpa y su rápida maduración, los aguacates criollos se cultivan principalmente para el consumo local y no se exportan (Castañeda *et al.* 2015).

Los consumidores incluyen cada vez más bienes naturales que ayudan

en la prevención de enfermedades, el cuidado del cuerpo y la preparación de alimentos gourmet en sus compras, favoreciendo los bienes de origen natural que apoyan el desarrollo saludable del cuerpo humano. Junto con el creciente consumo y aceptación del aguacate Hass en todo el mundo, este aceite se perfila como una alternativa con valor agregado a esta tendencia (Romero *et al.* 2020).

Una alta proporción de AGM, una pequeña cantidad de SFA y nada de colesterol están presentes en este alimento rico en nutrientes conocido como aguacate. La mayoría de los ácidos grasos (60 % monoinsaturados, 20 % poliinsaturados y el resto saturados) son monoinsaturados. A medida que una fruta madura, su contenido de ácido palmítico saturado disminuye y su contenido de ácido oleico monoinsaturado aumenta. Dependiendo de la variedad y estado de madurez, el aceite de aguacate solo contiene entre 10 y 19 % de AGS, que es comparable al que se encuentra en los aceites de girasol, maíz, oliva, soya y maní (Pérez 2005).

2.1.2. Importancia del aceite de aguacate

El aguacate (*Persea americana* Mill.) está cobrando importancia debido a la presencia de diversos compuestos que se consideran nutrientes, y uno de esos frutos es el aguacate, conocido por su nombre común. Contiene vitamina K, ácido fólico, ácido ascórbico, caroteno, flavonoides, tocoferoles, beta-sitosterol, fósforo, hierro y otros componentes. Es una fuente de fibra y rica en proteínas en comparación con otras frutas. El principal ácido graso del aguacate es el ácido oleico, seguido del ácido palmítico y el ácido linoleico (Ortiz *et al.* 2007)

Recientemente, el aceite de aguacate monoinsaturado ha cobrado una importancia creciente en el campo de los aceites vegetales de importancia clínica y nutricional debido a su contenido alto de ácido oleico parecido al aceite de oliva, así como al contenido de carotenoides y fitoesteroles, este último asociado con la reducción de colesterol plasmático. (Ortiz *et al.* 2007).

El alto contenido de grasa y el excelente valor nutricional de la fruta hacen que los aguacates sean una excelente fuente de aceite, que contiene del 70 al 77 % de grasa monoinsaturada, que incluye del 63 al 69 % de ácido oleico, 14 % de ácido palmítico y pequeñas cantidades de esteárico, mirístico y linolénico. y ácidos araquídicos. Los ácidos también aportan antioxidantes naturales como la vitamina E, el ácido fólico y la glutamina (Serpa *et al.* 2014).

El aguacate es un alimento denso en nutrientes que es alto en AGM, bajo en SFA y libre de colesterol. De los ácidos grasos, alrededor del 60 % son monoinsaturados, poliinsaturados (20 %) y el restante son saturados. Conforme la fruta madura, el contenido de ácido palmítico (saturado) disminuye y el contenido de ácido oleico (monoinsaturado) aumenta. El aceite de aguacate contiene solo ácidos grasos saturados, que son comparables al aceite de girasol, aceite de maíz, aceite de oliva, aceite de soya y aceite de maní, según la variedad y la madurez (que van del 10 al 19 %) (Pérez *et al.* 2005).

2.1.3. Métodos de extracción del aceite de aguacate

Dependiendo de su configuración espacial, los ácidos grasos trans tienen uno o más átomos de hidrógeno en lados opuestos de la molécula de los átomos de carbono que forman el doble enlace. Por lo tanto, el ángulo del doble enlace es más pequeño y la cadena de ácido es más lineal, lo que da como resultado una molécula recta y rígida con un punto de fusión más alto. En la configuración cis, los átomos de hidrógeno están del mismo lado de la cadena de carbono, lo que hace que la cadena de ácido se pliegue y forme un ángulo de 30°, lo que hace que la molécula sea más flexible (Ariza *et al.* 2011).

Existen varios métodos de extracción para el aceite de aguacate, que incluyen: extracción con solventes y fluidos supercríticos utilizados en la industria cosmética; extracción por centrifugación y prensado en frío combinado con pretratamiento enzimático o secado de pulpa; estos métodos también se utilizan en la industria alimentaria porque no son procesos que cambien la calidad del aceite (Serpa *et al.* 2014).

La extracción y refinación de aceite de aguacate es un tema con pocos datos e información pública, aunque estos procedimientos existen desde hace años en países como México y Nueva Zelanda. Por tanto, y debido a la falta de publicaciones existentes, surge la necesidad de investigar estos procedimientos (Martínez 2002).

La liofilización es el proceso de extracción de humedad de una muestra mediante congelación y deshidratación por sublimación con hielo; se diferencia de otros métodos porque puede obtener productos de alta calidad gracias a sus características: conservar el aroma y el sabor, conservar el valor nutricional del producto con cambios mínimos en la forma, color y apariencia del producto (Serpa *et al.* 2014).

También se utiliza el sistema continuo de Pieralasis para extraer aguacates sin hueso y pelados, después de enrollarlos y agregarles agua, se batan en una licuadora caliente y ajuste el pH. Luego se envía a un separador de fases centrífugo para extraer el aceite, el agua y la masa húmeda. Luego se centrifuga la mezcla de aceite y agua. A continuación, se espuma con un 20% de agua adicional. Los mejores resultados se obtienen a 60°C y 30 minutos de agitación, se ajusta el pH a 4, dejando una pasta con un contenido de humedad del 57-60 % para obtener un aceite de buena calidad con un contenido de 0,3 % acidez, índice de peróxidos de 7,3 y un rendimiento del 76 % con respecto a la cantidad total de aceite extraíble con hexano (Martínez *et al.* 1992).

La extracción de aceite vegetal generalmente utiliza un método de prensado y luego se introduce la extracción con solventes orgánicos para aumentar el rendimiento. Sin embargo, se ha informado que la extracción con solventes produce ciertas cantidades de ácidos grasos trans (TFA), como 0,3 y 0,045 g/100 g de ácidos grasos trans en extracciones con hexano (70 °C) y acetona (55 °C), respectivamente (Ariza *et al.* 2011).

La mayoría de los procesos utilizados para extraer el aceite de aguacate se llevan a cabo utilizando métodos relativamente duros, altas temperaturas y extracción con solventes orgánicos, a menudo acompañados de pasos de

refinación estándar como el blanqueo y la desodorización. Nueva Zelanda es pionera en el desarrollo del prensado en frío de pulpa de aguacate utilizando métodos similares a los utilizados en la producción de aceite de oliva virgen extra (Yepes *et al.* 2017).

A los efectos de las Directrices de etiquetado nutricional del Codex y otras normas y directrices pertinentes del Codex, los ácidos grasos trans se definen como todos los isómeros geométricos de ácidos grasos monoinsaturados y poliinsaturados que tienen un carbono no conjugado interrumpido en la configuración de doble enlace de carbono trans. Al menos un grupo metileno (-CH₂-CH₂-) (Ariza *et al.* 2011).

Los aceites de la pulpa del aguacate no se liberan tan fácilmente como el tejido de otras frutas como las aceitunas. Por ejemplo, la liberación de aceite de las aceitunas maduras se puede observar simplemente triturando la fruta. Debido al contenido de agua relativamente alto de la pulpa de aguacate, los intentos iniciales de recuperar el aceite de la pulpa utilizando solventes orgánicos o hidráulicos requerían un secado antes de la extracción (Yepes *et al.* 2017).

Como ya se expresó, existen diferentes métodos para extraer el aceite de aguacate. Uno de los métodos de extracción propuestos se basa en el uso de disolventes orgánicos. Sin embargo, los informes indican que este tipo de extracción con solvente produce ácidos grasos trans (TFA); por ejemplo, por extracción con hexano (70 °C) y acetona (55 °C), 0,3 y 0,45 g/100 g de ácidos grasos de fórmula TFA. Estas altas ingestas de grasas trans pueden aumentar los niveles de colesterol LDL (lipoproteínas de baja densidad) en la sangre, lo que puede provocar problemas circulatorios y de obesidad (Buelvas *et al.* 2012).

La extracción mecánica da como resultado rendimientos bajos de aceite, lo que a su vez, los solventes orgánicos entre los que se destacan el éter de petróleo, el éter dietílico o el benceno pueden aumentar la disponibilidad del 60 al 90% del aceite total. La extracción de aceite por centrifugación permite obtener un aceite comestible libre de solventes se desarrolló en 1980, pero los rendimientos de aceite son significativamente más bajos que la extracción con

solventes, oscilando entre 30 y 80 % de aceite. Aceite total (Yepes *et al.* 2017).

Para la extracción de aceite en forma mecánica, se prepara una masa de pulpa de aguacate, limpiando y cortando por la mitad los aguacates (con las manos). Tanto la cáscara como las semillas se separan de la pulpa, esta última se tritura en un recipiente con batidora de inmersión y se mezcla con agua potable para que la mezcla quede en una proporción cercana a 1:3 pulpa-agua. Para tener en cuenta la humedad en la pulpa de aguacate, se agrega 7,12 kg de agua a 3,56 kg de pulpa fresca. La mezcla se deja a 45 °C durante 60 min con agitación espontánea (Robayo 2016).

Otra buena alternativa tecnológica para el sector agroindustrial aguacatero es la extracción termomecánica del aceite de aguacate, considerándose como un procedimiento económico y sencillo que brinda una buena calidad al producto final y alto potencial agroindustrial. La óptima temperatura de recuperación de aceite para este proceso fue de 55 °C con un rendimiento del 60,2 % sin degradación de la calidad del aceite (Yepes *et al.* 2017).

El mismo autor afirma que para obtener aceite de aguacate de buena calidad, el homogeneizado se prensa a una temperatura no mayor a 45 °C utilizando una máquina manual que consiste en una prensa manual. Luego, la mezcla de aceite y agua se colocó en un tubo Falcon de 50 ml y se centrifugó a 13 000 rpm durante 15 min en un aparato Thermo Scientific Model Heraeus Megafuge 16R Series 41179905 (Robayo 2016).

Además, (Robayo 2016) confirmó que el aceite se eliminó con una pipeta Pasteur y que tanto el sólido como la emulsión formada en el paso anterior se calentaron espontáneamente en agitación a 80 °C durante 60 min; centrifugar bajo las condiciones descritas para separar el aceite de aguacate restante. Agregar sulfato de sodio anhidro (Na₂SO₄) para eliminar una pequeña cantidad de agua, filtrar a través de una membrana de filtro con un tamaño de poro de 11 µm para obtener un aceite y almacenar en una botella oscura a temperatura ambiente. La cantidad de aceite que no se libera durante el proceso se determina

mediante extracción Soxhlet usando éter de petróleo a 60-80 °C después de secar la pulpa prensada a 50 °C durante 24 horas según el protocolo AOAC 920.39-2003. El rendimiento del proceso de extracción se calculó utilizando las Ecuaciones 1 y 2, y el porcentaje de aceite teórico se estimó en 25,0 % con base en resultados anteriores (Robayo 2016).

$$g \text{ aceite teórico} = \frac{\% \text{ aceite teórico} \times g \text{ pulpa tratada}}{100\%} \quad (\text{Ec. 1})$$

$$\% \text{ Rendimiento} = \frac{g \text{ aceite extraído}}{g \text{ aceite teórico}} \times 100\% \quad (\text{Ec. 2})$$

Cruz *et al.* (2022) señala como un buen procedimiento para la extracción del aceite de aguacate el siguiente:

1. Recepción de materias primas: según Cruz *et al.* (2022), todos los productos de aguacate se reciben de un proveedor autorizado que garantiza que se cumplan todos los estándares de calidad.
2. Bodega de frutas: Se elige la fruta con la maduración adecuada para la extracción del aceite de aguacate; en caso de que una fruta no cumpla con los requisitos para el proceso, se almacena hasta que lo haga (Cruz *et al.* 2022).
3. Selección de la fruta del aguacate: Se separa la fruta dañada, madura y verde, se retira la fruta dañada, se utiliza la fruta madura en la extracción y se deja madurar la fruta verde para un mejor uso (Cruz *et al.* 2022).
4. Molienda: toda la fruta del aguacate se somete a un proceso de molienda hasta que se produce la pulpa. Luego se agrega agua caliente y luego se termosacude la mezcla (Cruz *et al.* 2022).
5. El proceso de "termobatido" consiste en combinar la pulpa y mantenerla allí durante un tiempo predeterminado mientras se mantiene una temperatura específica, lo que permite que las moléculas que contienen el aceite de aguacate reaccionen (Cruz *et al.* 2022),
6. Primera centrifugación.
7. Extracción: En esta etapa, el material se divide en aceite sin sólidos

- principales, agua remanente y sólidos principales (Cruz *et al.* 2022).
Segunda centrifugación.
8. Pulido: El aceite sin sólidos mayoritarios proveniente de la centrifugación inicial es inmediatamente transferido al proceso de centrifugado con una pequeña cantidad de sólidos, los cuales son principalmente separados (Cruz *et al.* 2022).
 9. Tras la segunda centrifugación, el aceite se filtra para eliminar los sólidos que pudieran haber quedado en él (Cruz *et al.* 2022).
 10. Neutralización: este procedimiento consiste en mezclar el aceite crudo con una solución de ácido fosfórico para disolver las gomas, seguido de una mezcla con una solución alcalina cáustica para eliminar los ácidos grasos libres que pueden dar mal sabor al aceite y una vida útil corta. Luego, el aceite se limpia a fondo con agua caliente para eliminar cualquier elemento potencialmente indeseable antes de secarlo para eliminar el agua (Cruz *et al.* 2022).
 11. El aceite se traslada a un tanque de blanqueo donde se calienta y se le añaden tierras decolorantes para eliminar el pigmento que contiene. Una vez que se ha eliminado el color, el aceite se deja enfriar y luego se filtra una vez más (Cruz *et al.* 2022).
 12. Sinterizado: Para cristalizar el aceite, la estearina y/o la cera, el aceite se transfiere a un tanque de enfriamiento (madurador) equipado con un agitador muy suave. Después de enfriar durante tres horas a temperatura ambiente, el aceite se coloca en un filtro para eliminar la porción líquida del sólido (Cruz *et al.* 2022).
 13. El objetivo de la desodorización, un proceso de destilación al vapor, es eliminar los compuestos volátiles del aceite de aguacate que causan mal sabor y mal olor. El aceite se calienta a una temperatura de aproximadamente 180 a 220 °C, se aspira y luego se inyecta vapor saturado, seco y sanitario. Este proceso permite que los compuestos que dan mal sabor y olor a los alimentos se destilen durante 4 a 8 horas. Con el fin de evitar daños durante el almacenamiento, el aceite se enfría a una temperatura inferior a 50 °C (Cruz *et al.* 2022).
 14. Distribución o almacenamiento: El aceite se filtra a un nivel de 200 micras antes de ser colocado en tanques de acero inoxidable (Cruz *et al.* 2022).

- Recepción de materias primas y materiales de empaque: El aceite se traslada a tanques de almacenamiento mediante tuberías fabricadas con materiales grado alimenticio (Cruz *et al.* 2022).
15. Filtrado: El aceite se traslada al tanque de balance, donde se filtra antes de ser depositado en el material de empaque adecuado (Cruz *et al.* 2022).
 16. Inspección de botellas: Durante este procedimiento, un inspector de botellas en línea verifica que la botella cumpla con los requisitos de calidad y seguridad para evitar poner en peligro la salud del consumidor (Cruz *et al.* 2022).
 17. Llenado: Luego de que las botellas han sido llenadas automáticamente, pasan al siguiente paso del proceso (Cruz *et al.* 2022).
 18. Colocación del dispensador: Según Cruz *et al.*, el dispensador ahora se inserta manualmente en las botellas previamente llenas. (2022).
 19. Después de colocar manualmente el dispensador, las botellas se pasan para taparlas y el sello de seguridad retráctil se coloca manualmente (Cruz *et al.* 2022).
 20. Etiquetado y Codificación del Número de Lote: Las botellas se alimentan a través de la etiquetadora, donde se aplica la etiqueta del producto correspondiente (Cruz *et al.* 2022).
 21. La botella es examinada en el área de inspección para asegurar su calidad antes del transporte y distribución final. Según Cruz *et al.* (2022), el aceite de aguacate envasado se vende a los consumidores para su compra.

Los aceites se extraen mediante métodos mecánicos y enzimáticos para la industria alimentaria, mientras que la industria cosmética utiliza extracciones con solventes y fluidos supercríticos (Buelvas *et al.* 2012).

La norma de calidad NTC 199 se puede catalogar al aceite de aguacate como un producto virgen extra con propiedades parecidas al aceite de oliva. Además, se presentó un contenido de ácidos grasos insaturados 3,6 de 759.292 mg/100 g, 12862 302 mg/100 g respectivamente, y de Vitamina E de 10.11 mg/100 g, haciendo del aceite de aguacate un alimento altamente nutritivo y útil (Yepes *et al.* 2017).

Para Neira *et al.* (2021), los frutos de cada variedad se mantuvieron a temperatura ambiente (25,1 °C) y se envolvieron en papel periódico hasta alcanzar la madurez completa, como lo demuestra la textura de la fruta. Con el fin de utilizar únicamente la pulpa para la preparación de la muestra, se separó la pulpa, la cáscara y la semilla, obteniéndose una mezcla homogénea de 2 kg de cada variedad de aguacate. Las muestras se deshidrataron utilizando dos técnicas diferentes: deshidratación por calor (70 °C durante aproximadamente 5 horas) y deshidratación por frío (3 °C durante aproximadamente 2 semanas).

Una vez finalizada la deshidratación por cualquiera de los dos métodos, se procedió a la extracción mecánica mediante una prensa de extracción accionada por aire comprimido que aplicaba una presión constante de 120 psi. Por el contrario, una colección de muestras de pulpa fresca se sometió a la extracción de aceite utilizando maquinaria GOLD-FISCH y éter dietílico como base. solvente de extracción. Esta extracción se realizó en el transcurso de unas 5 horas utilizando 15 g de muestra con una humedad del 14 %. Los aceites extraídos con los tres métodos se guardaron en recipientes de vidrio y se mantuvieron congelados hasta su análisis (Neira *et al.* 2021).

Estrada y Morocho (2020) indican que para que los líquidos, aceites y sólidos sean menos resistentes a la futura extracción de los elementos, primero se deben separar mediante el método de termobatido. La pulpa obtenida previamente se utiliza para el tratamiento térmico, y se vierte en un tambor giratorio. Para no dañar el producto, una serie de espas en el tambor giratorio se encargan de emulsionarlo a bajas velocidades y temperaturas no superiores a 45 °C.

Los mismos autores señalan que muchas características de vitaminas, aromas y sabores pueden perderse durante algunos procesos de extracción de aceite cuando la temperatura supera el punto establecido; en algunos casos, cuando esta característica supera tu tolerancia, con frecuencia se producen grasas trans. Por ello, un producto elaborado con este aceite saturado no siempre es saludable (Estrada y Morocho 2020).

Dado que la madurez de la fruta influye en el rendimiento, se utilizan diferentes condiciones de extracción en los estudios de extracción enzimática, incluidos el pH, la temperatura, el tiempo de incubación de la enzima, la composición del sustrato, la velocidad de agitación y las técnicas de separación del aceite. Se caracterizará física y químicamente el aguacate Hass (*Persea americana* Mill) para conocer mejor su comportamiento. Esto se debe a que el fruto del aguacate reemplaza gradualmente su contenido de agua con aceite a medida que madura después de ser cosechado (Buelvas *et al.* 2012).

Según los estudios, aunque su rendimiento fue menor, la centrifugación fue el mejor método para extraer aceite de aguacate porque conservó el color verde distintivo del aceite y resultó en la menor cantidad de formación de ácidos grasos libres y oxidación de ácidos grasos insaturados. , lo que elimina la necesidad de un solvente para extraerlo. Mediante cromatografía de gases y espectroscopia infrarroja se confirmó la presencia de isómeros trans en bajas concentraciones que cumplen con la normativa danesa para productos “libres de ácidos grasos trans”. (Ariza *et al.* 2011).

2.2. MARCO METODOLÓGICO

Para la elaboración del presente proyecto de investigación se recopiló información de textos especializados, revistas indexadas, bibliotecas virtuales y artículos científicos, entre otros; esta información, en un primer momento, fue analizada, tabulada y contrastada a efectos de que tributen a los objetivos planteados

La información validada, posteriormente fue analizada, diferenciada, parafraseada, y resumida, para entregar información relevante sobre el estudio de los métodos de extracción del aceite de aguacate (*Persea americana*) y sus propiedades nutricionales.

2.3. RESULTADOS

De acuerdo a lo desarrollado se determinó que:

El aguacate es una fruta muy consumida, debido a su importante aporte nutricional en las dietas de los seres humanos, especialmente por su alto contenido de aceites esenciales que ayudan a la salud de los consumidores.

El aceite de aguacate posee aceites con altos niveles de vitaminas A, B, K y E, conjuntamente con minerales y proteínas, además de los ácidos omega y ácidos grasos; todos ellos necesarios para la salud de los seres humanos.

Los aceites se extraen mediante métodos mecánicos y enzimáticos para la industria alimentaria, mientras que la industria cosmética utiliza extracciones con solventes y fluidos supercríticos (Buevas *et al.* 2012); todos ellos descritos en el marco conceptual.

Otra buena alternativa tecnológica para el sector agroindustrial aguacatero es la extracción termomecánica del aceite de aguacate, considerándose como un procedimiento económico y sencillo que brinda una buena calidad al producto final y alto potencial agroindustrial. La óptima temperatura de recuperación de aceite para este proceso fue de 55 °C con un rendimiento del 60,2 % sin degradación de la calidad del aceite (Yepes *et al.* 2017).

2.4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Por los resultados obtenidos se infiere que:

El fruto de aguacate posee excelentes aportes nutricionales y ayuda en la dieta de los seres humanos, ya que, según Romero *et al.* (2020), corroboran que los productos de origen natural, como el aguacate, benefician el sano desarrollo del cuerpo humano, por lo que son preferidos por los consumidores, quienes cada vez incluyen en mayor proporción en sus compras, productos

naturales que ayudan a tener buena salud, al cuidado estético, y aquellos que prefieren el consumo de comida gourmet sana.

El aceite de aguacate posee altos niveles de vitaminas A, B, K y E, minerales, proteínas, omega y ácidos grasos, ya que Ortiz *et al.* (2007) corrobora que uno de los frutos que está cobrando gran importancia debido a la presencia de diferentes compuestos que se consideran nutraceuticos es el aguacate, debido a que contiene vitamina K, ácido fólico, ácido ascórbico, caroteno, flavonoides, tocoferol, β - sitoesterol, fósforo, hierro, entre otros componentes. Es fuente de fibra y rico en proteínas comparado con otros frutos. El principal ácido graso presente en el aguacate es el ácido oleico, seguido por el palmítico y linoleico.

La obtención del aceite de aguacate mediante la extracción termomecánica, es el método más sencillo, coincidiendo con Yepes *et al.* (2017) quienes sostienen que, para el sector agroindustrial de este cultivo, la extracción termomecánica del aceite de aguacate representa una buena alternativa tecnológica por ser un proceso sencillo que permite obtener un producto final de excelente calidad y con un importante potencial agroindustrial. Ello, sin perjuicio de utilizar tecnología mas avanzada como los métodos de extracción industrial citados y descritos en el marco conceptual del presente trabajo de investigación.

3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

3.1. CONCLUSIONES

Por lo expuesto se concluye:

El aceite de aguacate es altamente demandado por las propiedades nutricionales que posee, mejorando las condiciones de salud de las personas e inclusive ayuda a los procesos cardiovasculares, aportando al cuerpo humano con vitaminas, minerales, proteínas, y ácidos grasos.

El fruto maduro de aguacate aumenta la concentración de ácido oleico, elevando los contenidos de ácidos grasos a diferencia del aceite de girasol, maíz y soya.

El método de extracción de aceite de aguacate termomecánico es el mas adecuado por ser un método sencillo para la industria y a su vez da como resultado producto de excelente calidad.

Existen otros métodos de extracción que aparte de ser costosos son muy complicados, lo que provoca que los industriales inviertan mayor tiempo, mano de obra y capital, repercutiendo en la venta del producto.

3.2. RECOMENDACIONES

Promover el consumo del aceite de aguacate, por las propiedades nutricionales que posee para mejorar la salud de los seres humanos.

Utilizar para la extracción del aceite de aguacate el método termomecánico, por presentar alto potencial agroindustrial; obteniéndose aceite de forma sencilla y dando como resultado un producto de excelente calidad.

Incentivar a los agricultores cerrar el circuito producción-industrialización

del aguacate, llegando a utilizar los métodos de extracción del aceite para dar mayor valor agregado a sus cosechas y mejorar los ingresos económicos como retribución a este esfuerzo adicional.

4. REFERENCIAS Y ANEXOS

4.1. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Ariza Ortega, J., López Valdez, F., Coyotl Huerta, J., Ramos Cassellis, M., Díaz Reyes, J., Martínez Zavala, A. 2011. Efecto de diferentes métodos de extracción sobre el perfil de ácidos grasos en el aceite de aguacate (*Persea americana* Mill. var. Hass). *Revista Venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 2(2), 263-276.
- Baíza Avelar, V. H. 2003. Guía técnica del cultivo del aguacate.
- Buelvas Salgado, G. A, Patiño Gómez, J. H, & Cano-Salazar, J. A. 2012. Evaluación del proceso de extracción de aceite de aguacate hass (*Persea americana* Mill) utilizando tratamiento enzimático. *Revista Lasallista de Investigación*, 9(2), 138-150. Retrieved April 03, 2023, from http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1794-44492012000200015&lng=en&tlng=es.
- Cardona Atehortua, J. H. 2000. Importancia del cultivo de aguacate. Disponible en https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/21234/41019_26618.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Castañeda-Antonio, D., López-Varela, P., Guel-Silva, G., Ramos-Casellis, E., Ariza-Ortega, A., Carrera-Martínez, C. D., Portillo-Reyes, R. 2015. Caracterización oxidativa de aceite aguacate hass y aceite de aguacate criollo (*P. americana* Mill. Var. *Drymifolia*). In VIII Congreso Mundial de la Palta (pp. 423-429).
- Chil-Núñez, I., Molina-Bertrán, S., Ortiz-Zamora, L., Dutok, C. M. S., Souto, R. N. P. 2019. Estado del Arte de la especie *Persea americana* Mill (aguacate). *Amazonia Investiga*, 8(21), 73-86.
- Cruz Herrera, J., Saavedra Salinas, K., Ayala Valderrama, D. 2022. Una Revisión de la Producción de Aguacate Hass en Colombia y el Proceso para la Extracción de Aceite como Subproducto. *Ingenio Magno*, 13(2), 56-73.
- Estrada Gaibor, J. P., & Morocho Salazar, K. D. 2020. Estudio comparativo del proceso de extracción y caracterización del aceite de aguacate (*Persea*

- americana Mill*), obtenido mediante los métodos: termobatido, enzimático, prensado hidráulico y Expeller (Bachelor's thesis, Universidad de Guayaquil. Facultad de Ingeniería Química).
- Flores, J. J. Á., Cevallos, H. V., Montealegre, V. J. G., Romero, H. C. 2021. Análisis de la producción de aguacate en el Ecuador y su exportación a mercados internacionales en el periodo 2008 al 2018. *Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas*, 4 (S1), 164-172.
- Gómez Sepúlveda, A. C., Pinzón Basto, L. M. 2019. Análisis de oportunidades para la exportación de aguacate Hass de Colombia a Estados Unidos. Universidad Santo Tomás, Bucaramanga.
- Martínez Cabrera, M. 2002. La refinación del aceite de aguacate. Bogotá, Colombia. Disponible en <https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/15343/u234752.pdf?sequence=1>
- Martínez Nieto, L., Barranco Barranco, R., Moreno Romero, M. V. 1992. Extracción de aceite de aguacate: Un experimento industrial. Vol. 43 Fase 1. Consejo Superior de Investigaciones Científicas
- Neira Mosquera, J., Coello Culluzpuma, A., Sánchez Llaguno, S., Plua Montiel, J., Viteri Garcia, I. 2021. Estudio de las condiciones del proceso de extracción de aceite de Aguacate (*Persea Americana*) con fines alimenticios en Ecuador. *Nutrición Clínica y Dietética Hospitalaria*, 41(2).
- Ortiz-Moreno, A., Hernández-Navarro, M. D., Dorantes-Álvarez, L., Chamorro-Cevallos1b, G. A., Hernández-Ortega, M. M. 2007. Estudio comparativo del efecto hipolipidémico inducido por aceites monoinsaturados de aguacate. In *Proceedings VI World Avocado Congreso. Chile* (pp. 12-16).
- Pérez Rosales, R.; Villanueva Rodríguez, S.; Cosío Ramírez, R. 2005. El aceite de aguacate y sus propiedades nutricionales e-Gnosis, núm. 3. Universidad de Guadalajara Guadalajara, México.
- Robayo Medina, A. T. 2016. Caracterización fisicoquímica de diferentes variedades de aguacate, *Persea americana Mill.*(Lauraceae) e implementación de un método de extracción del aceite de aguacate como alternativa de industrialización. *Departamento de Química*.
- Romero Muñoz, D. A., Benítez Roa, J. G., Melo González, E. A. 2020. Análisis

estratégico del aceite de aguacate hass en Colombia.. Disponible en <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/31423/2021edwinmelo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Serpa, A. M., Echeverri, A., Lezcano, M. P., Vélez, L. M., Ríos, A. F., & Hincapié, G. A. 2014. Extracción de aceite de aguacate variedad "Hass"(Persea americana Mill) liofilizado por prensado en frío. *Revista Investigaciones Aplicadas*.
- Viera, A., Sotomayor, A., Viera, W. 2016. Potencial del cultivo de aguacate (*Persea americana* Mill) en Ecuador como alternativa de comercialización en el mercado local e internacional.
- Yepes Betancur, D., Sánchez Giraldo, L. Márquez Cardozo, C. (2017). Extracción termomecánica y caracterización fisicoquímica del aceite de aguacate (*Persea americana* Mill. cv. Hass). *Informador técnico*, 81(1), 75-85.

4.2 ANEXOS



Plata de Aguacate, variedad "Has" y



Método termomecánico de extracción de aceite



Proceso integral de extracción de aceite y Producto final

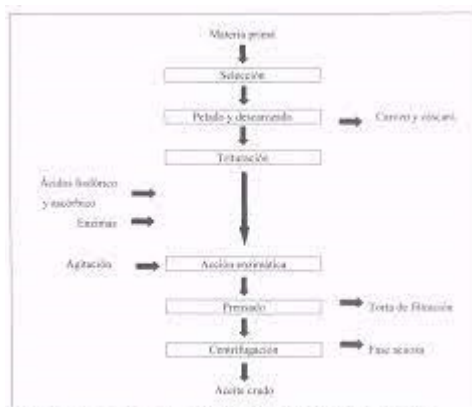


Figura 2. Diagrama de bloques del proceso de obtención enzimática de aceite crudo