

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE MEDICINA HUMANA
PROGRAMA DE FARMACIA Y BIOQUIMICA



TITULO:
Caracterización del aceite de *Persea americana* Mills
“palta” procedente de La Cuesta, Otuzco, obtenido
artesanalmente. Trujillo 2022

Tesis para optar el Título Profesional de
Químico Farmacéutico

Autor

Jiménez Santos Noemí

Asesor

Mg. Alfaro Beltrán, Iris Melina

Código ORCID 0000-0002-5239-0501

Nuevo Chimbote – Perú

2022

INDICE DE CONTENIDOS

INDICE DE TABLAS	i
PALABRAS CLAVE	ii
TÍTULO DE INVESTIGACIÓN.....	iii
RESUMEN	iv
ABSTRACT.....	v
INTRODUCCIÓN.....	1
METODOLOGÍA.....	12
Tipo y Diseño de investigación	12
Población	Error! Bookmark not defined.
Muestra	Error! Bookmark not defined.
Técnicas e instrumentos de investigación.....	13
Procesamiento y análisis de la información.....	17
RESULTADOS	18
ANÁLISIS Y DISCUSIÓN	25
CONCLUSIONES	29
RECOMENDACIONES.....	30
ANEXOS	36

INDICE DE TABLAS

Tabla 1	Rendimiento de aceite de <i>Persea americana</i> L. “palta” obtenido artesanalmente a 70 y 150 °C	17
Tabla 2	<i>Caracteres organolépticos de aceite de Persea americana L. “palta” obtenido artesanalmente a 70 °C por decantación</i>	18
Tabla 3	<i>Caracteres organolépticos de aceite de Persea americana L. “palta” obtenido artesanalmente a 150 °C por prensado</i>	19
Tabla 4	Características físicas del aceite fijo de <i>Persea americana</i> L. “palta” extraído artesanalmente a 70 °C por decantación + prensado	20
Tabla 5	Características físicas del aceite fijo de <i>Persea americana</i> L. “palta” extraído artesanalmente a 150 °C por prensado	21
Tabla 6	Características químicas del aceite fijo de <i>Persea americana</i> L. “palta” extraído artesanalmente a 70 °C por decantación + prensado	22
Tabla 7	Características químicas del aceite fijo de <i>Persea americana</i> L. “palta” extraído artesanalmente a 150 °C por prensado.	23

1 Palabras clave

Tema	Aceite de palta
Especialidad	Bromatología

Keywords

Subject	Avocado oil
Speciality	Bromatology

Línea de investigación

Línea de investigación	Productos naturales con propiedades medicinales y alimenticias
Área	Ciencias médicas y de salud
Subárea	Medicina básica
Disciplina	Farmacología y farmacia

2 Título

Caracterización del aceite de *Persea americana* Mills “palta” procedente de La Cuesta, obtenido artesanalmente. 2022

3 Resumen

La preocupación por retardar el envejecimiento y combatir problemas de salud han hecho que se tome y use cualquier recurso que esté al alcance del ser humano, razón por la que los aceites fijos se han transformado en un importante recurso. El aceite de *Persea americana* Mills “palta” es un destacado aliado con virtudes que lo distinguen de otros aceites. Actualmente los avances científicos y la tecnología disponible permiten que su uso se haya extendido en la elaboración de artículos de belleza e higiene personal resultando beneficioso para piel, cabello y uñas contribuyendo en la reparación e hidratación de células y tejidos, fundamentados en que los ácidos grasos tienen propiedades desinfectantes y cicatrizantes. Por esta razón nos propusimos obtener artesanalmente el aceite de *Persea americana* Mills “palta” a 70 °C y a 150 °C; y realizar su caracterización físico química. La presente investigación es descriptiva, transversal y siguió un diseño de investigación descriptivo simple. El aceite obtenido a 70 °C tuvo un rendimiento en aceite de 17.71 % P/V, de color verde, inodoro, transparente, líquido a temperatura ambiente, sabor suave, IR 1.4641, Densidad 0.9217, índice de acidez 2.1553 mg KOH/gramo, índice de saponificación 187.935 mg KOH/gramo, índice de esteres 185.7796 e índice de peróxidos 7.4667 mg O₂/Kg. El aceite obtenido a 150 °C tuvo un rendimiento de 41.43 % P/V, fue de color verde, inodoro, transparente, líquido a temperatura ambiente, sabor suave, IR 1.464, Densidad 0.92013, índice de acidez 2.9125 mg KOH/gramo, índice de saponificación 192.61 mg KOH/gramo, índice de esteres 187.697 e índice de peróxidos 9.80 mg O₂/Kg. En conclusión, ambos aceites de palta obtenido artesanalmente, no tienen la calidad de un aceite comercial; pero su calidad está dentro de los límites aceptables y libremente puede usarse en cosmética y como ingrediente alimentario.

Palabras claves: Aceite, caracterización; *Persea americana* Mills “palta”, índice.

4 Abstract

The concern for slowing down aging and combating health problems have led to the taking and use of any resource available to the human being, which is why fixed oils have become an important resource. *Persea americana* Mills "avocado" oil is an outstanding ally with virtues that distinguish it from other oils. Currently, scientific advances and available technology allow its use to be extended in the production of beauty and personal hygiene items, resulting in benefits for skin, hair and nails, contributing to the repair and hydration of cells and tissues, based on the fact that fatty acids have disinfectant and healing properties. For this reason, we set out to obtain the *Persea americana* Mills "avocado" oil by hand at 70 °C and 150 °C; and perform its physical chemical characterization. It is descriptive, cross-sectional and followed a simple descriptive research design. The oil obtained at 70 °C had a yield of 17.71% P/V, green color, odorless, transparent, liquid at room temperature, mild taste, IR 1.4641, density 0.9217, acid index 2.1553 mg KOH/gram, saponification index 187.935 mg KOH/gram, ester index of 185.7796 and peroxide index of 7.4667 mg O₂/Kg. The oil obtained at 150 °C had a yield of 41.43% P/V, green color, odorless, transparent, liquid at room temperature, mild taste, IR 1.464, density 0.92013, acid index 2.9125 mg KOH/gram, saponification index 192.61 mg KOH/gram, ester index 187.697 and peroxide index 9.80 mg O₂/Kg. In conclusion, both avocado oils obtained by hand, do not have the quality of a commercial oil; but its quality is within acceptable limits and it can be freely used in cosmetics and as a food ingredient.

Keywords: Oil, characterization; *Persea americana* Mills, "avocado", qualifier.

5 Introducción

Antecedentes

Salinas Buenaño (2018) en su investigación sobre extracción y caracterización del aceite de semillas de cítricos, nos dice que la forma de extracción de un aceite fijo influye en su calidad y en su pureza. Opina también que el procedimiento de extracción, en lo posible, no debe alterar la composición del aceite y mucho menos variar sus propiedades. Explica que la obtención de aceite vegetal en la industria hace una combinación del método del prensado con el método por solventes, resaltando el método de prensado es económico, pero no elimina todas las impurezas y que en método por solventes se eliminan todas las impurezas; pero su precio es alto y sobretodo que en el aceite vegetal no se puede eliminar todo el solvente.

Según refiere Neira Mosquera et al., (2021) en su investigación “Estudio del efecto de la variedad y condiciones de extracción de aceite de Aguacate (Persea Americana) con fines alimenticios en Ecuador”, la presencia de agua en el aceite es un problema muy importante por lo que, si el aceite tiene un alto porcentaje de humedad, el riesgo de deterioro por contaminación microbiana y/o por oxidación es muy alto, por ello, el porcentaje de humedad de los aceites varía mucho, dependiendo de la variedad de aguacate y de la condición de extracción. En su trabajo los mejores resultados los obtuvieron con la variedad Hass, reportando 0.09 %, 0.15 % y 0.23 % para prensado en frío, prensado en caliente y con solvente respectivamente. Concluyendo que la variedad Hass y la extracción con solventes permiten obtener resultados de humedad dentro de normal. Además, afirman que el aceite de aguacate de la variedad Hass obtenido por prensado en frío tiene el mejor rendimiento y los mejores parámetros físico-químicos, además, con un perfil de ácidos grasos de elevada calidad, similares a los del aceite de oliva.

Yepes Betancur et al., (2017) en su investigación sobre la Extracción termo mecánica y caracterización fisicoquímica del aceite de aguacate (Persea americana Mill. cv. Hass), realizaron la extracción del aceite de la pulpa de

frutos de aguacate en el día doce después de la cosecha mediante un proceso termomecánico. La caracterización fisicoquímica, cuantificación de vitamina E, determinación de la capacidad antioxidante, de fenoles totales y el perfil lipídico de los ácidos grasos del aceite obtenido a 55 °C (60,2% de rendimiento respecto a la concentración total de aceite en la pulpa). El análisis de los resultados les permite concluir que se puede clasificar al aceite obtenido como extra virgen, con elevado contenido en ω 3, ω 6 y Vitamina E, lo cual permite afirmar que el aceite de aguacate es un alimento altamente nutritivo y potencialmente funcional.

Cittadini et al., (2020) evaluaron el contenido de aceite y la calidad del aceite de cultivares en un entorno de cultivo no tradicional. Además, de estudiar por primera vez dos variedades propias de Argentina. Reportan que la mayoría de avellana y nuez tenían mayor contenido de aceite que los de la Base Nacional de Datos de Nutrientes para Referencia Estándar del USDA. En cuanto a la composición de ácidos grasos todos los aceites, eran similares a los del mundo. En cuanto a la presencia de tocoferoles. En algunos casos, el contenido de tocoferoles totales fué ligeramente superior a los comerciales de diferentes procedencias. Asimismo, el aceite de nueces mostró correlación positiva con el contenido de tocoferol; y una correlación negativa entre en ambas especies de nueces, en la concentración de ácido oleico y linoleico. En conjunto, a partir de estos hallazgos se podría mejorar tanto el contenido de aceite como su estabilidad en la semilla.

En el Perú, la palta es un fruto muy comercializado como elemento importante en la alimentación. Capcha Sánchez, (2020) realizó un estudio de mercado para producir y comercializar aceite de palta extravirgen con el objetivo de agregar valor económico a la palta Hass, de tal manera que haya un mayor aprovechamiento de este fruto. Los autores realizan un estudio de prefactibilidad para instalar una planta de aceite de palta. En definitiva, decidieron que la planta productora debía estar entre Lima y Huaral, que debían tener capacidad de

procesar 1.500 kg/hora; y que realizarían un estudio de mercado para saber en qué otras ciudades podrían comercializar el aceite.

Gutarra Sanabria & Vargas Rodríguez, (2018) investigaron si existen diferencias significativas en el aceite de palta en cuanto al rendimiento, al tipo de ácidos grasos, y los caracteres físico-químicos del aceite de palta extraído por prensado hidráulico, prensado por expeller y por termobatido de tal manera que del mejor método dependería el diseño de planta. El rendimiento fue de 16.39%, 23.97% y 42.69% para termobatido, prensado hidráulico y prensado por expeller, respectivamente, para un $p < 0.05$; los ácidos grasos principales fueron; ácido oleico 65.71%, 41.27%, 40.90% para termobatido, prensado hidráulico, prensado por expeller respectivamente ($p < 0.05$); Ácido linoleico 12.48%, 13.83%, 14.24% para termobatido, prensado hidráulico, prensado por expeller respectivamente ($p < 0.05$); y Ácido alfa-linolénico 1.27%, 0.88%, 0.94% para termobatido, prensado hidráulico, prensado por expeller respectivamente ($p < 0.05$). Finalmente, el índice de acidez, 0.41, 0.2, 0.47 mgKOH/1gr para termobatido, prensado hidráulico, prensado por expeller respectivamente ($p < 0.05$); peróxido, 5.97, 5.62, 14.82 meqP/Kg para termobatido, prensado hidráulico, prensado por expeller respectivamente ($p < 0.05$). Finalmente, el diseño de planta se decidió a favor del método del prensado hidráulico, con una capacidad de planta de procesamiento de 450 Kg de pulpa de palta por hora, lo que teóricamente se traduciría en 67,290 Kg de aceite por año.

Cari Arraiza et al., (2018) realizaron su trabajo de investigación de bachillerato con la intención de Elaborar y comercializar mantequilla con aceite de palta, fundamentados en el cuidado de la salud inherente a todas las personas sin distinción. Tienen bien en claro que todo parte de la alimentación, ellos destacan que el 70% de las muertes en el mundo es ocasionado por mala alimentación, factor que luego termina por ocasionar enfermedades Cardiovasculares, Cáncer y Diabetes. Destacan que un ingrediente, OMEGA 9, ayuda a eliminar el colesterol malo y favorece el buen funcionamiento del sistema Cardiovascular y que dicho ingrediente lo encontramos en la Palta, por

ello nosotros decidieron elaborar una mantequilla con aceite de palta, que contendrá omega 9. Finalmente la propuesta de valor para la mantequilla es “Producto para consumo diario y a un costo accesible”.

Vilca Curo, (2018) estudió las propiedades funcionales y la estabilidad del aceite de palta (*Persea americana* Mill) variedad Hass extraído mediante dióxido de carbono supercrítico. Determinaron el grado de madurez de la palta mediante el contenido de materia seca. El aceite se obtuvo mediante SFE a 400bar a 40° y 80°C. Evaluaron el rendimiento del proceso, características organolépticas, contenido de compuestos fenólicos, carotenoides, clorofila-a, actividad antioxidante y estabilidad. Según los resultados obtenidos la palta madura tiene una humedad de 70.1±2%, el rendimiento del proceso es de 39.07% a 400 bar y 40°C. El aceite extraído tiene mejores propiedades funcionales y estabilidad.

Vargas et al., (2020) en su estudio “Ácidos grasos y criterios de calidad del aceite de palta obtenido mediante tres sistemas de extracción libres de solvente” reportan que los aceites obtenidos por termobatido, prensado hidráulico y prensado por expeller tuvieron diferencias en cuanto a rendimiento y calidad. El mayor rendimiento fue por prensado por expeller; pero presentó un alto de índice de peróxidos, en cambio por termobatido y prensado hidráulico el rendimiento fue menor, pero con un índice de peróxido mínimo. Los aceites obtenidos por termo batido y prensado hidráulico pueden clasificarse como extra virgen y, el aceite obtenido por prensado por expeller, como aceite virgen. El ácido oleico fue el ácido graso predominante en los aceites obtenido por los tres métodos de extracción, con mayor proporción en el aceite obtenido por termobatido. El mayor porcentaje de ácido alfa-linolénico estuvo en el aceite obtenido por termobatido, seguido por el prensado por expeller y or ultimo por el prensado hidráulico. La relación ω -6/ ω -3 que más se acerca a la recomendada nutricionalmente fue por termobatido. Los autores concluyen que el método de termobatido, con menores rendimientos, sería el mejor método para obtener aceite de palta.

El palto (*Persea americana*, Mill.) de origen americano, es una especie vegetal; ha sido cultivado desde épocas precolombinas en países como México y en la variedad de países que componen América Central, en este último fue donde se lo denominó “ahuacatl”; de este término los españoles acuñaron la palabra ”aguacate”. Su cultivo también fue extendido por Sudamérica incluidas las laderas de la cordillera andina por países como Perú, Colombia hasta Ecuador; en donde fue finalmente denominado como ”palta”. También se tuvo un primer registro de su cultivo en el continente africano que dató del año 1750 en Ghana, y durante el paso de los siglos XVII y XVIII fue distribuyéndose a países como Mauritania, Madagascar, Senegal, Uganda, Egipto y Sudáfrica. Ha recibido varios nombres a lo largo de la historia y en relación al lugar de cultivo, en la región andina de Perú fue “palta”; “cura” en Colombia; “agualate” en Cuba y “abacate” en Brasil. ("Persea americana | Sistema Nacional de Vigilancia y Monitoreo de plagas", 2020).

Persea americana Mills “palta”, son árboles que crecen hasta una altura de diez o más metros, de porte medio a alto. Son de rápido crecimiento, poseen un tronco recto y de corteza lisa. Sus ramificaciones son erguidas, y forman ángulos de 60° con respecto al eje principal. El follaje de filotaxis alterna y hojas con consistencia coriácea, es perennifolio. La morfología de las hojas es también condicionada por el genotipo al que pertenezcan: en la variedad mexicana son glabras, pequeñas y poseen un aroma anisado; en otras variedades como la guatemalteca y la antillana éstas son de mayor tamaño, pubescentes y carecen de un aroma anisado. La raíz es muy ramificada y poco profunda. ("Persea americana | Sistema Nacional de Vigilancia y Monitoreo de plagas", 2020)

El palto (*Persea americana* Mill.) pertenece al orden Laurales, familia Lauráceas, género *Persea*. Esta familia incluye aproximadamente a alrededor de 3.000 especies de regiones tropicales y subtropicales, y principalmente arbóreas, también incluye algunas de importancia alimenticia como el laurel (*Laurus nobilis*) y la canela (*Cinnamomum verum*) además de otras utilizadas por la industria farmacéutica como el Alcanforero (*Cinnamomum camphora*). El

género *Persea* se subdivide en dos subgéneros: *Persea* y *Eriodaphne*, de estas dos, la primera es la que incluye a *P. Americana*. Dentro de *P. americana* se pueden distinguir tres razas de palto: la mexicana, la guatemalteca y la antillana. Algunos autores describen una cuarta raza denominada Costaricensis. Los autores Bergh y Ellstrand (1986) lograron hacer una una clasificación muy acertada de las diversas razas de palto, agrupando a la raza mexicana como la variedad botánica *drymifolia* (*Persea americana* var. *drymifolia*), la raza Guatemalteca como var. *guatemalensis* (*Persea americana* var. *guatemalensis*) y a la raza antillana como var. *americana* (*Persea americana* var. *americana*). ("Persea americana | Sistema Nacional de Vigilancia y Monitoreo de plagas", 2020)

Los aceites fijos sólidos a temperatura ambiente comúnmente se les suele denominar grasas. Su diferencia de consistencia es debido a sus proporciones relativas de ésteres de glicerilo además de líquidos y sólidos existentes. Las grasas son lípidos muy ricos en glicéridos sólidos; sobre todo saturados, como el estearato de glicerilo; mientras que los aceites fijos en su composición contienen una relativa elevada proporción de glicéridos líquidos, poliinsaturados; tales como el oleato de glicerilo. (López Tejeda, 2014)

Para identificar los aceites fijos y saber su calidad se han establecido ciertos parámetros, entre ellos el índice de yodo, el índice de saponificación, el índice de acidez, el índice de peróxidos, la cantidad de materia insaponificable, la cantidad de gomas, la prueba de frío. Las características mencionadas son posibles de identificar mediante el método oficial de la Sociedad Americana de Químicos de Aceites por sus siglas en inglés American Oil Chemist's Society (AOCS). (López Tejeda, 2014)

El **Índice de acidez** evalúa la presencia de ácidos grasos libres presentes. Se define como la cantidad en miligramos de hidróxido de potasio necesarios para neutralizar los ácidos grasos libres en un gramo de aceite.

El Índice de peróxidos determina el estado de oxidación de una grasa, dando la idea de estabilidad del grado de enranciamiento de los aceites y se expresa como los miliequivalentes de peróxido por cada kg de muestra.

El Índice de saponificación se define como la cantidad de miligramos de hidróxido de potasio requeridos para neutralizar los ácidos libres y saponificar los ésteres de un gramo de muestra.

El Índice de yodo indica el grado de saturación de los ácidos grasos, es decir, la proporción de dobles enlaces. Y puede ser definido de la siguiente forma: Es la cantidad de gramos de monoclóruo de yodo, expresado como yodo, que fue absorbido por 100 gramos de una muestra, en condiciones definidas. Mientras más alto sea el valor del contenido de ácidos grasos no saturados en una muestra, mayor será su índice de yodo.

La Prueba de frío determina la resistencia de la muestra a la cristalización y determina la facilidad para separar la estearina de la oleína en un proceso de winterización. Se define como la temperatura mínima a la cual el aceite se encuentra en estado líquido.

Un aceite de origen vegetal es un compuesto orgánico que puede ser obtenido de las semillas, frutos oleaginosos u otras partes de una planta, debido a que en sus tejidos se acumula brindando una fuente de energía para el organismo vegetal del que se extrae. (Monteza Almeyda & Samamé Barboza, 2016)

La extracción de los aceites vegetales implica la separación de un componente que se encuentra dentro de una mezcla. Para obtener el aceite a partir de semillas oleaginosas se parte, preferentemente, de las semillas maduras, que suelen rendir hasta un 30% más de aceite que las mismas semillas cuando están verdes. La extracción del aceite se puede realizar mediante medios mecánicos (prensa) o mediante disolventes (p.e. hexano). (Monteza Almeyda&Samamé Barboza, 2016)

En la extracción por prensado se utiliza una maquina llamada prensa. Una prensa está constituida por una jaula, esta posee un diámetro constante desde el

comienzo al final, en esta se aloja al tornillo sinfín cuyo eje aumenta en esta dirección con el fin de mantener la presión, con el fin de compensar la reducción de volumen, debido a la pérdida del aceite extraído. El diámetro de la salida de la torta, y el diseño del tornillo sinfín determinan cuanto es la presión dentro de la máquina. En una prensa es posible alcanzar presiones de hasta 3000 bar lo que provoca temperaturas de hasta 170°C dependiendo del tipo de prensa. En condiciones normales, para realizar el pre-prensado se debe alcanzar presiones de entre 30 y 40 bar, combinando la acción de una temperatura de aproximadamente 95°C; para desarrollar el prensado directo se debe alcanzar una presión equivalente a 400 bar, combinando la acción de una temperatura de entre 115 °C y 125°C; por consiguiente, no es posible que sea denominado “prensado en frío”. La extracción por prensado es un proceso que es influenciado por diversos parámetros como pueden ser el contenido de humedad de la semilla, la capacidad de la prensa y la potencia aplicada. El aceite vegetal que fue obtenido por prensado tiene que ser posteriormente purificado mediante el uso de separadores, filtros y decantadores. (Monteza Almeyda & Samamé Barboza, 2016)

En la extracción por solvente la transferencia del aceite desde el sólido hasta el solvente/micela se presentan distintos mecanismos. El material a extraer se pone en contacto con el solvente, el cual inunda los poros intrapartícula y disuelve el aceite formando la micela, cuya composición queda establecida por el equilibrio logrado con el aceite contenido en el sólido. A través de esta micela, el aceite difunde hacia el exterior de la partícula y posteriormente, es transportado hacia la salida del lecho por la corriente global. Es importante señalar que el arrastre del aceite vegetal desde su superficie es un punto tan importante como su propia difusión dentro del sólido. La forma de contacto es a su vez, un factor importante para una buena eficiencia al desarrollarse esta operación. En operaciones a una escala mucho más grande, el uso de disolventes para la extracción resulta ser una forma más económico para la obtención del aceite que la propia extracción por presión, y su aplicación va en aumento, especialmente para la obtención de aceite de soja. (Monteza Almeyda & Samamé Barboza, 2016)

Justificación de la investigación

El papel de las plantas medicinales en el cuidado de la salud en el Perú es indiscutible, especialmente aquellas plantas que se pueden comer enteras, algunas partes de ellas o algunos de los productos que se obtienen de ellas. Esto se aplica a los aceites fijos porque su contenido de ácidos grasos es muy importante, y los aceites con suficientes ácidos grasos omega 3 y omega 6 tienen una demanda cada vez mayor.

Esta investigación se justifica porque busca la aplicación de la teoría y los conceptos básicos sobre la extracción y la determinación de las características fisicoquímicas de los aceites; entonces los datos encontrados para el aceite de palta obtenido artesanalmente se constituyen en nuestra contribución al conocimiento sobre uno de los tantos beneficios de este fruto para la salud de las personas.

Se justifica de manera metodológica, debido a que para el logro de los objetivos propuestos se empleó la técnica de investigación utilizando un instrumento confiable para obtener resultados sin sesgos que fueron utilizados para su interpretación respectiva.

Se justifica de manera social, ya que nos proponemos determinar dichas características y contribuir al conocimiento sobre este aceite, de tal manera que dependiendo de los resultados obtenidos este aceite podría ser una alternativa al cuidado de la salud para los pacientes con enfermedades metabólicas y cardiovasculares, así como para la industria cosmética.

Problema

¿Qué características fisicoquímicas posee el aceite de *Persea americana* Mills “palta” obtenido artesanalmente a 70 y 150 °C por expresión?

Conceptualización y operacionalización de las variables

VARIABLES	CONCEPTUACION	OPERACIONALIZACION	DIMENSION	INDICADOR
Aceite de <i>Persea americana</i> Mills "palta"	Sustancia líquida, compuesta por triglicéridos de ácidos grasos, obtenida de la pulpa del fruto de <i>Persea americana</i> Mills "palta". (Espinoza Morales & Zapata Contreras, 2010)	Obtener la pulpa del fruto de <i>Persea americana</i> Mills "palta" Eliminar el agua por calentamiento a 70 y 150 °C. Obtener el aceite por decantación y por prensado respectivamente.	Rendimiento en aceite.	Porcentaje V/P
DENSIDAD	Para un aceite es la relación entre su peso (masa) y su volumen. (Day, & Carpi, 2002)	Determinación de la densidad de un líquido con el método del picnómetro	Valor de la densidad	$D = \text{g/mL}$
INDICE DE REFRACCION	Es la razón de la velocidad de la luz en el vacío con respecto a la velocidad de la luz en el aceite evaluado. (INEN, 2013)	La determinación se realiza mediante un refractómetro ABBE	Valor numérico IR	Se simboliza con la letra n es un valor sin dimensiones .
PRUEBA DE FRIO	Resistencia de la muestra de aceite a la formación de cristales a 0°C. (Secretaría de Economía, 2014)	La muestra se filtra y luego se calienta a 130°C. Se llena en un frasco y se lleva a 25°C en baño maría. Finalmente se lleva el frasco a 0°C. durante 5.5 horas	Formación de cristales	Positivo: Mala calidad Negativo: Buena calidad
INDICE DE ACIDEZ	Es el número de mg de KOH que neutralizan la acidez libre de un gramo de muestra. (Rodríguez Arzave et al., 2016)	A la muestra se le agrega alcohol etílico neutralizado; después se agrega 1 cm ³ de fenolftaleína; se titula con hidróxido de potasio hasta coloración rosada	Presencia de ácidos grasos libres en la muestra en estudio	mg de KOH/g muestra
INDICE DE PEROXIDOS	Cantidad de peróxidos en la muestra que causan la oxidación del yoduro potásico. Se expresa como miliequivalentes de oxígeno activo por kilogramo de aceite o grasa. (Arango Parrado, 2011)	A la muestra se agrega solución de cloroformo-ácido acético. Se agrega Yoduro de Potasio. Se agrega 30mL de agua destilada. Luego se agrega la solución indicadora de Almidón. Se titula con Tiosulfato de Sodio	presencia de peróxidos en la muestra de aceite	miliequivalentes de oxígeno activo por kilo de grasa o aceite
INDICE DE SAPONIFICACIÓN	Miligramos de KOH necesarios para saponificar un gramo de grasa o aceite. (Arango Parrado, 2011)	A la muestra se le agregan hidróxido de potasio. Se somete a reflujo hasta completa saponificación. Se agrega fenolftaleína y se titula con HCl.	Saponificación de los ácidos grasos de una grasa o aceite.	mg de KOH/gramo de grasa o aceite

Hipótesis

Los valores de los parámetros fisicoquímicos del aceite del fruto de *Persea americana* Mills “palta” procedente de La cuesta, obtenido de manera artesanal a 70 y 150 °C por expresión deben estar cercanos o dentro de los valores normales que determinan la calidad de un aceite para consumo humano.

Objetivos

Objetivo General

Extraer y determinar las características fisicoquímicas que tiene el aceite de *Persea americana* Mills “palta” obtenido artesanalmente a 70 y 150 °C por decantación y expresión respectivamente.

Objetivos Específicos

1. Obtener el aceite del fruto de *Persea americana* Mills “palta” procesado a 70 y 150 °C obtenido por expresión.
2. Determinar las características organolépticas del aceite de *Persea americana* Mills “palta” obtenido artesanalmente a 70 °C por decantación.
3. Determinar las características físicas del aceite de *Persea americana* Mills “palta” obtenido artesanalmente a 150 °C por expresión.
4. Determinar las características químicas del aceite de *Persea americana* Mills “palta” obtenido artesanalmente a 70 °C por decantación.
5. Determinar las características químicas del aceite de *Persea americana* Mills “palta” obtenido artesanalmente a 150 °C por expresión.

6 Metodología

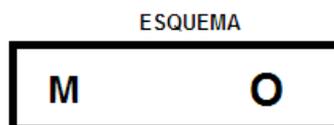
a) Tipo y Diseño de investigación

Tipo de Investigación

Descriptiva: Nuestra investigación solo busca determinar las características físico químicas de un lote de aceite obtenido mediante 2 técnicas artesanales que son muy comunes en nuestra sociedad. No buscamos conocer ningún tipo de relación entre ellas. (Rus Arias, 2022)

Diseño de Investigación

Diseño descriptivo simple solo para recoger datos



Donde:

M = Muestra

O = Observación

b) Población y muestra

Población:

Como población de estudio se puede considerar a todos los frutos maduros de *Persea americana* Mills “palta” que se cosechan en el Distrito de la Cuesta, provincia de Otuzco, región La Libertad.

Muestra:

20 kilogramos de frutos maduros de *Persea americana* Mills “palta” que se cosechan en el Distrito de la Cuesta, provincia de Otuzco, región La Libertad.

Criterios de Inclusión

Se trabajó con la pulpa del fruto de todas las paltas en buen estado.

Criterios de Exclusión

Se excluyeron las pulpas del fruto de las paltas en mal estado

c) Técnicas e instrumentos de investigación

Recolección del material botánico.

Se recolectarán 20 kilogramos de frutos de *Persea americana* Mills “palta” en el distrito de la Cuesta-Otuzco-La Libertad. Los cuales se dejarán madurar, para de allí seleccionar la muestra

Obtención de la pulpa del Fruto:

De los 20 kilogramos de frutos de *Persea americana* Mills “palta” que llegan a madurar, se seleccionaron 2 kilogramos de los frutos más uniformes en su maduración. A todos los frutos de la muestra se les eliminó todo el epicarpio, dejando libre la pulpa del fruto, el que luego fue sometido a presión hasta lograr a una masa uniforme de 1.4 kilogramos

Procesado de la pulpa del fruto de *Persea americana* Mills “palta”:

La masa obtenida fue dividida en 2 porciones de 700 gramos cada una. Una porción será procesada para obtener el aceite a 70 °C y la otra será procesada para obtener el aceite a 150 °C.

Obtención del aceite de *Persea americana* Mills “palta” a 70 °C.

- La masa de palta se extendió en una bandeja de acero inoxidable, formando una lámina de unos 5 mm. de espesor.
- Se colocó la bandeja con el puré en el secador artesanal a 70 °C para eliminar la humedad (agua), hasta peso constante.
- El material completamente seco se sometió a presión con una prensa de aceite artesanal.

- El aceite obtenido se almacenó en frascos de vidrio ámbar, para su posterior análisis. (Sánchez Paz & Figueroa Barrera, 2013)

Obtención del aceite de *Persea americana* Mills “palta” a 150 °C.

- El puré de palta obtenido se extendió en 3 bandejas de acero inoxidable, formando una lámina de unos 5 mm. de espesor.
- Se colocaron las bandejas con el puré de palta en el horno a 150 °C por 5 periodos de 15 minutos con 30 minutos de tiempo entre periodo y periodo.
- El material completamente seco se someterá a presión con una prensa de tornillo para extraer aceite.
- El aceite obtenido será almacenado en frascos de vidrio ámbar, para su posterior análisis. (Sánchez Paz & Figueroa Barrera, 2013)

Caracterización organoléptica del aceite de nogal

Apariencia del aceite obtenido.

Se realizó la descripción del aceite de *Persea americana* Mills “palta” obtenido en cuanto a limpidez, presencia de sedimentos o partículas en suspensión observables. (Sánchez Paz & Figueroa Barrera, 2013)

Color del aceite fijo obtenido.

La prueba se realizó en tubos de ensayo vidrio. La observación se realizó sobre fondo blanco y los matices se determinaron con luz difusa según Farmacopea Española del 2002. La comparación se realizó contra una carta de color tipo Pantone. (Sánchez Paz & Figueroa Barrera, 2013)

Caracterización fisicoquímica del aceite fijo obtenido.

Determinación de la densidad relativa: Método del picnómetro

Esta prueba se realizó de acuerdo a la Norma CODEX STAN 210-1999 para aceites vegetales especificados reportada por Sánchez Paz & Figueroa Barrera, (2013).

Primero se pesó un picnómetro de 10 mL vacío. Se llenó con agua destilada luego con agua y se pesó nuevamente; para finalmente pesar el picnómetro lleno con la muestra de aceite. Todas las pesadas se realizaron utilizando una balanza analítica de 4 cifras. El cálculo de la densidad se realizó aplicando la siguiente ecuación.

$$\rho_{\text{aceite}} = \frac{W_m}{W_a}$$

Donde:

W_m es la masa del aceite (muestra)

W_a la masa de agua en el picnómetro,

Determinación del índice de refracción en aceites (IR)

De acuerdo a Secretaría de Economía, (2011) este parámetro se determinó con un refractómetro Abbe a 20°C, bajo recomendaciones del método oficial AOAC 921.08.

Iniciamos la técnica abriendo el doble prisma y colocando unas gotas del aceite palta en estudio sobre la superficie del prisma. Cerramos el prisma presionando firmemente el doble prisma dando origen a una capa delgada y continua de aceite. Se dejó reposar el sistema por unos 2 a 3 minutos para que la temperatura del sistema sea la misma. Finalmente se realizó la lectura.

Prueba de frío

- Se filtraron 30 mL del aceite y se calentaron, agitando durante el calentamiento, hasta alcanzar 130°C. Para retirar inmediatamente de la fuente de calentamiento.
- Se llenó completamente un frasco de vidrio con el aceite. Se cerró herméticamente y se colocó en baño maría hasta 25 °C.
- Se selló el frasco con parafina para asegurar la hermeticidad.

- Se sumergió el frasco completamente en baño de hielo, que debe permanecer a 0°C durante 5 horas y media.
- Se retiró el frasco del baño y se observó a contra la luz para determinar si existen cristales o enturbiamiento, cuidando no confundir las pequeñas burbujas de aire con cristales.
- Un aceite de buena calidad debe ser claro, límpido y brillante. (Secretaría de Economía, 2011)

Índice de acidez (IA)

Se realizó por triplicado. Para ello se pesaron 5g de aceite de *Persea americana* Mills “palta” en un matraz Erlenmeyer (250 mL), se añadieron 50mL de alcohol etílico neutralizado y dos gotas de indicador de fenolftaleína. Luego, se tituló con hidróxido de sodio 0,1 N hasta que la mezcla se tornó de un ligero color rosa. (Secretaría de Economía, 2012) La acidez se calculó con la siguiente fórmula:

$$IA = \frac{V \times N \times 56,1}{W}$$

Donde:

IA expresa la cantidad de miligramos de NaOH que son requeridos para neutralizar los ácidos grasos libres (ácido oleico) de la muestra

V es el volumen en mL de la solución valorada de NaOH utilizada

N es la concentración normal de NaOH

W es el peso en gramos(g) de la muestra de aceite que se utilizó.

Índice de peróxido (NTC 236)

- Se realizó por triplicado.
- Se colocó 1 g de aceite de *Persea americana* Mills “palta” en un Erlenmeyer
- Se añadieron:
 - 10mL de cloroformo.

- 15 mL de ácido acético.
 - 75 mL de agua.
 - 1 mL de yoduro de potasio 0.1 N.
 - 2 mL de almidón.
- Se tituló con tiosulfato de sodio 0.1N
- La titulación terminó cuando se observa la desaparición del color.
(Secretaría de Economía, 2010)

Índice de saponificación

Se realizó por triplicado. (Secretaría de Economía, 2014)

- En un matraz Erlenmeyer se colocaron 2 g de aceite de *Persea americana* Mills “palta”, posteriormente
- Se agregaron 25 mL de KOH 0.5 N,
- Se llevó a reflujo por una hora,
- Se añadieron 5 gotas de fenolftaleína y
- Finalmente se realizó la titulación con HCl 0.5 N.

d) Procesamiento y análisis de la información

Para cada parámetro evaluado se realizaron tres repeticiones. Los datos de la caracterización física y química del aceite de *Persea americana* Mills “palta” se sometieron a análisis estadístico descriptivo simple por medio del Excel 2015 de Microsoft.

7 Resultados

Tabla 1.

Rendimiento de aceite de Persea americana L. “palta” obtenido artesanalmente a 70 y 150 °C

CONDICIÓN	RESULTADO	
	70 °C (Decantación + prensado + centrifugación)	150 °C (Prensado + centrifugación)
PESO DE FRUTOS	2000 gramos	
PESO DE PULPA	700 gramos	700 gramos
Rendimiento en volumen	124 mL	290 mL
Rendimiento	17.71 % V/P	41.43 % V/P

Interpretación.

En la Tabla 1 se muestran el rendimiento de aceite obtenido a 70 y 150 °C. El volumen final obtenido fue de 124 mL (17.7 %) y 290 mL (41.43 %) respectivamente.

Tabla 2.

Caracteres organolépticos de aceite de Persea americana L. “palta” obtenido artesanalmente a 70 °C por decantación

CARACTER ORGANOLEPTICO	ACEITE a 70 °C
	VERDE
COLOR	PANTONE 10438 C
OLOR	INODORO
SABOR	SUAVE
ASPECTO	TRANSPARENTE
TEXTURA	LIQUIDO

Interpretación.

En la Tabla 2 se muestran los caracteres organolépticos del aceite obtenido a 70 °C, que en cuanto al color para una mejor descripción se utilizó la comparación con el taco de color tipo PANTONE (PANTONE 10438 C), más preciso que la inspección visual y exento de subjetividad, además es aceptado a nivel mundial.

Tabla 3.

*Caracteres organolépticos de aceite de **Persea americana L.** “palta” obtenido artesanalmente a 150 °C por prensado*

CARACTER ORGANOLEPTICO	ACEITE a 150 °C
	VERDE
COLOR	PANTONE 10437 C
OLOR	INODORO
SABOR	SUAVE
ASPECTO	TRANSPARENTE
TEXTURA	LIQUIDO

Interpretación.

En la Tabla 3 se muestran los caracteres organolépticos del aceite obtenido a 150 °C, que en cuanto al color para una mejor descripción se utilizó la comparación con el taco de color tipo PANTONE (PANTONE 10437 C), más preciso que la inspección visual y exento de subjetividad, además es aceptado a nivel mundial.

Tabla 4:

Características físicas del aceite fijo de Persea americana L. “palta” extraído artesanalmente a 70 °C por decantación + prensado

Característica física	Resultados	Promedio ± Desvest	Referencias
Densidad	0.9216 0.92182 0.92182	0.9217 ± 0.00013	0,910-0,920 ^a
Índice de Refracción	1.4641 1.4641 1.4642	1.464133 ± 0.000058	1,4670-1,4710 ^a
Prueba de frio	Negativo Negativo Negativo	Negativo	Negativo ^b

a OLEO HASS - FICHA TÉCNICA ACEITE DE AGUACATE

b GOODFAT FICHA TECNICA DE ACEITE DE AGUACATE CRUDO

Interpretación.

En la Tabla 4 mostramos los valores por triplicado para cada uno de los análisis para determinar las características físicas del aceite de *Persea americana* L. “palta” obtenido a 70 °C. Se muestra el promedio y la desviación estándar respectiva para densidad e índice de refracción. También se muestran los valores de la ficha técnica del aceite comercial, que muestran una diferencia no importante en la densidad.

Tabla 5:

Características físicas del aceite fijo de Persea americana L. “palta” extraído artesanalmente a 150 °C por prensado.

Característica física	Resultados	Promedio ± Desvest	Referencias
Densidad	0.92014	0.92013 ± 0.00023	0,910-0,920 ^a
	0.91986		
	0.9204		
Índice de Refracción	1.464	1.464 ± 0.0000	1,4670-1,4710 ^a
	1.464		
	1.464		
Prueba de frio	Negativo Negativo Negativo	Negativo	Negativo ^b

a OLEO HASS - FICHA TÉCNICA ACEITE DE AGUACATE

b GOODFAT FICHA TECNICA DE ACEITE DE AGUACATE CRUDO

Interpretación.

En la Tabla 5 mostramos los valores por triplicado para cada uno de los análisis para determinar las características físicas del aceite de *Persea americana* L. “palta” obtenido a 150 °C. Se muestra el promedio y la desviación estándar respectiva para para densidad e índice de refracción. También se muestran los valores de la ficha técnica del aceite comercial, que muestran una diferencia no importante de 4 milésimas en el índice de refracción.

Tabla 6:

Características químicas del aceite fijo de Persea americana L. “palta” extraído artesanalmente a 70 °C por decantación + prensado

Características químicas	Resultados	Promedio ± Desvest	Referencias
Índice de acidez	2.11803154	2.155320679 ± 0.06477	0 -5 mg KOH/gramo de aceite ^b
	2.229742691		
	2.118157795		
Índice de saponificación	187.935	187.935 ± 2.805	186.35 mg KOH/gramo ^c
	185.13		
	190.74		
Índice de esteres	185.8169685	185.7796793 ± 2.860989709	No especifica
	182.9002273		
	188.6218422		
Índice de peróxidos	7.3	7.466667 ± 0.152752523	≤ 6.92 meq O ₂ /Kg ^c
	7.5		
	7.6		

c Ecorgánicos de Colombia. FICHA TECNICA ACEITE DE AGUACATE

Interpretación.

En la Tabla 6 se muestran los resultados obtenidos por triplicado para cada uno de los análisis realizados para determinar las características químicas del aceite de *Persea americana* L. “palta”. Se muestra el valor promedio y la desviación estándar para cada prueba. También se muestran los valores consignados en la ficha técnica del producto comercial, que al ser comparados muestran una diferencia importante en el índice de peróxidos entre el aceite en investigación y el aceite comercial. Claramente se ve que el índice de peróxidos es mayor que el valor de referencia.

Tabla 7:

Características químicas del aceite fijo de Persea americana L. “palta” extraído artesanalmente a 150 °C por prensado.

Características químicas	Resultados	Promedio ± Desvest	Referencias
Índice de acidez	3.01642641	2.9125 ± 0.10585	0 -5 mg KOH/gramo de aceite ^b
	2.804826842		
	2.916203574		
Índice de saponificación	179.2	192.61 ± 1.61947	186.35 mg KOH/gramo ^c
	190.74		
	193.545		
Índice de esteres	187.7235736	189.6975144 ± 1.710389695	No especifica
	190.7401732		
	190.6287964		
Índice de peróxidos	9.60	9.80 ± 0.2	6.92 meq O ₂ /Kg ^c
	10.00		
	9.80		

c Ecorganicos de Colombia. FICHA TECNICA ACEITE DE AGUACATE

Interpretación.

En la Tabla 7 se muestran los resultados obtenidos por triplicado para cada uno de los análisis realizados para determinar las características químicas del aceite de *Persea americana* L. “palta” obtenido a 150 °C. Se muestra el valor promedio y la desviación estándar para cada prueba. También se muestran los valores consignados en la ficha técnica del producto comercial, que al ser comparados muestran una diferencia importante en el índice de saponificación entre el aceite en investigación y el aceite comercial. Claramente se ve que el índice de saponificación es mayor que el valor de referencia. El índice de peróxidos para el aceite en investigación es mayor.

8 Análisis y discusión

El aceite presente en el fruto de *Persea americana* L. “palta” de la variedad fuerte fue extraído mediante 2 técnicas artesanales bastante difundidas en la red. Tal y como se muestra en la tabla 1, para el procedimiento de extracción a 70 °C con decantación final el rendimiento es de 17.71 % V/P y para el aceite obtenido a 150 °C más expresión el rendimiento es de 41.43 % V/P. Estos porcentajes dependen de varios factores; entre ellos se encuentra la región donde se cultiva, la madurez del fruto y las técnicas de extracción (Jiménez et al., 2001).

En las tablas 2 y 3 se muestran los caracteres organolépticos determinados para ambos tipos de aceite obtenidos a temperaturas de 70 °C y 150 °C . en ellas se está consignando que ambos aceites en cuanto a olor, sabor, aspecto y textura, tienen las mismas características, pues son inodoros, suave, transparente y líquido respectivamente. Con respecto al color se consigna que ambos son de color verde de manera general; pero para más precisión se acostumbra afinar la descripción al asignar el nombre de una escala de colores oficial de las muchas que hay. El sistema de colores pantone se puede considerar un lenguaje universal de color y nos ayuda a decidir al momento de elegir un color. Sus bibliotecas de colores cuentan con respaldo científico, están disponibles para todo el mundo, de tal manera que en cualquier lugar del planeta se sabe cuál es el color y se hace fácil conseguirlo. Aunque los idiomas sean distintos, por lo que el lenguaje de colores Pantone es universal ("What Are Pantone Color Systems?", 2022). De acuerdo con lo antes enunciado, tal y como se muestra en la Tabla 3 el color para el aceite extraído a 70 °C es el PANTONE 10438 C; y para el aceite extraído a 150 °C es el PANTONE 10437 C.

En las tablas 4 y 5 se reportan los resultados de las características físicas de los aceites antes mencionados. El análisis de estas tablas se debe hacer dejando en claro que no encontramos referencias de caracterización física de aceite de palta extraído artesanalmente, por lo que no tenemos más que contrastar con los valores que se reportan en diferentes fichas técnicas de empresas privadas que comercializan aceite de palta obtenido siguiendo las recomendaciones de la regulación pertinente de cada país de origen de cada una de estas empresas.

En la tabla 4 se consigna que el aceite extraído a 70 °C tiene una densidad promedio de 0.9217 que comparado con el rango reportado en la ficha técnica de OLEO HASS – FICHA TECNICA ACEITE DE AGUACATE de 0.910-0.920 g/mL, vemos que la densidad encontrada está ligeramente sobre el valor máximo de la ficha técnica. Esta condición no es significativa y solo indica que la decantación no elimina algún material sólido finamente particulado que no se observa a simple vista y que contribuye a elevar el peso del aceite. Entonces es un problema de purificación, pero que aun artesanalmente obtenemos un aceite con la pureza aceptable para su uso doméstico. En cuanto al índice de refracción del aceite obtenido a 70 ° C (1.464133) observamos que es ligeramente inferior al rango consignado en la ficha técnica de OLEO HASS – FICHA TECNICA ACEITE DE AGUACATE (1.4670-1.4710). Explicar este hecho se puede hacer considerando primero que el índice de refracción es característico para cada aceite dentro de ciertos límites por lo que se acepta como indicador de la pureza del aceite. También debemos considerar que el valor del índice de refracción se relaciona con el grado de saturación y con la razón cis/trans para los enlaces dobles del aceite y que puede estar variar si el aceite se oxida (Gutiérrez Álvarez, 2003); entonces debemos inferir que el aceite obtenido en nuestra investigación presenta menor cantidad de ácidos grasos insaturados que el aceite mencionado como punto de comparación.

En la tabla 5 se muestran la densidad y el índice de refracción del aceite de palta obtenido a 150 °C. los valores de la densidad y del índice de refracción son 0.92013 g/mL y 1.464 respectivamente y al igual que el aceite de palta obtenido a 70°C las condiciones y la interpretación es la misma.

En las tablas 4 y 5 también se muestra el resultado de la prueba de frío para ambos aceites es negativo, lo que coincide con la ficha técnica del aceite comercial, generando entonces la conclusión de que el aceite de palta obtenido a 70 °C y a 150 °C es un aceite líquido a temperatura ambiente. El resultado se consigna como negativo porque el aceite es obtenido es estable por más de 6 horas, esta prueba es aplicable a cualquier aceite sea de procedencia vegetal ó animal. Este análisis evidencia la resistencia del aceite a la cristalización. Esta prueba determina el tiempo que tarda un aceite en solidificar y se constituye en un dato muy importante para determinar si un

aceite es útil en la industria, en la cosmética o en asuntos culinarios (García Estrada, 2008).

En las tablas 6 y 7 se muestran los valores de los parámetros químicos de ambos aceites obtenidos a 70 °C y a 150 °C. El índice de acidez de ambos aceites fue de 2.155320679 mg de KOH/gramo de aceite para el aceite obtenido a 70 °C y de 2.9125 mg KOH/gramo de aceite para el aceite obtenido a 150 °C, valores que se encuentran dentro del rango de 0-5 mg de KOH/gramo de aceite consignado en la ficha técnica de GOODFAT FICHA TÉCNICA DE ACEITE DE AGUACATE CRUDO. En cuanto a los parámetros índice de saponificación e índice de esteres los valores encontrados para nuestros aceites sujetos a investigación se encuentran muy cercanos a los valores consignados por Ecorgánicos de Colombia. FICHA TECNICA ACEITE DE AGUACATE. Todo esto nos conduce a estar de acuerdo con el hecho de que la caracterización de una grasa o aceite comestibles permite hacer el seguimiento de los cambios que puedan sufrir durante el procesado y almacenaje para tener un indicador de su calidad, funcionalidad y su valor monetario, destacando además que uno de los parámetros analíticos más utilizados para evaluar la calidad de aceites y grasas comestibles es el índice de saponificación (Rodríguez Arzave et al., 2016).

Finalmente, en las tablas 6 y 7 se muestra el índice de peróxidos para ambos aceites. En la tabla 6 se muestra que el índice de peróxidos de 7.4667 meq O₂/Kg de aceite para el aceite obtenido a 70 °C no está muy distante del 6.92 meq O₂/Kg de aceite comercial de Ecorgánicos de Colombia. FICHA TECNICA ACEITE DE AGUACATE; en cambio el índice de peróxidos de 9.80 meq O₂/Kg del aceite obtenidos a 150 °C, mostrado en la tabla 7, es aproximadamente 2 unidades mayor del consignado en la ficha técnica antes mencionada. Como ya se sabe, la oxidación de los ácidos grasos produce rancidez en el aceite. Por esta razón una de las pruebas para valorar el grado de oxidación de un aceite se determina el índice de peróxidos, el cual se reporta como la cantidad de miliequivalentes de oxígeno por kilogramo de aceite. El índice de peróxidos también es un buen indicador de calidad para un aceite y para un aceite refinado fresco el valor debe ser menor de 1. El problema para un aceite es que su deterioro puede derivar en problemas de sabor y de olor si se supera el valor de 10 como índice de peróxidos, aunque el problema de olor puede presentarse antes por

acumulación de cetonas y aldehídos en los que se descomponen los ácidos grasos (Gutiérrez Álvarez, 2003).

9 Conclusiones y recomendaciones

Conclusiones

1. Se logró obtener aceite de la pulpa del fruto de *Persea americana* Mills “palta” a las temperaturas de 70 °C y 150 °C con un rendimiento de 17.71 % P/V y 41.43 % P/V.
2. El aceite del fruto de *Persea americana* Mills “palta” obtenido artesanalmente a 70 °C es líquido, transparente, de sabor suave e inodoro. Es de color verde, específicamente es el color verde PANTONE 10438 C del taco de color PANTONE.
3. El aceite del fruto de *Persea americana* Mills “palta” obtenido artesanalmente a 150 °C es líquido, transparente, de sabor suave e inodoro, específicamente es el color verde PANTONE 10437 C del taco de color PANTONE.
4. El índice de refracción, la densidad y la prueba de frio para el aceite del fruto de *Persea americana* Mills “palta” obtenido artesanalmente a 70 °C fue de 1.464133, 0.9217 g/mL y Negativo respectivamente.
5. El índice de refracción, la densidad y la prueba de frio para el aceite del fruto de *Persea americana* Mills “palta” obtenido artesanalmente a 150 °C fue de 1.464, 0.92013 g/mL y Negativo respectivamente.
6. La caracterización química del aceite del fruto de *Persea americana* Mills “palta” obtenido artesanalmente a 70 °C determino que el índice de acidez es de 2.155mg de KOH/gramo de aceite, el índice de saponificación es de 187.935 mg KOH/gramo, el índice de esterés es de 185.78 y el índice de peróxidos es de 7.47meq O₂/gramo de aceite.
7. La caracterización química del aceite del fruto de *Persea americana* Mills “palta” obtenido artesanalmente a 150 °C determino que el índice de acidez es de 2.9125 de KOH/gramo de aceite, el índice de saponificación es de 192.61 mg KOH/gramo, el índice de esterés es de 185.78 y el índice de peróxidos es de 9.80 meq O₂/gramo de aceite.

Recomendaciones

En base a los resultados obtenidos y tener un aceite de palta saludable y con mucho potencial de uso, se recomienda difundir los resultados de la presente tesis de tal manera que las madres puedan elaborar su propio aceite de palta y así poder acceder a elaborar su propio aceite y usarlo.

10 Referencias bibliográficas

- Capcha Sánchez, F. (2020). Estudio de mercado para la producción y comercialización de aceite de palta extravirgen (Maestría). Universidad de Lima.
- Cari Arraiza, I., Claussen Gínez, M., Echevarria Collantes, L., & Moreano Fretel, N. (2018). *Elaboración y comercialización de mantequilla con aceite de palta* (Bachillerato). Universidad San Ignacio de Loyola.
- Cittadini, M., Martín, D., Gallo, S., Fuente, G., Bodoira, R., Martínez, M., & Maestri, D. (2020). Evaluación de las características químicas del aceite de avellana y nuez de cultivares convencionales y recursos genéticos nativos en un ambiente de cultivo no tradicional de Argentina. *Investigación y tecnología alimentaria europea* , 246 (4), 833-843. <https://doi.org/10.1007/s00217-020-03453-8>
- García Estrada, M. (2008). *Obtención y caracterización fisicoquímica del aceite de macadamia de las especies Tetraphyllia e Intergrifolia* (Licenciatura). Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Gutarra Sanabria, H., & Vargas Rodríguez, M. (2018). *Diseño de una planta de aceite de palta a partir de la evaluación de tres métodos de extracción* (Licenciatura). Universidad San Ignacio de Loyola.
- Gutiérrez Álvarez, B. (2003). *Proyecto de Inversión de una Planta de Extracción y Empaque de Aceite de Aguacate para el Rancho Villa Reguero* (Maestría). Universidad de las Américas Puebla.
- INEN. (2013). *NTE INEN-ISO 6320:2013: ACEITES Y GRASAS DE ORIGEN ANIMAL Y VEGETAL. DETERMINACIÓN DEL INDICE DE REFRACCION. (IDT)* (p. 1). Quito: Instituto ecuatoriano de normalización.
- López Tejeda, A. (2014). Evaluación del rendimiento extractivo e índices de calidad del aceite fijo de la nuez de marañón (*anacardium occidentale*), obtenido por el método de lixiviación maceración dinámica con reflujo

utilizando tres solventes a escala laboratorio (Licenciatura). Universidad de San Carlos de Guatemala.

Monteza Almeyda, S., & Samamé Barboza, J. (2016). *Extracción, caracterización y determinación del tiempo de vida útil, del aceite de semilla de zapote (Matisia cordata, bonpl)* (Licenciatura). Universidad Señor de Sipan.

Neira Mosquera, J., Coello culluzpuma, A., Sánchez Llaguno, S., Plua Montiel, J., & Viteri García, I. (2021). Estudio del efecto de la variedad y condiciones de extracción de aceite de Aguacate (*Persea Americana*) con fines alimentos en Ecuador. *Nutrición Clínica Y Dietética Hospitalaria*, 41 (2), 96, 97. <https://doi.org/10.12873/412mosquera>

Persea americana | Sistema Nacional de Vigilancia y Monitoreo de plagas.

Sinavimo.gob.ar. (2020). Retrieved 18 November 2020, from

<https://www.sinavimo.gob.ar/cultivo/persea-americana#:~:text=en%20el%20NEA,-,Taxonom%C3%ADa%3A,%2C%20suborden%20Magnol%C3%ADneas%2C%20familia%20Laur%C3%A1ceas.>

Real Farmacopea Española. 2002. 2ª Ed. Madrid: Ministerio de Sanidad y Consumo. (p.2801).

Rodríguez Arzave, J., Maldonado Salazar, J., Muro Campillo, M., & Miranda Velásquez, L. (2016). ÍNDICE DE SAPONIFICACIÓN DE CINCO MANTECAS DETERMINADO MEDIANTE UN MICROMÉTODO. *Investigación Y Desarrollo En Ciencia Y Tecnología De Alimentos*, 1(1), 938. Retrieved 24 February 2022, from <http://www.fcb.uanl.mx/IDCyTA/files/volume1/1/10/161.pdf>.

Rodríguez Arzave, J., Ruiz Loaiza, L., Santoyo Stephano, M., & Miranda Velásquez, L. (2016). Determinación del índice de acidez y acidez total de cinco mayonesas. *Investigación Y Desarrollo En Ciencia Y Tecnología De*

Alimentos, 1(2), 844. Retrieved 7 April 2022, from <http://www.fcb.uanl.mx/IDCyTA/files/volume1/2/10/146.pdf>.

Rus Arias, E. (2022). *Investigación descriptiva*. Economipedia. Retrieved 8 May 2022, from <https://economipedia.com/definiciones/investigacion-descriptiva.html>.

Sánchez Paz, I., & Figueroa Barrera, M. (2013). *Extracción y caracterización fisicoquímica de aceite fijo obtenido por Expresión de 5 especies nativas y cultivadas en Guatemala: Crescentia cujete (Morro), Mamea americana (Mamey), Pachira aquatica (Zapotón), Cucumis melo (Melón) y Acrocomia mexicana (Coyolio)* (Licenciatura). Universidad de San Carlos de Guatemala.

Salinas Buenaño, J. (2018). *Extracción y caracterización de aceite de semillas de cítricos* (Bachillerato). Universidad Técnica de Ambato.

Secretaría de Economía. (2010). *Alimentos – aceites y grasas vegetales o animales - determinación del valor de peróxido – método de prueba* (pp. 2-5). México, D.F.: Gobierno de los Estados Unidos Mexicanos.

Secretaría de Economía. (2011). *Alimentos para humanos - aceites esenciales, aceites y grasas vegetales o animales - Determinación del Índice de Refracción con el Refractómetro de ABBÉ - Método de prueba* (pp. 3-5). México, D.F.: Gobierno de Los Estados Unidos Mexicanos.

Secretaría de Economía. (2011). *Alimentos - aceites y grasas vegetales o animales - determinación del índice de yodo por el método ciclohexano – método de prueba* (pp. 2-5). México, D.F.: Gobierno de los Estados Unidos Mexicanos.

Secretaría de Economía. (2012). *Alimentos – aceites y grasas vegetales o animales – determinación de ácidos grasos libres - método de prueba* (pp. 1-4). México, D.F.: Gobierno de los Estados Unidos Mexicanos.

Secretaría de Economía. (2014). *Alimentos – aceites y grasas vegetales o animales – determinación del índice de saponificación – método de*

prueba (pp. 2-4). México, D.F.: Gobierno de los Estados Unidos Mexicanos.

Secretaría de Economía. (2014). *Alimentos – aceites y grasas vegetales o animales - determinación de prueba fría en aceites normales refinados y secos-método de prueba* (pp. 3-5). México DF: Gobierno de los Estados Unidos Mexicanos.

Vargas, M., Gutarra, H., Delgado-Soriano, V., Cortés-Avenida, P., & Elías, C. (2020). Fatty acids and quality criteria of avocado oil obtained by three solvent-free extraction systems. *Agroindustrial Science*, 10(1), 71-77.
<https://doi.org/10.17268/agroind.sci.2020.01.10>

Vilca Curo, R. (2018). *Propiedades funcionales y estabilidad del aceite de palta (Persea americana Mill) variedad Hass extraído mediante dióxido de carbono supercrítico* (Maestría). Universidad Nacional del Altiplano.

What Are Pantone Color Systems?. Pantone EMEA. (2022). Retrieved 24 February 2022, from <https://www.pantone.com/eu/es/sistemas-de-color/sistemas-color-intro>.

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.
<https://doi.org/10.23850/22565035.728>

11 Agradecimiento

Agradezco a Dios por darme salud,
por lograr mis objetivos y haberme
permitido llegar hasta este punto.

A mi esposo e hijos por ser personas que han ofrecido.
el amor y la calidez de una verdadera familia
la cual amo, siendo el pilar fundamental en todo
lo que soy, en toda mi educación, tanto académica,
como de la vida por su incondicional apoyo

Y a la Universidad San Pedro por ser el
centro de enseñanza que inculcó en mí
la responsabilidad, el trabajo y la dedicación.

12 Anexos

Anexo 1:

Procesado del fruto de *Persea americana* Mills “palta”



Fig. 1: Pelado del fruto



Fig. 2: Peso de la muestra de trabajo

Anexo 2:

Imágenes de la obtención de aceite a 70 °C



Fig. 3: Proceso a 70 °C



Fig. 4: Separando el aceite de palta obtenido a 70 °C

Anexo 3:

Imágenes del proceso a 150 °C



Fig. 5: Muestra a medio secar en horno a 150 °C



Fig. 6: Muestra seca

Anexo 4:

Imágenes de la determinación de parámetros del aceite



Fig. 7: Peso del picnómetro vacío



Fig 8: Peso del picnómetro lleno

$$\rho = \frac{\text{masa}}{\text{volumen}}$$

$$\rho = \frac{\text{P.P. Lleno} - \text{P.P. Vacío}}{\text{volumen}}$$

$$\rho = \frac{28,3925\text{g} - 23,7554\text{g}}{5\text{mL}}$$

$$\rho = 0,92742\text{g/mL}$$

$$\frac{28,3631}{23,7500}$$

$$\frac{4,6131}{5\text{mL}}$$

$$f = 0,92262$$

Fig. 9: cálculos realizados en la mesa del Laboratorio

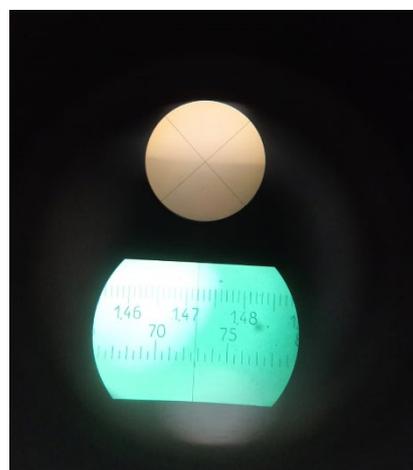
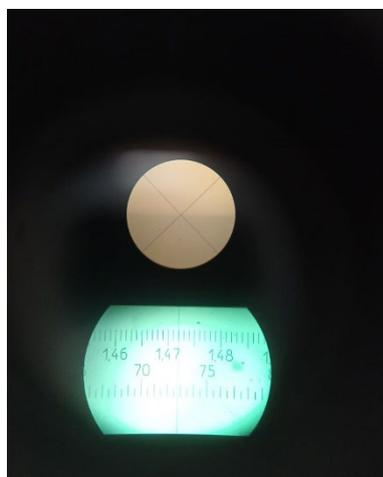


Fig. 10: Determinación del índice de refracción

Anexo 5:

Ficha de recolección de datos (instrumento)

ACEITE PROCESADO A 70 °C

Rendimiento

MUESTRA	PESO (KG)	RENDIMIENTO (%V/P)
FRUTO MADURO	2.00	8.86
PULPA	0.7	17.71
VOL. ACEITE OBTENIDO	124 mL	

Características organolépticas

Nº REPETICIONES	PRUEBA	RESULTADO
1	Color	Verde/DESTELL 022-05
1	Olor	Inodoro
1	Sabor	Suave
1	Aspecto	Transparente
1	Estado	Líquido
1	Textura	Viscoso

Características Físicas

Nº REPETICIONES	PRUEBA	RESULTADO
1	Densidad	0.9216
2		0.92182
3		0.92182
1	Índice de refracción	1.4641
2		1.4641
3		1.4642
3	Prueba frio	Negativo

Característica Químicas

Nº REPETICIONES	PRUEBA	RESULTADO
1	Índice de acidez	2.11803154
2		2.229742691
3		2.118157795
1	Índice de saponificación	187.935
2		185.13
3		190.74
1	Índice de esteres	185.8169685
2		182.9002273
3		188.6218422
1	Índice de peróxidos	7.3
2		7.5
3		7.6

ACEITE PROCESADO A 150 °C

Rendimiento

MUESTRA	PESO (KG)	RENDIMIENTO (%V/P)
FRUTO MADURO	2.00	20.72
PULPA	0.7	41.43
VOL. ACEITE OBTENIDO	290 mL	

Características organolépticas

Nº REPETICIONES	PRUEBA	RESULTADO
1	Color	Verde/DESTELL 10437C
1	Olor	Inodoro
1	Sabor	Suave
1	Aspecto	Transparente
1	Estado	Líquido
1	Textura	Viscoso

Características Físicas

Nº REPETICIONES	PRUEBA	RESULTADO
1	Densidad	0.92014

2		0.91986
3		0.9204
1	Índice de refracción	1.464
2		1.464
3		1.464
3	Prueba frio	Negativo

Característica Químicas

N° REPETICIONES	PRUEBA	RESULTADO
1	Índice de acidez	3.01642641
2		2.804826842
3		2.916203574
1	Índice de saponificación	179.2
2		190.74
3		193.545
1	Índice de esteres	187.7235736
2		190.7401732
3		190.6287964
1	Índice de peróxidos	9.60
2		10.00
3		9.80

Anexo 6:

Base de datos de resultados

RESULTADOS PARA EL ACEITE PROCESADO A 70 °C

Determinaciones Físicas:	PROMEDIO	DESV. ESTANDAR
Densidad (g/mL)	0.9217	0.00013
Índice de refracción	1.464133	0.000058
Prueba en frio	Negativo	

Determinaciones químicas	PROMEDIO	DESV. ESTANDAR
Índice de acidez (mgKOH/gramo de aceite)	2.155320679	0.06477
Índice de saponificación (mgKOH/gramo de aceite)	187.935	2.805
Índice de peróxidos (meq O ₂ /Kg de aceite)	7.466667	0.152752523
Índice de esteres (mgKOH/gramo de aceite)	185.7796793	2.860989709

RESULTADOS PARA EL ACEITE PROCESADO A 150 °C

Determinaciones Físicas:	PROMEDIO	DESV. ESTANDAR
Densidad (g/mL)	0.92013	0.00023
Índice de refracción	1.464	0.0000
Prueba en frio	Negativo	

Determinaciones químicas	PROMEDIO	DESV. ESTANDAR
Índice de acidez (mgKOH/gramo de aceite)	2.9125	0.10585
Índice de saponificación (mgKOH/gramo de aceite)	192.61	1.61947
Índice de peroxidos (meq O ₂ /Kg de aceite)	9.8	0.200
Índice de esteres (mgKOH/gramo de aceite)	189.6975144	1.710389695

Anexo 7: Matriz de consistencia

PROBLEMA	HIPÓTESIS	OBJETIVOS	VARIABLES	METODOLOGÍA	DIMENSIONES	INDICADORES
¿Cuáles son las características fisicoquímicas del aceite de <i>Persea americana</i> Mills “palta” obtenido artesanalmente a 70 y 150 °C por expresión?	Los valores de los parámetros fisicoquímicos del aceite del fruto de <i>Persea americana</i> Mills “palta” procedente de La cuesta, obtenido de manera artesanal a 70 y 150 °C por expresión deben estar cercanos o dentro de los valores normales que determinan la calidad de un aceite para consumo humano.	<p>GENERAL: Extraer y determinar las características fisicoquímicas del aceite de <i>Persea americana</i> Mills “palta” obtenido artesanalmente a 70 y 150 °C por decantación y expresión respectivamente.</p> <p>ESPECÍFICOS:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Obtener el aceite del fruto de <i>Persea americana</i> Mills “palta” procesado a 70 y 150 °C obtenido por expresión. 2. Determinar las características organolépticas del aceite del fruto de <i>Persea americana</i> Mills “palta” obtenido artesanalmente a 70 °C por decantación. 3. Realizar las pruebas para determinar las características físicas del aceite de fruto de <i>Persea americana</i> Mills “palta” obtenido artesanalmente a 150 °C por expresión. 4. Realizar las pruebas para determinar las características químicas del aceite de frutos de <i>Persea americana</i> Mills “palta” obtenido artesanalmente a 70 °C por decantación. 5. Realizar las pruebas para determinar las características químicas del aceite de frutos de <i>Persea americana</i> Mills “palta” obtenido artesanalmente a 150 °C por expresión. 	<p>Aceite de <i>Persea americana</i> Mills “palta”</p> <p>Densidad</p> <p>Índice de refracción</p> <p>Prueba en frio</p> <p>Índice de acidez</p> <p>Índice de saponificación</p> <p>Índice de peróxidos</p> <p>Índice de esteres</p>	<p>Se obtuvo mediante decantación y prensado en frio</p> <p>Se calculó mediante el método picnométrico</p> <p>Se determinó mediante el refractómetro ABBE</p> <p>Se somete una muestra del aceite a 0°C</p> <p>Por titulación ácido-base</p> <p>Por titulación ácido-base</p> <p>Por titulación de óxido reducción</p> <p>Resultado de restar el Índice de acidez del Índice de saponificación</p>	<p>Producto líquido, viscoso de color verde</p> <p>Valor</p> <p>Valor</p> <p>Presencia de cristales</p> <p>Presencia de ácidos grasos libres en la muestra en estudio</p> <p>Saponificación de los ácidos grasos de una grasa o aceite</p> <p>presencia de peróxidos en la muestra de aceite</p> <p>Cantidad de esteres en la muestra de aceite</p>	<p>Volumen obtenido</p> <p>g/mL</p> <p>Adimensional</p> <p>Negativo Positivo</p> <p>mg de KOH/g muestra</p> <p>mg KOH necesaria saponificar 1.0 g de aceite o grasa.</p> <p>meq O₂ /kg de aceite</p> <p>mg KOH/gramo de muestra</p>

Anexo 8

Constancia de similitud emitida por vicerrectorado de investigación