

# EXTRACCIÓN DE ACEITE DE AGUACATE (HASS) POR TÉCNICAS ARTESANALES Y SU EVALUACIÓN POR MÉTODOS FISICOQUÍMICOS Y ESPECTROSCÓPICOS

## EXTRACTION OF AVOCADO (HASS) OIL USING TRADITIONAL METHODS AND ITS EVALUATION THROUGH PHYSICOCHEMICAL AND SPECTROSCOPIC TECHNIQUES

Luna-Juárez G.<sup>1</sup>, Barcena-Vicuña, G. G.<sup>2</sup>, Palillero-Cisneros Á.<sup>3</sup>, Ramírez-Hernández J.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Estudiante del Programa de Maestría en Ingeniería, Instituto Tecnológico Superior de Atlixco.  
C. Heliotropo 1201, Vista Hermosa, 74210 Atlixco, Pue. Teléfono: (244) 44 62212,

<sup>2</sup>Profesor de Tiempo Completo, Ingeniería Bioquímica, Instituto Tecnológico Superior de  
Atlixco.

<sup>3</sup>Profesor Investigador Facultad de Ciencias Químicas, Benemérita Universidad Autónoma de  
Puebla.

\*Autor de correspondencia: [lunagab2702@gmail.com](mailto:lunagab2702@gmail.com)

**Recibido:** 01/abril/2025

**Aceptado:** 01/julio/2025

### RESUMEN

Puebla ocupa el séptimo lugar en producción de aguacate, y Atlixco es uno de los principales productores. Sin embargo, para detonar el desarrollo del sector agroindustrial del municipio se requiere diversificar las alternativas de consumo. En este contexto, el aceite de aguacate es una opción viable, sin embargo, debido a que las técnicas de extracción precisan equipo especializado, se requiere evaluar técnicas sencillas para disminuir los costos de producción. El objetivo de este trabajo fue comparar la calidad del aceite de aguacate (*Persea americana* var. Hass) obtenido mediante dos métodos térmicos de extracción: secado solar y en estufa. El aceite se extrajo en el Laboratorio de Bioquímica del Instituto Tecnológico Superior de Atlixco, y los análisis fisicoquímicos y espectroscópicos en la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Se evaluó,

rendimiento, pH, densidad, índice de refracción, y se aplicaron técnicas como cromatografía, resonancia magnética nuclear, espectrometría de masas y UV-Vis, para la determinación cuantitativa de la composición química. Se observó que el método de estufa generó mayor rendimiento (180 ml/kg de aguacate), mejor estabilidad térmica y mayor concentración de compuestos bioactivos y ácidos grasos insaturados. Los parámetros fisicoquímicos se encuentran dentro de los rangos normativos y no se identificaron signos de rancidez. La cromatografía confirmó la presencia de compuestos no polares, y los espectros mostraron estabilidad en la composición química del aceite. Se concluye que ambos métodos son viables para la producción artesanal de aceite, siendo el método de estufa más eficiente en términos de conservación de la calidad nutricional.

**Palabras clave:** *Calidad del aceite, Métodos espectroscópicos, Parámetros de calidad.*

## ABSTRACT

Puebla ranks seventh in avocado production, and Atlixco is one of the leading producers. However, value added to this fruit's production and market diversification is necessary to boost the agroindustrial sector's development in the municipality. Avocado oil is a viable option, but simple extraction techniques that do not require sophisticated equipment need to be evaluated. This study aimed to compare the quality of avocado oil (*Persea americana* var. Hass) obtained through two traditional methods: solar and oven drying. The oil was extracted in the biochemistry laboratory of the Instituto Tecnológico Superior de Atlixco, and physicochemical and spectroscopic analyses were conducted at the Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Yield, pH, density, and refractive index were evaluated, along with techniques such as chromatography, mass spectrometry, UV-Vis spectroscopy, and nuclear magnetic resonance (NMR). The results revealed that the oven-drying method produced a higher yield (90 mL vs. 45 mL), better thermal stability, and a greater concentration of bioactive compounds like unsaturated fatty acids. The physicochemical parameters fell within the standard ranges, with no signs of rancidity detected. Chromatography confirmed the presence of nonpolar compounds, and spectroscopic analysis revealed compositional stability across extraction dates.

**Keywords:** *Oil quality, Spectroscopic methods, Quality parameters.*

## INTRODUCCIÓN

En 2022, Puebla ocupó el séptimo puesto a nivel nacional en producción de aguacate, con una cosecha de 16.293 toneladas. Según el Censo Agropecuario de ese mismo año (INEGI, 2023), la superficie cultivada dedicada al aguacate en Puebla ascendía a 22,830 hectáreas, distribuidas en 3,828 unidades de producción. La producción de aguacate se destina principalmente al mercado local y a la exportación, tanto a nivel nacional como internacional (Gobierno de México, 2027). Su uso principal es en la cocina mexicana, aunque también se emplea para la producción de aceite, muy valorado por sus propiedades terapéuticas y su uso en la elaboración de mascarillas capilares (Gobierno de México, 2016).

El aceite de aguacate (*Persea americana* Mill. var. Hass) es un producto vegetal de creciente interés debido a su contenido de ácidos grasos insaturados, antioxidantes naturales y compuestos bioactivos que aportan beneficios funcionales y nutricionales (Dreher y Davenport, 2013; Krumreich et al., 2018). Su uso se ha extendido a las industrias alimentaria, cosmética y farmacéutica, impulsado por la demanda de ingredientes saludables y de origen natural (Flores et al., 2019; Ortiz-Avila et al., 2017).

La calidad del aceite de aguacate puede verse afectada por el método de extracción y las condiciones de secado de la pulpa, lo cual influye directamente en su rendimiento y estabilidad oxidativa (Berasategi et al., 2012; Kumar et al., 2021). Uno de los métodos más comunes para la extracción de aceite es el prensado en frío, si bien posteriormente surgió el método de extracción con disolventes. Este último, según diversos estudios, presenta la desventaja de generar ácidos grasos trans (Alberto, 2011). Hasta la fecha no se han descrito métodos térmicos para la extracción de aceite de aguacate, dado que las altas temperaturas podrían afectar negativamente al sabor y a las propiedades nutricionales del aceite (Serpa et al., 2014). Por ello, la elección del método de extracción depende de factores como la escala de producción, la calidad deseada del aceite y la disponibilidad de equipamiento (Qin y Zhong, 2016). Los métodos artesanales de extracción, como el secado al sol y el secado en estufa, son alternativas económicamente viables para comunidades rurales, aunque con diferencias en eficiencia y calidad del producto final (García et al., 2020).

El rendimiento del aceite de aguacate varía en función del método de extracción empleado. Tanto el prensado en frío como la extracción con disolventes presentan rendimientos diferenciados. Otros factores determinantes incluyen la variedad del aguacate y su grado de madurez (Costagli Betti, 2015). Mediante prensado en frío se han obtenido rendimientos que oscilan entre 12,5 y 16,52 litros por cada 100 kg de fruto. En cambio, con disolventes como el hexano o el éter de petróleo se alcanzan valores superiores, hasta 18,5 litros por cada 100 kg (Jiménez et al., 2001). Asimismo, la extracción con fluidos supercríticos ha demostrado una eficacia notable, con rendimientos de hasta 18,9% superiores a los métodos convencionales— (Flores et al., 2019). En este contexto, el presente estudio tiene como objetivo evaluar comparativamente el aceite de aguacate obtenido por ambos métodos artesanales, utilizando parámetros fisicoquímicos y técnicas espectroscópicas para determinar su calidad, estabilidad y potencial uso comercial.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

Se evaluaron dos métodos de extracción térmica de aceite de aguacate, mediante la variación de la transferencia de calor, convección (tratamiento 1) y radiación (tratamiento 2). Al aceite obtenido se le realizaron tres determinaciones fisicoquímicas. El perfil de ácidos grasos y la determinación cualitativa de algunos compuestos antioxidantes, fue evaluado mediante: cromatografía de capa fina, espectrometría de masas, espectrometría UV vis y resonancia magnética nuclear (RMN). En la figura 1 se observa el diagrama de flujo de las etapas en que se desarrolló este trabajo.

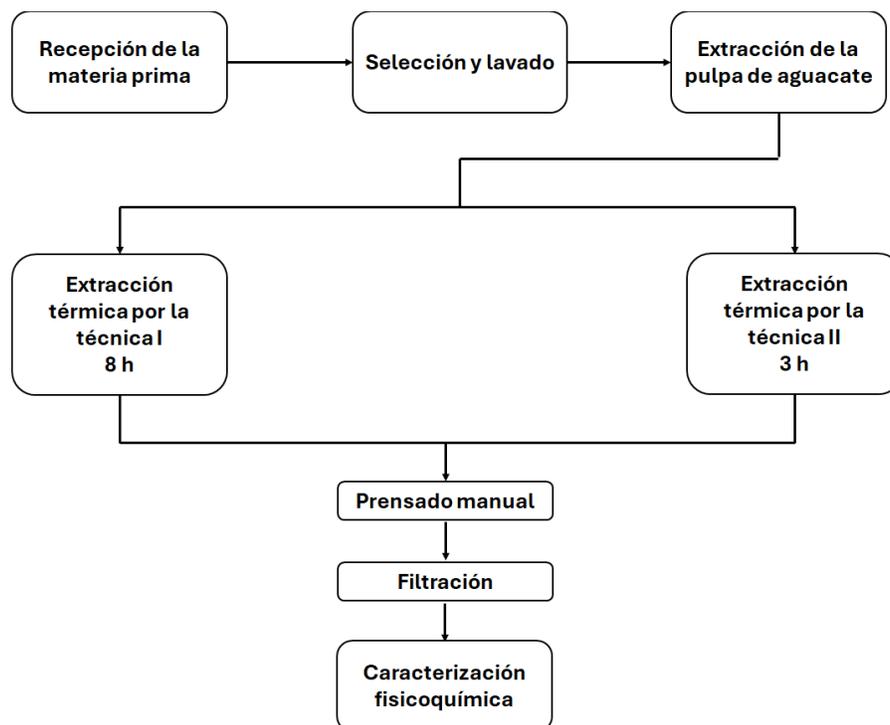
### **Materia prima**

El aguacate de la variedad *Persea americana* Mill que se utilizó para este trabajo fue suministrado por productores de la comunidad de Tetela del Volcán, una comunidad ubicada en el noroeste de Morelos.

### **Extracción de aceite**

En la extracción de aceite por la técnica de convección marca® Memmert (modelo UN110) a 60 C durante 3 h, seguido de prensado con manta para extraer el aceite. En la técnica de extracción por radiación, la pulpa se secó al sol durante 24 h, a una temperatura de 32 °C y luego se prensó con manta para obtener el aceite.

Figura 1. Diagrama de flujo de la extracción de aceite de aguacate por estufa y sol.



Fuente: elaboración propia.

## Equipos

Para la caracterización fisicoquímica del aceite se utilizaron los siguientes equipos: para la determinación de pH se empleó un pH-metro digital HANNA HI 2211 (electrodo de doble unión), calibrado con buffers certificados (pH 4.0, 7.0, 10.0); para la determinación de la densidad se utilizó una probeta volumétrica y una balanza analítica OHAUS Adventurer, y el índice de refracción se determinó con un refractómetro Abbe marca Atago (modelo DR- A1) a 25 °C.

Para el análisis cromatográfico se emplearon cuatro técnicas instrumentales: la primera de ellas fue cromatografía en capa fina. Para la identificación de ácidos grasos y compuestos antioxidantes se empleó un espectrómetro de masas de la firma JEOL HRM SATTION jhrms-700 marca CEM Discover, y espectrofotómetro UV-Vis marca Shimadzu (modelo UV-1800) con cubeta de cuarzo de 1 cm de paso óptico. Para el análisis por RMN se utilizó un equipo Bruker: Avance III HD: Alta resolución, campos de 500 MHz a 1.2 GHz (ultra alto campo).

## **Análisis instrumental**

### Cromatografía en capa fina

Para la caracterización del aceite por cromatografía en capa fina, se utilizó como fase estacionaria una placa de gel de sílice Merck 60 F254, como fase móvil una mezcla de hexano/acetato de etilo en una proporción porcentual (95:5) v/v, y como reveladores se utilizó lámpara de luz ultravioleta a longitud de onda corta y solución de permanganato de potasio.

### Espectrometría UV-Vis

Se colocaron 3 mL en una celda de cuarzo a una concentración de 0.25 M en hexano y cloroformo. Se calibró con el disolvente adecuado con el que se va a medir según cada muestra a analizar la absorbancia del aceite, en el rango de 200-800 nm para evaluar la calidad de ácidos grasos.

### Resonancia Magnética Nuclear

Se tomó una alícuota de 0.01 g de aceite de aguacate de cada técnica de extracción, y se diluyó en 0.4 mL de cloroformo deuterado ( $\text{CDCl}_3$ ) en tubos para RMN analizando su calidad y rancidez.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **Rendimiento**

Se obtuvieron 500 g de pulpa por cada kg de aguacate, el rendimiento del aceite fue de 180 mL/kg de aguacate por el tratamiento 1, y 90 mL/kg para el tratamiento 2. El tratamiento 2, aunque menos eficiente en términos de rendimiento y conservación de compuestos bioactivos, representa una alternativa sostenible y de bajo costo, especialmente útil en regiones con limitaciones de infraestructura. Sin embargo, la exposición prolongada a la luz solar podría favorecer la degradación de compuestos sensibles a la radiación UV.

### **pH**

En el cuadro 1 se observan los parámetros fisicoquímicos del aceite obtenido por cada tratamiento. Si bien el pH no es un parámetro intrínseco de los aceites puros, los resultados que se presentan

podrían asociarse a humedad o impurezas, lo cual podría generar una micro-fase acuosa, permitiendo la medición indirecta del pH. El pH ligeramente ácido ( $\approx 6.3-6.6$ ) sugiere una leve acidez, posiblemente por degradación hidrolítica de triglicéridos en ácidos grasos libres.

Con relación al tratamiento 2, la exposición prolongada a radiación UV y calor ambiental acelera reacciones de oxidación/hidrólisis, liberando más ácidos grasos libres (Saucedo et al., 2020) y reduciendo el pH, en comparación con el tratamiento 1, el control térmico minimiza la degradación, preservando la calidad del aceite.

### Índice de refracción

Es una propiedad física importante que se utiliza para identificar y caracterizar aceites, así como para determinar su pureza y concentración de componentes principales. Respecto a este parámetro, medido en el aceite de aguacate, extraído por ambos tratamientos, no se observaron diferencias considerables. Lo cual indica que, la composición química del aceite obtenido es similar por ambos métodos.

**Cuadro 1.** Parámetros fisicoquímicos de los aceites extraídos por los dos tratamientos del estudio.

Parámetro	Tratamiento 1	Tratamiento 2	Método	Límites permisibles
pH	6.6	6.3	Electrodos de pH	No aplica (aceites puros no tienen pH definido)
Densidad	0.917 g/cm <sup>3</sup>	0.910 g/cm <sup>3</sup>	CODEX STAN 19-1981, FAO/OMS	0.908–0.925 g/cm <sup>3</sup> (FAO/OMS para aceite de aguacate)
Índice de refracción	1.46	1.46	ISO 2800 AOAC921.08	1.460–1.470 (25°C, CODEX para aceites vegetales)

**Fuente:** elaboración propia.

### Perfil de ácidos grasos

Los resultados del análisis por espectrometría de masas permitieron la caracterización del perfil de ácidos grasos, los cuales fueron identificados a través de la relación entre la masa y la carga de un ion característico para cada componente. Los ácidos que se detectaron fueron: valerico (95 m/z), ácido caproico (121 m/z), ácido cáprico (171 m/z), ácido caproleico (171 m/z), ácido miristoleico (239 m/z), ácido oleico (265 m/z), ácido araquidónico (313 m/z), ácido docosahexaenoico (339 m/z), ácido cerótico (393 m/z) y ácido montánico (449 m/z). Esta composición fue similar para el aceite extraído por ambos tratamientos. Esto demuestra que el perfil lipídico del aceite de aguacate

Hass se mantiene constante y contiene una combinación de ácidos grasos saturados, monoinsaturados y poliinsaturados, siendo el ácido oleico (C18:1) uno de los predominantes. Lo anterior contribuye al valor nutricional y funcional del aceite.

Con relación al análisis por espectrometría UV Vis, si bien los ácidos grasos no absorben considerablemente la luz visible ni ultravioleta. Los aceites analizados por esta técnica mostraron bandas de absorción hacia longitudes entre un rango de 205 nm. Cabe señalar que, de acuerdo con Sanito et al., (2023) se ha identificado la absorción alrededor de 232 nm y 270 nm, lo cual puede indicar la presencia de dienos y trienos conjugados, respectivamente. Por otra parte, la intensidad de esta absorción varía en función de la longitud de la cadena del ácido graso y el grado de insaturación.

A través del análisis por RMN, se observa que, en el espectro de hidrógeno se observa la presencia de mismos ácidos grasos, esteroides y algunos adulterantes identificados mediante perfiles espectrales. No se observó rancidez, por lo que se deduce que, se obtuvo aceite de calidad aceptable por ambos métodos de extracción.

## CONCLUSIONES

Este estudio demostró que el aceite de aguacate Hass obtenido mediante métodos artesanales presenta características fisicoquímicas y espectroscópicas adecuadas para su uso alimentario e industrial. El método de secado en estufa (60°C, 3 h) mostró un mayor rendimiento (180 mL/kg) frente al secado solar (90 mL/kg), destacando su eficiencia en la extracción. Los análisis revelaron parámetros dentro de los estándares de calidad: densidad (0.910-0.917 g/cm<sup>3</sup>), índice de refracción (1.46) y pH ligeramente ácido (~6.3-6.6), confirmando la estabilidad del producto. Mediante espectrometría de masas se identificaron 10 compuestos bioactivos, entre ellos ácidos grasos insaturados como el oleico (265 m/z) y antioxidantes como el miristoleico (239 m/z), con mayor concentración en el aceite de estufa. Estos resultados validan la viabilidad de ambas técnicas para producción a pequeña escala, siendo el método de estufa más eficiente en calidad nutricional. El trabajo contribuye al desarrollo de alternativas sostenibles para comunidades rurales, proporcionando bases técnicas para futuras investigaciones sobre optimización de procesos y aplicaciones industriales del aceite de aguacate.

## REFERENCIAS

- Agricultural and Fisheries Information Service. (2023). Statistical Yearbook of Agricultural Production.
- Alberto, J., Ortega, A., Valdez, L., Huerta, C., Elena, M., Cassellis, R., & Zavala, M. (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.
- Berasategi, I., Barriuso, B., Ansorena, D., & Astiasarán, I. (2012). Stability of avocado oil during heating: Comparative study to olive oil. *Food Chemistry*, 132(1), 439–446. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.11.018>
- Bondioli, P., Mariani, C., Lanzani, A., Fedeli, E., & Mossa, A. (1992). Lampante olive oil refining with supercritical carbon dioxide. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 69(5), 477–480. <https://doi.org/10.1007/BF02636110>
- Costagli, G., & Betti, M. (2015). Avocado oil extraction processes: method for cold-pressed high-quality edible oil production versus traditional production. *Journal of agricultural engineering*, 46(3), 115–122.
- Dong, L., Wei, Q., Jiao, F., & Qin, W. (2021). Utilization of polyepoxysuccinic acid as the green selective depressant for the clean flotation of phosphate ores. *Journal of Cleaner Production*, 282(124532), 124532. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.124532>
- Dreher, M. L., & Davenport, A. J. (2013). Composición del aguacate Hass y posibles efectos sobre la salud. *Revisiones críticas en ciencia de los alimentos y nutrición. Crit Rev Food Sci Nutr. Mayo de 2013; 53 (7): 738, 750.*
- Dreher, M. L., & Davenport, A. J. (2013). Hass avocado composition and potential health effects. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 53(7), 738–750.
- Flores, M., Saravia, C., Vergara, C. E., Avila, F., Valdés, H., & Ortiz-Viedma, J. (2019). Avocado oil: Characteristics, properties, and applications. *Molecules*, 24(11), 2172.
- Flores, M., Saravia, C., Vergara, C. E., Avila, F., Valdés, H., & Ortiz-Viedma, J. (2019). Avocado oil: Characteristics, properties, and applications. *Molecules*, 24(11), 2172.
- Flores, M., Saravia, C., Vergara, C. E., Ávila, F., Valdés, H., & Ortiz-Viedma, J. (2019). Aceite de aguacate: características, propiedades y aplicaciones. *Moléculas*, 24(11), 2172.

<https://doi.org/10.3390/molecules24112172>

Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2021). Avocado in Mexico: Production, trade, and postharvest losses.

García, A., López, R., & Martínez, J. (2020). Community-based extraction of avocado oil: A case study in Michoacán, Mexico. *Journal of Rural Studies*, 75, 123–130.

Gobierno de México (2017). Puebla con potencial para alcanzar mejor nivel de producción de aguacate. Gobierno de México. <https://www.gob.mx/agricultura%7Cpuebla/articulos/puebla-con-potencial-para-alcanzar-mejor-nivel-de-produccion-de-aguacate#:~:text=Es%20as%C3%AD%20que%20gracias%20a,as%C3%AD%20como%20del%20mercado%20internacional>

Gobierno de México (2016). El aguacate ayuda a tu salud y a prevenir padecimientos. Gobierno de México. <https://www.gob.mx/salud/articulos/conoce-los-beneficios-del-aguacate#:~:text=Entre%20sus%20beneficios%20encuentras:&text=Mejora%20la%20digesti%C3%B3n,los%20ojos%2C%20como%20las%20cataratas>.

Gómez-López, P. (2022). Economic analysis of small-scale avocado oil production. *Revista Mexicana de Ingeniería Química*, 21(3), 45–60.

Government of the State of Puebla. (2020). Diagnosis of avocado production in Atlixco.

Gutfinger, T. (1981). Polyphenols in olive oils. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 58(11), 966–968. <https://doi.org/10.1007/BF02659771>

Herrera-González, Juan Antonio, Bautista-Baños, Silvia, Salazar-García, Samuel, & Gutiérrez-Martínez, Porfirio. (2020). Current situation of postharvest handling and fungal diseases of avocado ‘Hass’ for export in Michoacán, Mexico. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 11(7), 1647-1660. Epub 29 de noviembre de 2021. <https://doi.org/10.29312/remexca.v11i7.2402>

Instituto Nacional de Geografía y Estadística (2023). Resultados definitivos del censo agropecuario 2022 en el estado de Puebla. INEGI. [https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2023/CA\\_Def/CA\\_Def2022\\_Pue.pdf](https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2023/CA_Def/CA_Def2022_Pue.pdf)

Jiménez, M. E., Aguilar, M., Zambrano, M., & Kolar, E. (2001). Propiedades físicas y químicas del aceite de aguacate obtenido de puré deshidratado por microondas. *Revista de la Sociedad Química de México*, 45(2), 89-92.

Krumreich, F. D., Borges, C. D., Mendonça, C. R. B., Jansen-Alves, C., & Zambiazzi, R. C. (2018).

Bioactive compounds and quality parameters of avocado oil obtained by different processes. *Food Chemistry*, 257, 376–381. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.03.048>

Kumar, S., Singh, P., & Yadav, A. (2021). Solar energy applications in oil extraction: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 137, 110456.

Ministry of Agriculture and Rural Development. (2022). Challenges in the avocado production chain in Mexico.

Ortiz-Avila, O., Esquivel-Martínez, M., Olmos-Orizaba, B. E., Saavedra-Molina, A., Rodríguez-Orozco, A. R., & Cortés-Rojo, C. (2017). Avocado oil improves mitochondrial function and decreases oxidative stress in brain of diabetic rats. *Journal of Diabetes Research*, 2017, 1–11. <https://doi.org/10.1155/2017/9048342>

Qin, X., & Zhong, J. (2016). A review of extraction techniques for avocado oil. *Journal of Oleo Science*, 65(11), 881-888.

Restrepo Duque, A. M., Londoño-Londoño, J., Dubán González, Á., Benavides Paz, Y., & Cardona Salazar, B. L. (2012). Comparación del aceite de aguacate variedad Hass cultivado en Colombia, obtenido por fluidos supercríticos y métodos convencionales: una perspectiva desde la calidad. *Revista Lasallista de investigación*, 9(2), 151-161.

Saito, S., Numadate, N., Teraoka, H., Enami, S., Kobayashi, H., & Hama, T. (2023). Impurity contribution to ultraviolet absorption of saturated fatty acids. *Science Advances*, 9(38), eadj6438.

Saucedo, G. M. G., Vallejo, R. S., & Giménez, J. C. M. (2020, June). Efectos de la radiación solar y actualización en fotoprotección. In *Anales de Pediatría* (Vol. 92, No. 6, pp. 377-e1). Elsevier Doyma.

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*, 8(2):113-123

Werman, M. J., & Neeman, I. (1987). Avocado oil production and chemical characteristics. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 64(2), 229–232. <https://doi.org/10.1007/BF02546204>