



Rivar
REVISTA IBEROAMERICANA DE
VITICULTURA, AGROINDUSTRIA
Y RURALIDAD

Editada por el Instituto
de Estudios Avanzados de la
Universidad de Santiago de Chile

CARACTERIZACIÓN FÍSICA, QUÍMICA Y MICROBIOLÓGICA DE *PERSEA AMERICANA* MILL. CV. HASS DEL MUNICIPIO ANOLAIMA, COLOMBIA

↙ *Physical, Chemical, and Microbiological
Characterization of Persea americana
Mill. cv. Hass from Anolaima
Municipality, Colombia*

*Caracterização física, química e
microbiológica de Persea americana
Mill. cv. Hass do município de
Anolaima, Colômbia*

Jhoana Colina-Moncayo

Fundación Universitaria Agraria de Colombia
Cundinamarca, Colombia
<https://orcid.org/0000-0002-5047-3290>
colina.jhoana@uniagraria.edu.co

Ángela Farías-Campomanes

Fundación Universitaria Agraria de Colombia
Cundinamarca, Colombia
<https://orcid.org/0000-0003-2002-9786>
farias.angela@uniagraria.edu.co

Karen Malagón-Alvira

Fundación Universitaria Agraria de Colombia
Cundinamarca, Colombia
<https://orcid.org/0000-0002-6534-4344>
malagon.karen3@uniagraria.edu.co

Camila Bernal-Castro

Fundación Universitaria Agraria de Colombia
Cundinamarca, Colombia
<https://orcid.org/0000-0002-2938-8868>
bernal.camila@uniagraria.edu.co

Vol. 12, N° 35, 1-15, abril de 2025

ISSN 0719-4994

Artículo de investigación

<https://doi.org/10.35588/vabn3g40>

Recibido

12 de diciembre de 2023

Aceptado

19 de enero de 2024

Publicado

4 de abril 2024

Cómo citar

Malagón-Alvira, K., Colina-Moncayo, J., Campomanes-Farías, A. y Bernal-Castro, C. (2025). Caracterización física, química y microbiológica de *Persea americana* Mill. cv. Hass del municipio Anolaima, Colombia. *RIVAR*, 12(35), 1-15.
<https://doi.org/10.35588/vabn3g40>

ABSTRACT

The research focused on the physical, chemical, and microbiological characterization of Hass avocado (*Persea americana* Mill. cv. Hass) from Anolaima using standard methods to obtain detailed information about its properties and quality. The physical results indicate that the fruits have a caliber of 20, physical dimensions, and volume suitable for export according to Colombian regulations. The pulp content (65%), seed (18%), and peel (16%), as well as physicochemical properties (pH 6.39 ± 0.08 and soluble solids 38.00 ± 4.00 °Brix) and proximal composition (Dry matter $26.056 \pm 2.739\%$, moisture $73.944 \pm 2.739\%$, fat $16.428 \pm 1.674\%$, carbohydrates 7.857% , protein $0.3 \pm 0.0\%$, ashes $1.339 \pm 0.148\%$) similar to the literature, support its quality. However, microbiological evaluation revealed deterioration in the peel and pulp with preservatives-frozen according to Colombian standards, showing the growth of molds and yeasts, highlighting the association of these microorganisms with fruit deterioration. The characterization suggests its suitability for consumption and trade but emphasizes the importance of managing microbiology in the production and marketing chain. These data inform the industry, producers, and consumers about the quality and safety of *Persea americana* Mill. cv. Hass, pointing out the potential interest of different industries in the use of waste (peel and seed).

KEYWORDS

Agroindustria, *Persea americana* Mill. cv. Hass, análisis cuantitativo.

RESUMEN

La investigación se centró en la caracterización física, química y microbiológica del aguacate Hass (*Persea americana* Mill. cv. Hass) de Anolaima utilizando métodos estándares con el fin de obtener información detallada sobre sus propiedades y calidad. Los resultados físicos indican que los frutos poseen un calibre de 20, dimensiones físicas y volumen adecuados para la exportación según la normativa colombiana. El contenido de pulpa (65%), semilla (18%) y cáscara (16%), así como las propiedades fisicoquímicas (pH $6,39 \pm 0,08$ y sólidos solubles $38,00 \pm 4,00$ °Brix) y el proximal (Materia seca $26,056 \pm 2,739\%$, humedad $73,944 \pm 2,739\%$, grasa $16,428 \pm 1,674\%$, carbohidratos $7,857\%$, proteína $0,3 \pm 0,0\%$, cenizas $1,339 \pm 0,148\%$) similares a la literatura, respaldan su calidad. Sin embargo, en la evaluación microbiológica se observó deterioro en la cáscara y pulpa con conservantes-congelada según la norma en Colombia, mostrando crecimiento de mohos y levaduras, resaltando la asociación de estos microorganismos con el deterioro del fruto. La caracterización sugiere su idoneidad para el consumo y comercio, pero destaca la importancia de gestionar la microbiología en la cadena de producción y comercialización. Estos datos informan a la industria, productores y consumidores sobre la calidad e inocuidad de *Persea americana* Mill. cv. Hass, señalando el posible interés de diferentes industrias en el uso de los residuos (cáscara y semilla).

PALABRAS CLAVE

Agroindustria, *Persea americana* Mill. cv. Hass, análisis cuantitativo.

RESUMO

A pesquisa centrou-se na caracterização física, química e microbiológica do abacate Hass (*Persea americana* Mill. cv. Hass) de Anolaima, utilizando métodos padronizados com o objetivo de obter informações detalhadas sobre suas propriedades e qualidade. Os resultados físicos indicam que os frutos possuem um calibre de 20, dimensões físicas e volume adequados para a exportação de acordo com a regulamentação colombiana. O teor de polpa (65%), semente (18%) e casca ou pele (16%), assim como as propriedades físico-químicas (pH $6,39 \pm 0,08$ e sólidos solúveis $38,00 \pm 4,00$ °Brix) e características proximais (Matéria seca $26,056 \pm 2,739\%$, umidade $73,944 \pm 2,739\%$, gordura $16,428 \pm 1,674\%$, carboidratos $7,857\%$, proteína $0,3 \pm 0,0\%$, cinzas $1,339 \pm 0,148\%$) em conformidade com a literatura, garantem a qualidade do abacate. No entanto, na avaliação microbiológica, observou-se deterioração na casca e na polpa com conservantes-congelados, conforme a norma colombiana, mostrando crescimento de mofo e leveduras, destacando a relação dos microrganismos com o deterioro do abacate Hass. A caracterização sugere a aptidão do fruto para consumo e comercialização, mas destaca-se a importância do gerenciamento da microbiologia na cadeia de produção e comercialização. Os resultados informam à indústria, os produtores e os consumidores sobre a qualidade e segurança do *Persea americana* Mill. cv. Hass, indicando o possível interesse de diferentes setores na utilização dos resíduos (casca e semente).

PALAVRAS-CHAVE

Agroindústria, *Persea americana* Mill. cv. Hass, análise quantitativa.

Introducción

El aguacate (*Persea americana* Mill.) es una planta dicotiledónea de la familia Lauraceae. Crece en climas tropicales o subtropicales, los principales países productores son México, Colombia, Perú, Indonesia y República Dominicana (FAOSTAT, 2023). Acorde con Tesfaye et al. (2022), la producción global de *Persea americana* Mill. alcanza aproximadamente 4 millones de toneladas métricas por año, la cual ha aumentado un 52% a nivel mundial desde 1999, debido a su alto valor nutritivo, a sus propiedades organolépticas y beneficios a la salud (García-Vargas et al., 2020). A nivel nutricional, los *Persea americana* Mill. son fuentes de vitaminas, fibra, minerales, fitoquímicos y grasas saludables, principalmente ácidos grasos (Ferreira y Santos, 2022). Su composición de macronutrientes y producción de metabolitos secundarios son variables y dependen de factores como el clima, el suelo, la humedad, la cantidad de lluvia durante el desarrollo del fruto, así como diferencias genotípicas entre variedades (Astudillo-Ordoñez y Rodríguez, 2018; Pedreschi et al., 2019). Los frutos de *Persea americana* Mill. cv. Hass son de forma ovoide a piriforme, de corteza dura, con color verde opaco hasta marrón o negro cuando está maduro y el peso por fruto oscila entre 150 a 400g (Cowan y Wolstenholme, 2016).

En 2021, Colombia produjo 155.310 toneladas de *Persea americana* Mill. cv. Hass en un área sembrada de 26.427 hectáreas. Este cultivo ha aumentado impulsado por las exportaciones a los Estados Unidos y Europa, principalmente a los Países Bajos, el Reino Unido y España. Según la Asociación Nacional de Comercio Exterior (Analdex, 2022), en 2022 se exportaron 75.900 toneladas de esta fruta. Antioquia se ubica como el principal departamento de origen de las exportaciones de *Persea americana* Mill. cv. Hass al registrar una participación de 48,4% sobre el total de las ventas al exterior. En segundo lugar, se encuentra Risaralda (25,1%) y otros departamentos como Caldas (9,3%), Valle del Cauca (7,6%) y Cundinamarca (3,7%).

Una de las áreas con mayor variedad en producción de frutos en el país, es el municipio de Anolaima-Cundinamarca, considerada la capital frutera de Colombia (Alcaldía Municipal de Anolaima, 2023). *Persea americana* Mill. cv. Hass es uno de los productos de mayor producción, que presenta pérdidas cercanas al 10% del producto cosechado, unas 55 toneladas anuales, de acuerdo con la Asociación de Productores de Aguacate y otros Frutales de Anolaima (APROAFA) un 75% de estas pérdidas podrían ser aprovechables.

Persea americana Mill. cv. Hass después de la cosecha presenta un período de maduración, en el que la fruta puede sufrir daños mecánicos y fúngicos, daños por frío, maduración desigual y pérdida de firmeza, lo que reduce la vida útil del fruto fresco (García-Vargas et al., 2020). Las principales causas de deterioro identificadas por la asociación son la rápida maduración de los frutos y un manejo inadecuado durante la producción y distribución, lo que puede generar la contaminación de *Persea americana* Mill. cv. Hass frescos enteros y productos de este con patógenos y microorganismos alterantes, esto ha generado preocupación sobre su inocuidad. Por ejemplo, se han generado alertas de importación de productos de *Persea americana* Mill. cv. Hass por contaminación con *Listeria monocytogenes*, lo que provoca importantes pérdidas económicas (Cabrera-Díaz et al., 2022).

En Colombia, el valor comercial de *Persea americana* Mill. cv. Hass depende de sus características como la rugosidad de su piel, tamaño, peso por unidad, tamaño de semilla, textura, calidad de la pulpa, entre otras; lo cual permite clasificarlo en calidad extra, primera y corriente (Icontec, 2018). Los estándares internacionales para la clasificación comercial de frutos de *Persea americana* Mill. cv. Hass para consumo fresco se basan principalmente en características cosméticas, como las características de la superficie (cáscara) (King-Loeza et al., 2023). La caracterización física y química de *Persea americana* Mill. cv. Hass producido en el municipio de Anolaima podría contribuir con la participación en nuevos mercados, ampliando las oportunidades de comercialización e incluso de exportación; dado que permite determinar por medio de métodos analíticos la humedad, cenizas y actividad de agua, parámetros relacionados con la estabilidad del alimento, así como el contenido de grasa y proteína de la pulpa de *Persea americana* Mill. cv. Hass, lo cual establece su valor nutricional. Adicionalmente, la evaluación microbiológica indica la posible contaminación con hongos y algunos microorganismos patógenos.

Por esta razón, el objetivo de esta investigación fue realizar la caracterización física, química y microbiológica del aguacate Hass (*Persea americana* Mill. cv. Hass) proveniente del municipio de Anolaima, con el fin de obtener información detallada sobre sus propiedades y calidad, lo cual puede contribuir al conocimiento científico y al desarrollo de estrategias para la mejora de la producción y comercialización de este cultivo.

Materiales y métodos

Materia prima

La experimentación se realizó en la Planta Piloto de Procesamiento de Alimentos de la Fundación Universitaria Agraria de Colombia, a una temperatura promedio de 18 °C. *Persea americana* Mill. cv. Hass fue cultivado en el Municipio de Anolaima, Cundinamarca, Colombia, ubicada a 1.657 m.s.n.mn y con una temperatura media de 20 °C. Las muestras analizadas se caracterizaron a nivel físico, luego fueron despulpados, separando la cáscara y semilla. La pulpa se transformó en puré y fue almacenada en congelación (-10 °C) hasta su análisis. Para el análisis microbiológico se utilizó pulpa fresca, sobre madurada y cáscara, además de pulpa de *Persea americana* Mill. cv. Hass con 0,01% de ácido ascórbico, 0,02% de ácido cítrico y 0,005% de bisulfito de sodio, congelada a -10 °C por un periodo de tiempo de 7 meses para verificar los efectos de los conservantes.

Caracterización física

Dimensiones físicas (diámetro ecuatorial y diámetro polar)

Se utilizó la metodología descrita por Rodríguez y Henao (2019), quienes definen el diámetro ecuatorial como la máxima longitud rectilínea que se puede obtener de un fruto medido de manera perpendicular a su eje peduncular y el diámetro polar como la máxima longitud rectilínea que se obtiene al medir desde el pedúnculo hasta el ápice del fruto. Las determinaciones se hicieron por triplicado.

Diámetro de semilla

El diámetro de la semilla de *Persea americana* Mill. cv. Hass se determinó por triplicado utilizando un pie de rey y expresado en cm.

Volumen y volumen estimado

El volumen de *Persea americana* Mill. cv. Hass se determinó a través del desplazamiento del volumen de agua al sumergir un fruto en esta. Esta determinación se realizó por triplicado.

También se cuantificó el volumen estimado según la metodología utilizada por Rodríguez y Henao (2019), siendo este la relación geométrica que se obtiene al asumir el fruto de *Persea americana* Mill. cv. Hass como un elipsoide estable. La relación se basa en la magnitud de sus diámetros ecuatorial y polar y se determina a través de la ecuación 1.

$$\text{Volumen estimado} = \frac{\pi}{6} \times abc \times 0,00093 \quad (1)$$

Donde a es el diámetro polar de *Persea americana* Mill. cv. Hass, b es el diámetro ecuatorial transversal, c es el diámetro longitudinal y 0,00093 es un parámetro de ajuste propuesto por Bayram et al. (2016) para la variedad Hass. Esta determinación se realizó por triplicado.

Determinación del contenido de pulpa, semilla y cáscara

Para este análisis se usó la metodología descrita en la norma END 094 (Icontec, 2018), la cual señala que el contenido de la pulpa de *Persea americana* Mill. cv. Hass se obtiene mediante la extracción manual de la pulpa, separándola de la cáscara y semilla. Posteriormente, se procede a determinar el peso de la pulpa, semilla y cáscara con respecto al peso total del fruto a través de las ecuaciones 2, 3 y 4. El resultado se expresa en porcentaje (%). Estas determinaciones se realizaron por triplicado.

$$\text{Contenido de pulpa} = \frac{P_{\text{pulpa}}}{P_{\text{fruto}}} \times 100 \quad (2)$$

$$\text{Contenido de semilla} = \frac{P_{\text{semilla}}}{P_{\text{fruto}}} \times 100 \quad (3)$$

$$\text{Contenido de cáscara} = \frac{P_{\text{cáscara}}}{P_{\text{fruto}}} \times 100 \quad (4)$$

Firmeza

La firmeza es la medida de la resistencia que ofrece el fruto a una fuerza de penetración expresada en kgf/cm² de acuerdo con la variedad y al estado de madurez. Para la determinación de la firmeza, se siguió el procedimiento reportado por la norma END 094 (Icontec, 2018), el cual consiste en el uso de un penetrómetro (diámetro de émbolo de 5mm) posicionado sobre la cáscara de *Persea americana* Mill. cv. Hass. Se tomaron lecturas de firmeza de tres posiciones diferentes: superior, lateral e inferior. Para dicho propósito se tomaron 3 muestras del fruto por triplicado.

Calibre

De acuerdo con la norma END 094 (Icontec, 2018), el calibre de *Persea americana* Mill. cv. Hass se puede determinar a través de rangos de tamaño según las medidas de peso de los frutos. Para el caso de este fruto se establecen grupos homogéneos de fruta de acuerdo con el peso con diferencias visuales entre los calibres. Para determinar el calibre del *Persea americana* Mill. cv. Hass, se tomaron tres unidades y se determinaron sus masas por triplicado.

Tabla 1. Código de clasificación de calibres para empaques de cajas
Table 1. Gauge classification code for case packaging

Código de calibre	Rango de peso (g)
10	364 a 462
12	300 a 371
14	258 a 313
16	227 a 274
18	203 a 243
20	184 a 217
22	165 a 196
24	151 a 175
26	144 a 157
28	134 a 147
30	123 a 137
32	80 a 123

Fuente/source: END 094 (Icontec, 2018).

Caracterización fisicoquímica

El pH y los sólidos solubles fueron determinados utilizando métodos estándares (AOAC International, 2012), a saber: potenciometría y refractometría, respectivamente. Estos análisis se realizaron por triplicado.

Análisis proximal

La composición proximal se determinó utilizando métodos estándares (AOAC International, 2012), a saber: la humedad en una estufa marca Labtech, a 103 °C; para la grasa cruda se usó un equipo Soxhlet, con tiempo de extracción con bencina de 4h; la concentración de N₂ por el método Kjeldhal, usando el factor 6,25 para la conversión del porcentaje de N₂ a proteínas; las cenizas por incineración de la muestra a una temperatura de 525 °C. Los carbohidratos se determinaron por diferencia. Estos análisis se realizaron por triplicado.

Caracterización microbiológica

Se analizó la calidad microbiológica de la pulpa fresca, sobre madurada y congelada, así como la de la cáscara, realizando pruebas de Coliformes totales (NTC 4458), *E. coli* (NTC

4458), mohos y levaduras (NTC 4132), aerobios mesófilos (NTC 4519), *Salmonella* (NTC 4574) y *Clostridium* sulfito reductores (NTC 4834) (Incotec, 2007a, 1997, 2013a, 2007c, 2013b, respectivamente). Los análisis se realizaron por duplicado.

Análisis estadístico

Los resultados se expresaron como la media y su desviación estándar.

Resultados y discusión

Caracterización física

Los resultados de la caracterización física de *Persea americana* Mill. cv. Hass proveniente del municipio de Anolaima son presentados en la Tabla 2.

Tabla 2. Parámetros físicos de *Persea americana* Mill. cv. Hass de Anolaima
Table 2. Physical parameters of Anolaima's *Persea americana* Mill. cv. Hass

Propiedad	Promedio
Diámetro ecuatorial (cm)	8,97 ± 0,42
Diámetro polar (cm)	6,05 ± 0,50
Diámetro semilla (cm)	3,63 ± 0,29
Volumen (mL)	232,00 ± 0,46
Volumen estimado (mL)	158,56 ± 2,02
Firmeza (kgf/cm ²)	1,77 ± 0,89
Peso del fruto (g)	197,67 ± 15,37

Fuente: elaboración propia. Source: own elaboration.

El peso del fruto Hass (Tabla 2) fue similar al reportado por Ramos-Aguilar et al. (2021) (208±10g). La norma colombiana END 094 (Icontec, 2018), determina que el calibre de *Persea americana* Mill. cv. Hass se puede determinar a través de rangos de tamaño según las medidas de peso de los frutos, para este caso el calibre fue de 20 (Tabla 1). A nivel comercial, internacionalmente pueden emplearse otros rangos, ya que los países de destino establecen sus calibres de acuerdo con sus preferencias, según el peso obtenido en esta investigación, el *Persea americana* Mill. cv. Hass de Anolaima en Japón sería calibre 30, en Estados Unidos 60 y en Canadá 22 (norma END 094 en Icontec, 2018). En general, existe una mayor preferencia por los *Persea americana* Mill. cv. Hass con un peso promedio entre 250 y 350 g, sin embargo, el mercado internacional puede solicitar frutos de 170 a 400 g (Espíndola-Barquera, 2019).

Las dimensiones físicas del fruto Hass (Tabla 2) fueron inversas a las reportadas por Ramos-Aguilar et al. (2021) (diámetro ecuatorial = 6,89cm y diámetro polar = 9,59±0,1cm) siendo este último más largo que ancho, mientras que Rodríguez y Henao (2019) obtuvieron valores similares a Ramos-Aguilar et al. (2021) (diámetro ecuatorial = 6,39± 0,17cm y diámetro polar = 8,35±0,30cm). El diámetro de la semilla fue de 3,63 ± 0,29cm. Con respecto al volumen, se observa una diferencia entre el volumen (232,00 ± 0,46mL) y el volumen estimado (158,56 ± 2,02mL), donde el volumen es mayor que este último, probablemente por-

que este se determina suponiendo que el *Persea americana* Mill. cv. Hass es un elipsoide. Rodríguez y Henao (2019) reportan un volumen estimado de $177,79 \pm 7,42$ mL para *Persea americana* Mill. cv. Hass del departamento de Antioquia, Colombia. El tamaño del fruto de *Persea americana* Mill. depende en gran medida del cultivar, sin embargo, intervienen otros factores, como los niveles endógenos de ácido giberélico y las condiciones ambientales (Pedreschi et al., 2019).

Persea americana Mill. cv. Hass mostró un valor de firmeza de $1,77 \pm 0,89$ kgf/cm², superior al rango establecido por la norma colombiana END 094 (0,90-1,51 kgf/cm²) para la madurez de consumo de este fruto (Icontec, 2018). La firmeza es un parámetro de calidad muy importante en este fruto y está muy influenciado por la composición y arquitectura de la pared celular. Durante el crecimiento, la pared celular protege y da forma al fruto, y luego durante la maduración su desmontaje tiene fuertes implicaciones en la percepción de la calidad y la vida útil (Pedreschi et al., 2019).

En la Tabla 3, se evidencia la proporción de la pulpa, semilla y cáscara que constituyen el *Persea americana* Mill. cv. Hass producido en Anolaima. Se evidencia que el fruto está principalmente compuesto por pulpa (65%), seguido de semilla (18%) y cáscara (16%). Esta composición es similar a la reportada por Contreras y Barajas (2021) para las variedades papelillo, criollo y choke: pulpa 50%, semilla 27,5% y cáscara 22%. Ramos-Aguilar et al. (2021) reportó $76,4 \pm 2,0$ % de pulpa en *Persea americana* Mill. cv. Hass. Sin embargo, es de notar que el *Persea americana* Mill. cv. Hass a pesar de presentar una masa menor ($197,67 \pm 15,37$ g) con respecto a las otras variedades (300g), la proporción de pulpa es 15% mayor.

Tabla 3. Contenido de pulpa, cáscara y semilla de *Persea americana* Mill. cv. Hass de Anolaima
Table 3. Pulp, peel and seed content of Anolaima's Persea americana Mill. cv. Hass

Propiedad	Promedio
Contenido de pulpa (%)	$65,33 \pm 2,48$
Contenido de cáscara (%)	$16,31 \pm 0,90$
Contenido de semilla (%)	$18,36 \pm 2,40$

Fuente: elaboración propia. Source: own elaboration.

Adicionalmente, de acuerdo con END 094 (Icontec, 2018), el fruto analizado se encuentra en el estado de madurez de consumo debido a que el contenido de pulpa supera el 58%. Los altos porcentajes que representan la semilla y la cáscara de *Persea americana* Mill. cv. Hass, así como su contenido de fitoquímicos, hacen de estos residuos una materia prima de interés para la industria alimentaria, cosmética y farmacéutica.

Caracterización fisicoquímica y análisis proximal de *Persea americana* Mill. cv. Hass de Anolaima

En la Tabla 4 se muestran los resultados de la caracterización fisicoquímica y el análisis proximal de la pulpa de *Persea americana* Mill. cv. Hass cultivado en el municipio de Anolaima, Cundinamarca, Colombia. Las variables fisicoquímicas, en términos de calidad, sirven como parámetros de inspección o como indicadores de calidad (Astudillo-Ordoñez y Rodríguez, 2018).

Tabla 4. Propiedades químicas y análisis proximal de la pulpa de *Persea americana* Mill. cv. Hass de Anolaima

Table 4. Chemical properties and proximal analysis of Anolaima's *Persea americana* Mill. cv. Hass pulp

Propiedad	Promedio
pH	6,39 ± 0,08
Sólidos solubles (°Brix)	38,00 ± 4,00
Materia seca (%)	26,056 ± 2,739
Humedad (%)	73,944 ± 2,739
Grasa (%)	16,428 ± 1,674
Carbohidratos (%)	7,857
Proteína (%)	0,3 ± 0,0
Cenizas (%)	1,339 ± 0,148

Fuente: elaboración propia. Source: own elaboration.

Persea americana Mill. cv. Hass presentó valores de pH típicos para este material, cercano a 6,40. Estos valores son similares a los reportado en la literatura por Rico-Londoño et al. (2021) (6,54±0,02), por Ramos-Aguilar et al. (2021) (6,61±0,02), y Astudillo-Ordoñez y Rodríguez (2018) (6,58-7,14). *Persea americana* Mill. se clasifica como una fruta no ácida y en comparación con otras frutas, contiene cantidades muy bajas de ácido cítrico y málico siendo el ácido tartárico el ácido orgánico predominante (Pedreschi et al., 2019).

De acuerdo con Ceballos y Montoya (2013), las variedades papelillo y booth en estado de consumo, presentan contenido de sólidos solubles de 35 y 20 °Brix, respectivamente, valores muy cercanos al encontrado para el *Persea americana* Mill. cv. Hass de Anolaima (38±4°Brix). Así mismo, se sabe que el grupo de las sustancias solubles más representativo en la pulpa de frutas con madurez de consumo son los carbohidratos, estos aportan textura y suavidad haciéndolas más palatables y digeribles. Sin embargo, es importante señalar que los valores de sólidos solubles van a depender de la localidad donde se sembró el fruto, las condiciones edafoclimáticas, y los manejos precosecha y postcosecha que se le den al fruto (Astudillo-Ordoñez y Rodríguez, 2018).

Persea americana Mill. cv. Hass analizado también se considera maduro de acuerdo con su contenido de materia seca (MS) en pulpa (26,1%), que se encuentra dentro del rango reportado para la pulpa (19,4-34,8 %) de los *Persea americana* Mill. cv. Hass maduros (Ramos-Aguilar et al., 2021), además, coincide con valores reportados en la literatura (23,43±0,18) (Rodríguez y Henao, 2019). A nivel internacional, el *Persea americana* Mill. cv. Hass debe tener un contenido de MS mayor o igual a 21% (Astudillo-Ordoñez y Rodríguez, 2018); en Colombia, los frutos se cosechan cuando alcanzan un porcentaje de MS igual o superior al 23% (norma END 094 en Icontec, 2018). Los valores de MS superiores a 21,5 % en pulpa indican que los frutos están maduros y tienen la capacidad de completar el proceso de maduración y desarrollar las características deseadas, mientras que los frutos con valores de MS inferiores a 21,5 % suelen presentar una maduración irregular, características no deseadas y una vida útil reducida (Ramos-Aguilar et al., 2021). Sin embargo, este parámetro puede verse afectado por la variedad, la localidad de producción, el manejo agronómico y el clima, entre otras condiciones (Astudillo-Ordoñez y Rodríguez, 2018).

Por otra parte, el *Persea americana* Mill. cv. Hass es conocido por su alto valor nutricional, su composición depende de la variedad, grado de maduración, clima, composición del suelo

y fertilizantes. Los resultados en esta investigación (Tabla 4) se ajustan a lo reportado en la literatura, donde se señala que la pulpa de *Persea americana* Mill. cv. Hass tiene un contenido de humedad que oscila entre el 67 y el 78%, lípidos entre el 12 y el 24%, carbohidratos entre el 0,8 y el 4,8%, proteínas entre el 1,0 y el 3,0%, y cenizas entre el 0,8 y el 1,5% (Araújo et al., 2018; Rodríguez y Henao, 2019; USDA, 2019). Uno de los factores más importantes que varían en el curso de la maduración de *Persea americana* Mill. es el contenido de aceite, utilizándose como indicador para determinar el estado de madurez de la fruta y su calidad en general (Ceballos y Montoya, 2013). El contenido de grasa indica que el *Persea americana* Mill. cv. Hass analizado se encontraba en estado de madurez de consumo porque mostró un valor mayor al 12% (norma END 094 en Icontec, 2018). Además, los *Persea americana* Mill. han ganado mucha atención debido a su rica composición lipídica, una característica que no suele estar presente en otras frutas, el 66,2 y el 71% de la grasa son ácidos grasos monoinsaturados (MUFA) que son considerados beneficiosos a la salud (Araújo et al., 2018).

Los carbohidratos constituyen con frecuencia el grupo más significativo de sólidos solubles en las frutas, representando aproximadamente entre el 2% y el 10% de su contenido total. En frutas maduras, se presentan en forma de azúcares simples de bajo peso molecular, mientras que en frutos inmaduros adoptan una forma de polímeros complejos de alto peso molecular (Ceballos y Montoya, 2013). En el *Persea americana* Mill. cv. Hass el sesenta por ciento del total de carbohidratos, está compuesto por azúcares C7 (manoheptulosa y perseitol) (Pedreschi et al., 2019). Por lo general, los niveles de proteína en las frutas son bajos (Ceballos y Montoya, 2013; Pedreschi et al., 2019). Las cenizas presentes en los frutos indican el contenido mineral, el cual es sintetizado por la planta durante su fase de desarrollo, manteniéndose constante en los frutos durante el proceso de maduración después de la cosecha (Ceballos y Montoya, 2013).

Caracterización microbiológica

En la Tabla 5 se muestran los resultados de la caracterización microbiológica de la pulpa fresca, sobre madurada y congelada, así como de la cáscara de *Persea americana* Mill. cv. Hass cultivado en el municipio de Anolaima.

Tabla 5. Caracterización microbiológica de la pulpa fresca, sobre madurada y congelada, y la cáscara de *Persea americana* Mill. cv. Hass cultivado en el municipio de Anolaima
Table 5. Microbiological characterization of fresh, overripe and frozen pulp, and *Persea americana* Mill. cv. Hass peel grown in the municipality of Anolaima

Análisis microbiológicos	Pulpa fresca	Pulpa sobre madurada	Pulpa congelada	Cáscara	Norma NTC 5468
Aerobios mesófilos (UFC/g)	8,5 est	-	-	1,0 x 10 ³	5x10 ³
Coliformes totales (NMP/g)	< 3	> 2.400	-	< 3	
Coliformes fecales (NMP/g)	< 3	460	-	< 3	
E. coli (UFC/g)	< 10 est	< 10 est	-	< 10 est	0
Clostridium sulfito reductores (UFC/g)	< 10 est	< 10 est	-	< 10 est	<10
Salmonella sp. en 25g	Ausente	Ausente	-	Ausente	Ausencia
Mohos y levaduras (UFC/g)	< 10 est	-	1,4x10 ⁸	6,3 x 10 ³	1x10 ³
Staphylococcus aureus (UFC/g)	< 10 est	< 10 est	-	< 10 est	

Donde "est" significa "estimado". Fuente: elaboración propia. Where "est" means "estimate".
Source: own elaboration.

Según la normativa colombiana NTC 5468 (Icontec, 2007b) la pulpa de *Persea americana* Mill. cv. Hass fresca cumple con los requisitos microbiológicos de aerobios mesófilos, coliformes, *Clostridium* sulfito reductores, mohos y levaduras y *Salmonella* sp. en 25 gramos. La pulpa sobre madurada cumple con el número de *Clostridium* y la no presencia de *Salmonella* sp. (Tabla 5) (norma NTC 5468 en Icontec, 2007b). Rico-Londoño et al. (2021) reportó recuentos de mesófilos de $4,0 \pm 0,6$ (logUFC/g), mohos y levaduras de $3,0 \pm 0,5$ (logUFC/g) y ausencia de *E. coli* en pulpa de *Persea americana* Mill. cv. Hass, estos resultados coinciden con los de esta investigación. Si bien, se observa presencia de *E. coli* estos valores son estimados, además, en ninguna de las muestras se observa presencia de *Salmonella* sp. El recuento de *S. aureus* indica que la manipulación de los productos fue la adecuada. Sin embargo, la pulpa congelada y la cáscara muestran recuentos altos de mohos y levaduras. En los cultivos de frutos hortícolas se presentan afectaciones microbiológicas, en el caso específico de *Persea americana* Mill. cv. Hass, son ocasionadas por microorganismos fitopatógenos tales como los mohos, entre los que se han identificado a *Rhizopus stolonifer*, *Colletotrichum gloeosporioides* y en menor medida *Colletotrichum acutatum* y *Colletotrichum boninense*, estos últimos asociados con la antracnosis del fruto (Ramírez et al., 2021).

Por lo anterior, se evaluó el efecto de conservantes en el control de hongos en la pulpa de *Persea americana* Mill. cv. Hass congelada y almacenada por siete meses, la cual no cumplió con los requisitos mínimos de calidad microbiológica (1×10^3 UFC/g), lo cual nos indica que: 1. Debe plantearse las condiciones higiénicas de selección y elaboración de la materia prima, 2. Se recomienda realizar un estudio exploratorio de la vida útil del producto, y 3. Verificar las concentraciones y el uso de los conservantes utilizados.

En este caso, es importante revisar otros conservantes con acción fungicida como el sorbato potásico e incluso algunos de origen natural como aceites esenciales. El sorbato potásico es un conservante suave, actúa principalmente contra hongos y levaduras, es utilizado en una variedad de aplicaciones incluyendo alimentos, vinos y cuidado personal (Villeda Moreno, 2010). Este resultado es significativo en el desarrollo de productos de valor agregado con *Persea americana* Mill. cv. Hass debido a que la contaminación y deterioro por moho es tan indeseable, no sólo por los cambios antiestéticos y sensoriales resultantes, sino también porque puede constituir un peligro para la salud humana (producción de micotoxinas) (Ottaviani y Ottaviani, 2003).

Ante la necesidad de cumplir con los estándares de calidad de la fruta para la exportación, los productores han tomado medidas para prevenir la antracnosis con la aplicación de fungicidas tanto en precosecha como en postcosecha. Algunos estudios recientes indican que la aplicación de metil jasmonato (MeJA) reduce el daño por frío durante el almacenamiento de *Persea americana* Mill. cv. Hass y previene la antracnosis al alterar su contenido de ácidos grasos y compuestos relacionados con las respuestas al estrés (Fuentealba et al., 2022).

Conclusiones

En general, la caracterización revela que los *Persea americana* Mill. cv. Hass provenientes del municipio de Anolaima mostraron características que indican que están listos para el consumo y para su comercialización tanto a nivel nacional como internacional, tales como el calibre, su contenido de materia seca, de grasa y de pulpa, proporcionando parámetros tangibles para la inspección y la evaluación de la calidad de este. Adicionalmente, la cáscara

y la semilla de estos *Persea americana* Mill. cv. Hass representan una proporción significativa del fruto. Este hallazgo sugiere que estos residuos poseen un potencial considerable como materia prima en las industrias alimentaria, cosmética y farmacéutica, gracias a su contenido de fitoquímicos reportados en la literatura.

La evaluación microbiológica proporciona información sobre la presencia de microorganismos alterantes en los diferentes componentes del fruto de *Persea americana* Mill. cv. Hass, evidenciando un potencial peligro con la presencia de hongos ($1,4 \times 10^8$ UFC/g) que pueden alterar la calidad y la vida útil del producto. La detección de hongos subraya la importancia de abordar adecuadamente la gestión microbiológica en la cadena de producción y comercialización de *Persea americana* Mill. cv. Hass.

Estos resultados ofrecen información valiosa para la industria de *Persea americana* Mill. cv. Hass, los productores y los consumidores, proporcionando datos sobre la calidad e inocuidad del fruto, que son fundamentales para el desarrollo de productos con valor agregado.

Bibliografía

- Alcaldía Municipal de Anolaima (2023). *Alcaldía Municipal de Anolaima Cundinamarca*. Alcaldía Municipal de Anolaima. <http://www.anolaima-cundinamarca.gov.co/>
- AOAC International (2012). *Official Methods of Analysis of AOAC International* (19.ª edición). Gaithersburg.
- Araújo, R.G., Rodríguez-Jasso, R.M., Ruiza, H.A., Pintado, M.M.E. y Aguilera, C.N. (2018). Avocado By-products: Nutritional and Functional Properties. *Trends in Food Science & Technology* 80, 51-60. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2018.07.027>
- Asociación Nacional de Comercio Exterior (Analdex) (2022). *Informe exportaciones de aguacate Hass septiembre 2022*. Analdex. <https://www.analdex.org/wp-content/uploads/2022/12/Informe-aguacate-Hass-Septiembre-2022.pdf>
- Astudillo-Ordóñez, C.E. y Rodríguez, P. (2018). Physicochemical Parameters of Avocado *Persea americana* Mill. Cv. Hass (Lauraceae) Grown in Antioquia (Colombia) for Export. *Corpoica Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 19(2), 393-402. https://doi.org/10.21930/rcta.vol19_num2_art:694
- Bayram, S., Tepe, S. y Toker, R. (2016). Determination of Some Physical and Chemical Changes in Fruit of Hass Avocado Cultivar During Harvesting Time. *Derim* 33(1), 14-26.
- Cabrera-Díaz, E., Martínez-Chávez, L., Gutiérrez-González, P., Pérez-Montaña, J.A., Rodríguez-García, M.O. y Martínez-González, N.E. (2022). Effect of Storage Temperature and Time on the Behavior of Salmonella, Listeria monocytogenes, and Background Microbiota on Whole Fresh Avocados (*Persea americana* var Hass). *International Journal of Food Microbiology*, 369(16), 109614. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2022.109614>
- Ceballos, A. y Montoya, S. (2013). Evaluación química de la fibra en semilla, pulpa y cáscara de tres variedades de aguacate. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 11(1), 103-112.
- Contreras, L. y Barajas, K. (2021). *Aprovechamiento de residuos aguacate generados en centro abastos de Bucaramanga para la producción de aceites esenciales*. Tesis de Pregrado. Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Bucaramanga, Colombia.
- Cowan, A.K. y Wolstenholme, B.N. (2016). Avocado. En Caballero, B., Finglas, P.M. y Toldrá F. *Encyclopedia of food and health* (pp. 294–300). Academic Press.
- Espíndola-Barquera, M.C. (23 al 27 de septiembre de 2019). Perspectivas de nuevas selecciones de aguacate en México. En *Proceedings IX World Avocado Congress*. Medellín, Colombia.

- Ferreira, S.M. y Santos, L. (2022). From By-product to Functional Ingredient: Incorporation of Avocado Peel Extract as an Antioxidant and Antibacterial Agent. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 80, 103116. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2022.103116>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAOSTAT) (2023). *Food and Agriculture Data*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <https://www.fao.org/faostat/en/#search/Avocado>
- Fuentealba, C., Vidal, J., Zulueta, C., Ponce, E., Uarrota, V., Defilippi, B.G. y Pedreschi, R. (2022). Controlled atmosphere storage alleviates Hass avocado black spot disorder. *Horticulturae*, 8(5), 2-13. <https://doi.org/10.3390/horticulturae8050369>
- García-Vargas, M.C., Contreras, M.D.M. y Castro, E. (2020). Avocado-derived Biomass as a Source of Bioenergy and Bioproducts. *Applied Sciences*, 10(22), 8195. <https://doi.org/10.3390/app10228195>
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (Icontec) (1997) *Norma NTC 4132. Microbiología. Guía general para el recuento de mohos y levaduras. Técnica de recuento de colonias a 25 °C*. Icontec.
- _____. (2007a). *Norma NTC 4458. Microbiología de alimentos y de alimentos para animales. Método horizontal para el recuento de coliformes o Escherichia coli o ambos. Técnica de recuento de colonias utilizando medios fluorogénicos o cromogénicos*. Icontec.
- _____. (2007b). *Norma NTC 5468. Zumos (jugos), néctares, purés (pulpas) y concentrados de frutas*. Icontec.
- _____. (2007c). *Norma NTC 4574. Microbiología de alimentos y alimentos para animales. Método horizontal para la detección de Salmonella spp.* Icontec.
- _____. (2013a). *Norma NTC 4519. Microbiología de los alimentos para consumo humano y animal. Método horizontal para el recuento de microorganismos. Técnica de recuento de colonias a 30 °C*. Icontec.
- _____. (2013b). *Norma NTC 4834. Microbiología de alimentos y alimentos para animales. Método horizontal para el recuento de Clostridium sulfito reductores e identificación de Clostridium perfringens. Técnica de recuento de colonias*. Icontec.
- _____. (2018). *END 094. Frutas frescas. Aguacate variedad Hass. Especificaciones*. Icontec.
- King-Loeza, Y., Ciprián-Macías, D.A., Cardador-Martínez, A., Martín-del-Campo, S.T., Castañeda-Saucedo, M.C. y Ramírez-Anaya, J. (2023). Functional Composition of Avocado (*Persea americana* Mill. Var Hass) Pulp, Extra Virgin Oil, and Residues is Affected by Fruit Commercial Classification. *Journal of Agriculture and Food Research*, 12, 100573. <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2023.100573>
- Ottaviani, F. y Ottaviani, M.G. (2003). Molds in Spoilage. En B. Caballero (Ed.), *Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition* (2da. edición, pp. 5522-5530). Academic Press.

- Pedreschi, R., Uarrota, V., Fuentealba, C., Martínez-Carrasco, J.E.A., Olmedo, P., Defilippi, B.G., Meneses, C. y Campos-Vargas, R. (2019). Primary Metabolism in Avocado Fruit. *Frontiers in Plant Science*, 10, 795. <https://doi.org/10.3389/fpls.2019.00795>
- Ramírez, J., Henao, J. y Morales, J. (2021). Postharvest Diseases and Disorders in Avocado cv. Hass and their Relationship to Preharvest Management Practices. *Heliyon*, 7(1), e05905. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e05905>
- Ramos-Aguilar, A.L., Ornelas-Paz, J., Tapia-Vargas, L.M., Gardea-Béjar, A.A., Yahia, E.M., Ornelas-Paz, J.J., Ruíz-Cruz, S., Ríos-Velasco, C. e Ibarra-Junquera, V. (2021). Comparative Study on the Phytochemical and Nutrient Composition of Ripe Fruit of Hass and Hass Type Avocado Cultivars. *Journal of Food Composition and Analysis*, 97, 103796. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2020.103796>
- Rico-Londoño, J.F., Buitrago-Patino, D.J. y Agudelo-Laverde, L.M. (2021). Combination of Methods as Alternative to Maintain the Physical-chemical Properties and Microbiological Content of Hass Avocado Pulp During Storage. *Food Bioscience*, 44, 101372. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2021.101372>
- Rodríguez, P. y Henao, J. (2019). *Ficha de índices de madurez de cosecha para aguacate (Persea americana Mill. cv. Hass) en el departamento de Antioquia*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria.
- Tesfaye, T., Ayele, M., Gibril, M., Ferede, E., Limeneh, D.Y. y Kong, F. (2022). Beneficiation of Avocado Processing Industry By-product: A Review on Future Prospect. *Current Research in Green and Sustainable Chemistry*, 5, 100253. <https://doi.org/10.1016/j.crgsc.2021.100253>
- U.S. Department of Agriculture (USDA) (2019). *Avocados, Raw, All Commercial V´arieties*. U.S. Department of Agriculture.
- Villada-Moreno, J.J. (2010). *Conservadores químicos utilizados en la industria alimentaria. Tesis de pregrado*. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.