UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ
Fundada en 1952

LA TÉCNICA
Revista de las Agrociencias

Agroindustria

Estudio comparativo de la composiciòn físico-química y bioactiva de harina de semilla de aguacate (*Persea americana* Mill.) de dos variedades: comercial (Hass) y regional (Fuerte)

Comparative study of the physico-chemical and bioactive composition of avocado (*Persea americana* Mill.) seed flour from two varieties: commercial (Hass) and regional (Fuerte)

Autores

Lilia Muñoz Loor
lilia.munoz@espam.edu.ec

****Irina García Paredes***
rosa.garcia@espam.edu.ec

Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López. Calceta, Manabí, Ecuador. https://ror.org/01wea3g49

*Autor de correspondencia.

Citación sugerida: Muñoz Loor, L. y García Paredes, I. (2026). Estudio comparativo de la composiciòn físico-química y bioactiva de harina de semilla de aguacate (*Persea americana* Mill.) de dos variedades: comercial (Hass) y regional (Fuerte). *La Técnica, 16*(1), 30-37. DOI: https://doi.org/10.33936/latecnica.v16i1.8263

Recibido: Marzo 19, 2026
Aceptado: Junio 15, 2026
Publicado: Junio 21, 2026

Resumen

La agroindustria del aguacate genera grandes volúmenes de semillas como subproducto. Este material, lejos de constituir un recurso subutilizado, concentra fibra, lípidos y compuestos con actividad antioxidante susceptibles de aprovechamiento por la industria alimentaria. Su transformación en harina representa una alternativa promisoria para reducir el desperdicio agroindustrial y desarrollar nuevos ingredientes con potencial funcional. Con ese fundamento, el estudio comparó la composición físico-química y bioactiva de la harina de semilla de aguacate en dos variedades: la comercial Hass y la regional Fuerte. Los factores considerados fueron la variedad y el grado de madurez del fruto (13,7 y 5,8 °Brix en Hass y Fuerte, respectivamente). Las muestras procedieron del cantón Bolívar, en Manabí, Ecuador. Una vez secadas molidas y tamizadas las semillas, se determinaron pH, humedad, fibra, grasa, ceniza, proteína y carbohidratos, además de la capacidad antioxidante mediante el método ABTS. El análisis estadístico combinó medidas descriptivas, la prueba de Shapiro-Wilk y la *t* de Student. Las variedades difirieron de manera significativa en pH, humedad, grasa y ceniza ($P<0,05$). No ocurrió lo mismo con la fibra ($P>0,083$), los carbohidratos ($P>0,131$), la proteína bruta ($P>0,100$) ni los antioxidantes ($P>0,098$), donde las harinas resultaron equivalentes en estos parámetros. Tales resultados indican que la variedad modifica propiedades tecnológicas como la acidez y la estabilidad asociada a la humedad; mientras que, el aporte funcional de fibra y antioxidantes se conserva. Esa equivalencia respalda el empleo de cualquiera de las dos variedades como fuente de compuestos bioactivos en suplementos o alimentos funcionales.

Palabras clave: *Persea americana*, antioxidantes, harina de semilla, valorización de residuos propiedades físico-químicas.

Abstract

The avocado industry generates substantial quantities of seeds as a byproduct. Although commonly discarded, avocado seeds constitute a valuable source of dietary fiber, lipids, and bioactive compounds with antioxidant properties, offering considerable potential for food applications. The production of avocado seed flour has emerged as a promising strategy for valorizing agro-industrial residues while developing novel functional ingredients. Accordingly, this study compared the physicochemical characteristics and antioxidant capacity of avocado seed flours obtained from two avocado (*Persea americana* Mill.) varieties: the commercial Hass cultivar and the regional Fuerte cultivar. The evaluated factors were cultivar and fruit maturity stage (13.7 and 5.8 °Brix for Hass and Fuerte, respectively). Fruit samples were collected from Bolívar Canton, Manabí Province, Ecuador. Avocado seeds were dried, milled, and sieved prior to determining pH, moisture, crude fiber, fat, ash, protein, carbohydrate contents, and antioxidant capacity using the ABTS assay. Data analysis comprised descriptive statistics, the Shapiro–Wilk normality test, and Student's *t*-test. Significant differences between cultivars were observed for pH, moisture content, fat, and ash contents ($P<0.05$). In contrast, no significant differences were detected for crude fiber ($P>0.083$), carbohydrates ($P>0.131$), crude protein ($P>0.100$), or antioxidant capacity ($P>0.098$), indicating comparable functional attributes between the two flours. These findings suggest that cultivar type influences technological properties associated with acidity and moisture-related stability, whereas the functional contributions of dietary fiber and antioxidant compounds remain largely conserved. The observed equivalence supports the use of either cultivar as a sustainable source of bioactive compounds for the formulation of dietary supplements and functional foods.

Keywords: *Persea americana*, avocado seed flour, antioxidant capacity, physico-chemical properties, agro-industrial waste valorization, functional ingredients.

LA TÉCNICA
Revista de las Agrociencias

e-ISSN 2477-8982

Introducción

En las últimas décadas, los residuos de la agroindustria dejaron de considerarse un simple desecho para convertirse en objeto de estudio. El procesamiento del aguacate ilustra ese cambio: una vez obtenida la pulpa (mesocarpio), quedan la cáscara (epicarpio) y la semilla, fracciones que conservan compuestos de valor nutricional y funcional todavía poco explotados (Cheikhyoussef y Cheikhyoussef, 2022). El aguacate (*Persea americana* Mill.) es originario de México y Centroamérica, y figura entre los frutos de mayor relevancia comercial de la familia Lauraceae. En Ecuador se cultivan sobre todo dos variedades: 'Fuerte', orientada al consumo interno, y 'Hass', destinada principalmente a la exportación.

La industria aguacatera se centra en productos derivados de la pulpa, como el guacamole, la pulpa deshidratada para mantequilla y el aceite. Ese enfoque aprovecha una sola parte del fruto y descarta la cáscara y la semilla, que en conjunto representan una fracción considerable de su biomasa. Al acumularse sin un destino definido, tales subproductos suponen un problema de manejo y, a la vez, una oportunidad, ya que retienen biomoléculas de interés que en su mayoría terminan desechadas (Ávila et al., 2023).

De todos ellos, la semilla concentra el mayor potencial. Aporta proteínas, lípidos, almidón y fibra, además de compuestos bioactivos con posibles aplicaciones en la salud y en la alimentación (Ávila et al., 2023). Transformarla en harina es una de las vías más estudiadas. En producción animal, la inclusión de hasta un 10% de harina de semilla de aguacate en dietas de corderos favoreció el crecimiento y se propuso como sustituto parcial de los cereales (Bugarín et al., 2021).

Aun ante ese interés, la información sobre la harina de semilla de aguacate sigue siendo escasa, en especial respecto de sus propiedades físico-químicas y funcionales y de las diferencias entre variedades. La valorización de subproductos agroindustriales constituye actualmente una de las estrategias más relevantes para promover sistemas alimentarios sostenibles y modelos de economía circular. En este contexto, las semillas de aguacate representan una biomasa residual con elevado potencial para la obtención de ingredientes funcionales debido a su contenido de fibra dietética, almidón resistente, compuestos fenólicos y metabolitos antioxidantes. La recuperación y transformación de estos residuos permite disminuir la carga ambiental asociada a la agroindustria y generar nuevos productos con valor agregado destinados a los sectores alimentario, farmacéutico y cosmético (Calderón-Oliver y López-Hernández, 2020; Cheikhyoussef y Cheikhyoussef, 2022); Aguilar-Vásquez et al. 2024).

La investigación se ha concentrado más en la extracción de almidón y de compuestos bioactivos que en la caracterización de la harina y su comparación entre cultivares (Ávila et al., 2023). Cubrir ese vacío resulta necesario para orientar aplicaciones concretas del subproducto. Con ese propósito, el presente estudio comparó la composición físico-química y la capacidad antioxidante de la harina de semilla de aguacate de las variedades Hass y Fuerte.

Materiales y métodos

El estudio empleó como muestras harina obtenida de semillas de aguacate de dos variedades: la comercial Hass y la regional Fuerte. El estado de madurez de los frutos se determinó por refractometría, midiendo los sólidos solubles totales de la pulpa con un refractómetro digital (Astudillo-Ordóñez y Rodríguez, 2018); los valores fueron de 13,7 °Brix en Hass y 5,8 °Brix en Fuerte. Los frutos se seleccionaron por su uniformidad de color y tamaño, y por la ausencia de manchas, daños mecánicos e infecciones fúngicas. Los aguacates Hass se adquirieron en supermercados de la zona centro de Calceta (Manabí); los de la variedad Fuerte se cosecharon en la zona rural de Membrillo (1°12′ S, 80°22′ O), en Manabí, Ecuador.

Los frutos maduros se seccionaron por la mitad para extraer la semilla. Cada semilla se lavó, se desinfectó y se secó de forma superficial con papel absorbente para retirar la pulpa adherida. Las semillas se rallaron con un rallador de cocina convencional y el material se llevó de inmediato al secado, de modo que el calor limitara el pardeamiento enzimático. El secado se realizó en estufa de convección a 70 °C durante una hora. El producto seco se pulverizó en un molino marca Grinder y se tamizó con una malla No. 30, equivalente a 600 µm. Ese paso homogeneizó el tamaño de las partículas y se retiró las fracciones más gruesas; conviene precisar que la granulometría resultante fue más gruesa que la de las harinas de panificación convencionales, cuyo tamaño medio ronda los 50 a 150 µm.

La caracterización físico-química se realizó en los laboratorios de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López (ESPAM MFL), conforme a los métodos oficiales de la Asociación Internacional de Químicos Analíticos Oficiales (AOAC International, 2019). El pH se midió por potenciometría (método 943.02); la humedad, por gravimetría tras secado en estufa hasta biomasa constante (925.10); las cenizas, por incineración en mufla a 550 °C (923.03); la grasa, por extracción con éter en sistema Soxhlet (920.39); y la fibra cruda, por digestión ácido-alcalina seguida de incineración (962.09).

En este estudio no se cuantificaron los polifenoles totales, variable que suele acompañar a la medición de la capacidad antioxidante. A modo de referencia, investigaciones previas en

CC BY NC ND

polvo de semilla de aguacate reportaron valores que variaron de forma considerable según la variedad y el método de extracción; Siol y Sadowska (2023), por ejemplo, registraron un promedio de 62,1 mg equivalentes de ácido gálico por gramo. Esta ausencia se reconoce como una limitación del trabajo y se sugiere la incorporación de este análisis en investigaciones posteriores ya que permitiría establecer asociaciones más precisas entre la composición química y la bioactividad de las harinas estudiadas (Kosińska et al., 2012; Tremocoldi et al., 2018).

La capacidad antioxidante se evaluó por el método ABTS descrito por Re et al. (1999) en el laboratorio de química de la Universidad Técnica de Manabí (UTM), extensión Chone. El radical catión ABTS•+ se generó al hacer reaccionar ABTS 7 mM con persulfato de potasio 2,45 mM, mezcla mantenida en oscuridad a temperatura ambiente entre 12 y 16 horas. La disolución del radical se ajustó con etanol hasta una absorbancia de 0,70 ± 0,02 a 734 nm. Tras incorporar la muestra, la lectura se tomó a 734 nm a los seis minutos de reacción, y los resultados se expresaron como µmoles equivalentes de Trolox por gramo de harina mediante una curva de calibración con Trolox.

Los datos se resumieron con estadística descriptiva (media, desviación estándar y coeficiente de variación). La normalidad de las variables se comprobó con la prueba de Shapiro-Wilk y la comparación entre variedades se efectuó con la prueba *t* de Student para muestras independientes, con un nivel de significancia de 0,05.

Se utilizaron tres repeticiones para cada análisis, por cada repetición en la var. Fuerte se utilizaron cinco semillas y en la var. Hass se duplicó el número de semillas debido a su tamaño y biomasa, para 10 semillas por repetición. En total de la var. Fuerte se utilizaron 105 semillas para la producción de harina y en la var. Hass 210 semillas.

Resultados y discusión

La comparación entre las variedades Fuerte y Hass mostró diferencias relevantes en sus características físico-químicas (tabla 1). El pH fue más alto en Hass (5,98) que en Fuerte (5,45), con diferencias estadísticas significativas (P<0,05), lo que sitúa a Hass como la harina menos ácida (tabla 1). El resultado no es menospreciable, porque el pH condiciona buena parte del comportamiento tecnológico de una harina: influye en la solubilidad y en la capacidad de absorción de agua de las proteínas, que disminuyen cerca de su punto isoeléctrico; afecta la temperatura y el grado de gelatinización del almidón; e incide en la estabilidad de las emulsiones y en la actividad de las enzimas responsables del pardeamiento. Por ello, una harina algo menos ácida como la de Hass puede hidratarse, gelificar o desarrollar color de manera distinta durante el procesamiento.

Tabla 1. Análisis físico-químico en harina de semilla de aguacate de las variedades Hass y Fuerte.

Variedad	pH			Humedad (%)			Fibra (%)			Grasa (%)			Ceniza (%)		
	Media	DE	CV (%)	Media	DE	CV (%)	Media	DE	CV (%)	Media	DE	CV (%)	Media	DE	CV (%)
Fuerte	5,45 b	0,015	0,28	5,59 b	0,125	2,23	2,54 a	0,345	13,57	2,27 b	0,010	0,78	4,18 a	0,110	2,60
Hass	5,98 a	0,023	0,38	11,10 a	0,050	0,45	1,99 a	0,238	11,96	2,50 a	0,240	9,71	2,06 b	0,010	0,76

Nota. Los valores representan la media de tres repeticiones. El pH es adimensional; humedad, fibra, grasa y ceniza se expresan en porcentaje (%). DE= desviación estándar; CV= coeficiente de variación.

En cuanto a la humedad, Hass alcanzó 11,1% frente al 5,59% de Fuerte (tabla 1), también con diferencias estadísticamente significativas (P<0,05). El valor de Hass se ubicó dentro del intervalo reportado para harinas de semilla de aguacate, que ronda entre 7 y 14% (Ávila et al., 2023). Ese contenido de humedad de11,1% debe considerarse de manera prudente, dado que puede estar influenciado por factores inherentes al procesamiento y a las condiciones de análisis. Es importante señalar que una humedad elevada acorta la vida útil de la harina, la vuelve más susceptible al desarrollo de mohos, a la actividad microbiana, y favorece el apelmazamiento durante el almacenamiento. La harina del aguacate Fuerte, con apenas 5,59%, ofrece en este aspecto una ventaja clara de conservación, lo que sugiere ajustar el secado para llevar ambas variedades a una humedad baja y comparable.

Respecto al contenido graso, Hass presentó un valor ligeramente superior al de Fuerte (2,50 frente a 2,27%), y la diferencia fue estadísticamente significativa (P<0,05). La harina de Hass mostró además un coeficiente de variación más alto (9,71% frente a 0,78% en Fuerte); dicho de otro modo, sus valores de grasa fueron menos homogéneos entre repeticiones (tabla 1). Ambas cifras se encontraron en el rango bajo descrito por Ávila et al. (2023), quienes documentaron contenidos lipídicos que estuvieron desde 0,33-2,71% hasta 14,10-15,73% en harinas de semilla de aguacate. Esa amplitud depende sobre todo del procedimiento: el tipo de extracción y desengrasado, los lavados, el tamaño de partícula y la variedad explicaron que algunos trabajos reportaron valores superiores a los aquí obtenidos.

En fibra, Fuerte superó a Hass (2,54% frente a 1,99%), aunque esta vez la diferencia no fue significativa (P>0,083; tabla 1). Los dos valores quedaron por debajo del 21,6% que reportaron Siol y Sadowska (2023) para el polvo de semilla de aguacate. La distancia se explica por las condiciones de obtención: el método de aislamiento de la fibra, los lavados en soluciones alcalinas, el grado de desengrasado y el tamaño de partícula influyen de forma decisiva en la fibra cuantificada. Una harina lograda por secado simple y molido, como la de este estudio, retiene menos

p-ISSN 1390-6895/e-ISNN 2477-8982 | Vol. 16, Núm. 1 (30-37): Enero-Junio, 2026 | DOI: 10.33936/latecnica.v16i1.8263

LA TÉCNICA
Revista de las Agrociencias
e-ISSN 2477-8982

fibra concentrada que un polvo sometido a tratamientos de purificación.

El contenido de cenizas fue mayor en Fuerte (4,18%) que en Hass (2,06%), con diferencias significativas (P<0,05; tabla 1); ambos valores se acercaron al promedio de 3,82% reportado por Punia et al. (2022). La NTE INEN 616 estableció un máximo de 0,8% de cenizas para la harina de trigo de uso general, límite que ninguna de las dos variedades cumplió. Conviene precisar; sin embargo, que esa norma regula de manera específica la harina de trigo destinada al consumo humano y no las harinas de subproductos vegetales; el contraste opera, por tanto, como referencia y no como criterio normativo directamente aplicable.

Ese mayor contenido de cenizas tampoco descalifica a la harina para uso alimentario. En una harina de semilla, las cenizas reflejan la riqueza mineral del material, con aportes de calcio, hierro, magnesio y zinc (Ávila et al., 2023). Antes que un inconveniente, ese rasgo la posiciona como un posible ingrediente de enriquecimiento mineral, siempre que se la emplee como complemento y no como reemplazo directo de la harina de trigo refinada. El nivel de cenizas, además, puede incidir en atributos como el color, la viscosidad y la estabilidad del producto final, aspectos que convendría evaluar en aplicaciones concretas.

El análisis estadístico basado en los valores de P de la prueba de t (tabla 2) permitió identificar qué variables presentaron diferencias significativas entre las variedades de aguacate Fuerte y Hass. Los resultados mostraron que el pH, la humedad, la grasa y las cenizas presentaron valores de P<0,05, lo que confirmó que hubo diferencias estadísticas. Esto significa que los contrastes observados en la composición físico-química (menor pH y mayor humedad en Hass, frente a mayor contenido de minerales en Fuerte) fueron consistentes y no atribuibles al azar.

En contraste, la variable fibra presentó un valor de P>0,083, superior al umbral de significancia (0,05), lo que indicó que no hubo diferencias estadísticamente significativas entre las variedades en cuanto a este componente.

La figura 1 complementa los análisis anteriores y compara el pH de las harinas de semillas de aguacate de las variedades Fuerte y Hass. Se observó que la variedad Fuerte presentó valores de pH más bajos, concentrándose alrededor de 5,4 y 5,5, mientras que la variedad Hass tuvo valores claramente más altos, cercanos a 6,0. Esto reflejó una diferencia marcada entre ambas variedades en cuanto a la acidez de la harina: la variedad Fuerte resultó más ácida que la Hass. Además, ambas cajas fueron estrechas, lo que indicó baja dispersión de los datos y, por tanto, una buena consistencia en las mediciones realizadas.

Tabla 2. Análisis estadístico de la composición físico-química en harina de semilla de aguacate de dos variedades 2025.

	Prueba t de muestras independientes		
Variables	Valor-p	Decisión de hipótesis	Conclusión
pH	0,00000481421	Se rechazó la hipótesis	Hubo diferencias estadísticamente significativas
Humedad	0,000000238082	Se rechazó la hipótesis	Hubo diferencias estadísticas
Fibra	0,0831763	Se aceptó la hipótesis	No hubo diferencias significativas entre las medias
Grasa	0,000899078	Se rechazó la hipótesis	Hubo diferencias estadísticamente significativas
Ceniza	0,00000451901	Se rechazó la hipótesis	Hubo diferencias estadísticamente significativas
Carbohidratos	0,131	Se aceptó la hipótesis	No hubo diferencias significativas entre las medias
Proteína bruta*	0,100	Se aceptó la hipótesis	No hubo diferencias significativas entre las medias

Nota. *En proteína bruta, la variedad Fuerte no superó la prueba de Shapiro-Wilk (P<0,001; dos de sus tres valores fueron idénticos, lo que afectó fuertemente este estadístico con n= 3); por ello se aplicó la prueba U de Mann-Whitney en lugar de t de Student. Con tres repeticiones por grupo, el valor P mínimo que esta prueba pudo alcanzar en un contraste de dos colas fue de 0,100, de modo que el resultado no debe interpretarse como ausencia real de diferencia (tabla 4).

La figura 2 muestra la comparación del contenido de humedad en las harinas de semilla de aguacate de las variedades Fuerte y Hass. Se visualiza que la variedad Fuerte presenta valores de humedad más bajos, concentrados alrededor de 5,4-5,5%, mientras que la variedad Hass tiene valores significativamente más altos, cercanos a 11%. Esto evidencia una diferencia marcada entre ambas harinas: la harina de semilla de Hass retiene aproximadamente el doble de humedad que la de Fuerte.

Las diferencias observadas en la humedad residual podrían atribuirse a variaciones intrínsecas en la composición estructural de las semillas, particularmente en la proporción de polisacáridos y en la capacidad de retención hídrica de la matriz celular. Diversos estudios han señalado que contenidos de humedad inferiores al 10% favorecen la estabilidad microbiológica y reducen la incidencia de reacciones de deterioro durante el

CC BY NC ND

almacenamiento prolongado de harinas vegetales (Punia et al., 2022).

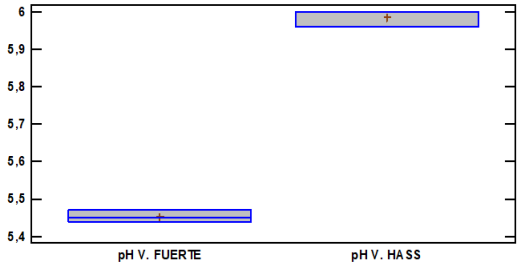

Figura 1. Diagrama de caja y bigotes del pH de la harina de semilla de aguacate (*Persea americana* Mill.) de las variedades Fuerte y Hass. La línea horizontal dentro de cada caja representa la mediana, el símbolo (+) indica la media y los límites de la caja corresponden al rango intercuartílico.

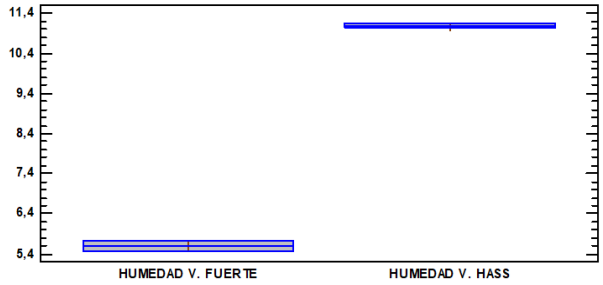

Figura 2. Diagrama de caja y bigotes del contenido de humedad de la harina de semilla de aguacate (*Persea americana* Mill.) de las variedades Fuerte y Hass. La línea horizontal dentro de cada caja representa la mediana, el símbolo (+) indica la media y los límites de la caja corresponden al rango intercuartílico.

Además, la dispersión de los datos en ambas variedades fue reducida, lo que reflejó consistencia en las mediciones. Asimismo, Astudillo y Rodríguez (2018) describieron que esta diferencia en la humedad pudo influir en aspectos tecnológicos como la estabilidad, vida útil y susceptibilidad al deterioro microbiano, siendo la harina de Fuerte potencialmente más estable al almacenamiento por su menor contenido de agua.

En la figura 3 se observa la comparación del contenido de cenizas entre dos variedades, var. Fuerte y var. Hass. La variedad Fuerte presentó valores más altos, con una mediana cercana a 4,1 y una dispersión relativamente baja, lo que indicó mayor concentración de cenizas y consistencia entre sus datos. En contraste, la variedad Hass presentó valores considerablemente más bajos, con una mediana cercana a 2,0 y poca variabilidad, lo que evidenció un contenido de cenizas menor y más uniforme.

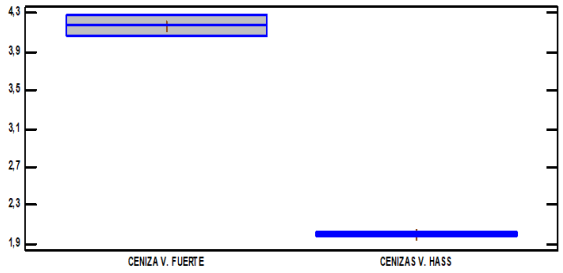

Figura 3. Diagrama de caja y bigotes del contenido de cenizas de la harina de semilla de aguacate (*Persea americana* Mill.) de las variedades Fuerte y Hass. La línea horizontal dentro de cada caja representa la mediana, el símbolo (+) indica la media y los límites de la caja corresponden al rango intercuartílico.

La concentración de cenizas observada en la variedad Fuerte podría estar asociada con una mayor acumulación relativa de minerales esenciales, entre ellos potasio, calcio, magnesio, hierro y zinc, elementos previamente identificados en semillas de aguacate. La cuantificación específica de estos minerales mediante técnicas instrumentales permitiría establecer con mayor precisión el potencial nutracéutico de este subproducto (Punia et al., 2022).

La Figura 4 muestra el comportamiento del contenido graso en ambas variedades. En Fuerte los valores se agruparon en torno a 2,27%, con una dispersión mínima que reflejó un nivel de grasa bajo y muy estable. Hass, por su parte, alcanzó una mediana cercana a 2,50% y un rango algo más amplio, lo que indicó un contenido ligeramente superior y cierta variabilidad entre muestras. La diferencia, aunque modesta, ubicó a Hass por encima de Fuerte. Ambos resultados concordaron con lo recopilado por Ávila et al. (2023), quienes reportaron contenidos lipídicos bajos en la harina de semilla de aguacate, entre 0,33 y 2,71% según la variedad y el procedimiento analítico, y advirtieron que ese bajo nivel de grasa redujo la susceptibilidad al enranciamiento y mejoró la estabilidad del producto durante el almacenamiento.

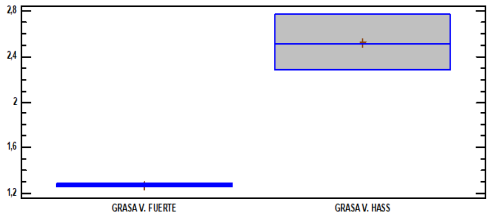

Figura 4. Diagrama de caja y bigotes del contenido de cenizas de la harina de semilla de aguacate (*Persea americana* Mill.) de las variedades Fuerte y Hass. La línea horizontal dentro de cada caja representa la mediana, el símbolo (+) indica la media y los límites de la caja corresponden al rango intercuartílico.

p-ISSN 1390-6895/e-ISNN 2477-8982 | Vol. 16, Núm. 1 (30-37): Enero-Junio, 2026 | DOI: 10.33936/latecnica.v16i1.8263

LA TÉCNICA
Revista de las Agrociencias
e-ISSN 2477-8982

Los resultados obtenidos mostraron que la harina de semilla de aguacate de la variedad Fuerte presentó una mayor concentración de antioxidantes (197,302 µmol equivalente Trolox·g^{-1} de harina) frente a la variedad Hass (184,304 µmol equivalente Trolox·g^{-1} de harina; tabla 3). Ambos valores se ubicaron por debajo de los registrados por Siol y Sadowska (2023), quienes hallaron una capacidad antioxidante de 122,4 mmol Trolox·100 g^{-1} (cerca de 1.224 µmol·g^{-1}) en polvo de semilla de aguacate evaluado por el mismo método ABTS; la brecha responde, sobre todo, a diferencias en las condiciones de extracción, el disolvente empleado y la matriz analizada. La prueba estadística aplicada indicó que la diferencia entre las dos variedades no fue significativa al 95% de confianza (valor-*P*>0,097544). En términos estadísticos, ambas harinas presentaron un contenido de antioxidantes similares, de modo que las variaciones observadas podrían atribuirse al azar y no a un efecto real de la variedad. A ello se añadió que los coeficientes de variación fueron bajos (4,30% en Fuerte y 3,30% en Hass), lo que reflejó una buena homogeneidad en las mediciones.

Tabla 3. Análisis de antioxidantes en harina de semilla de aguacate de las variedades Hass y Fuerte.

Variable	Variedad	Media	DE	CV (%)
Antioxidantes µmol Trolox Equivalente/g de harina	Fuerte	197,302 a	8,49465	4,30541
	Hass	184,304 a	6,08919	3,30389

La ausencia de diferencias significativas entre Fuerte y Hass admitió una lectura directa: ninguna de las dos variedades superó a la otra como fuente de antioxidantes. Fuerte registró una media algo mayor (197,302 frente a 184,304 µmol equivalente Trolox·g^{-1}), pero esa ventaja numérica no resistió el contraste estadístico, pues cayó dentro del margen atribuible al azar. La variedad, por tanto, no condicionó el aporte antioxidante de la harina. El dato tuvo una consecuencia práctica: si la semilla se destina a un ingrediente funcional, la elección del cultivar puede apoyarse en la disponibilidad, el costo o el rendimiento, sin sacrificar la capacidad antioxidante. La baja dispersión de las mediciones, con coeficientes de variación por debajo del 5% en ambas muestras, reforzó la confianza en este resultado.

La proteína bruta fue mayor en Fuerte (5,03%) que en Hass (3,13%; tabla 4). La prueba de Shapiro-Wilk no rechazó la normalidad en Hass (*P*>0,637), pero sí la rechazó en Fuerte (*P*<0,001), por lo que la comparación se realizó con la prueba U de Mann-Whitney en lugar de t de Student (tabla 2). El resultado (*P*>0,100) no alcanzó el umbral de 0,05, de modo que; en sentido estricto, no se confirmó diferencias significativas entre las medias, aun cuando los tres valores de Fuerte superaron a los tres de Hass. Esta aparente contradicción se explicó por el tamaño de muestra: con solo tres repeticiones por grupo, el valor *P* mínimo que esta prueba puede alcanzar en un contraste de dos colas fue precisamente 0,100. El resultado reflejó, por tanto, una limitación estadística antes que una verdadera ausencia de diferencia, y conviene repetir la determinación con un mayor número de muestras antes de afirmar que ambas variedades aportaron cantidades similares de proteína.

Tabla 4. Proteína bruta y carbohidratos en harina de semilla de aguacate de las variedades Hass y Fuerte.

Variables	Variedad	Media	DE	CV (%)
Proteína bruta (%)	Fuerte	5,03	0,06	1,15
	Hass	3,13	0,15	4,88
Carbohidratos (%)	Fuerte	84,04	4,38	5,21
	Hass	79,25	0,11	0,14

Nota. Los valores de proteína bruta proceden del Reporte de Análisis N.º 274 del Laboratorio de Nutrición Animal, Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad Central del Ecuador (n= 3 por variedad; método Kjeldahl, NTE INEN-ISO 5983-1, 2014); la variedad denominada V. Regional en ese reporte corresponde a Fuerte. Los valores de carbohidratos proceden de un registro adicional (n = 3 por variedad). DE= desviación estándar; CV= coeficiente de variación.

En cuanto al contenido de carbohidratos, Fuerte registró una media de 84,04% frente a 79,25% en Hass (tabla 4). Ambos grupos superaron la prueba de Shapiro-Wilk (*P*>0,159 y *P*>0,174, respectivamente) y la prueba de Levene no detectó diferencias entre las varianzas (*P*>0,323), por lo que se aplicó t de Student para varianzas iguales (tabla 2). El resultado (t(4)= -1,898; *P*>0,131) tampoco alcanzó el umbral de 0,05, de modo que no se confirmó diferencias significativas entre las dos variedades. La dispersión de Fuerte (DE= 4,38; CV= 5,21%) fue notablemente mayor que la de Hass (DE= 0,11; CV= 0,14 %), y se explicó sobre todo por una de las tres repeticiones (89,08%), que se apartó de las otras dos (81,16 y 81,89%). Esa variabilidad amplió el intervalo de confianza de la diferencia de medias y redujo la capacidad de la prueba para detectar diferencias reales, por lo que tampoco aquí sería prudente descartar una diferencia entre variedades sin ampliar antes el número de repeticiones.

El interés creciente por el desarrollo de alimentos funcionales ha estimulado la incorporación de harinas procedentes de subproductos vegetales debido a su capacidad para incrementar el contenido de fibra dietética, antioxidantes y micronutrientes en formulaciones alimentarias. En particular, la harina de semilla de aguacate ha mostrado potencial para ser utilizada en productos panificados, suplementos nutricionales y mezclas enriquecidas,

CC BY NC ND

mejorando el perfil nutricional sin afectar significativamente determinadas propiedades tecnológicas cuando es empleada en niveles moderados de sustitución (Nayak et al., 2022).

Conclusión

El estudio demuestra que la variedad de aguacate influye significativamente en varios atributos físico-químicos de la harina obtenida a partir de sus semillas. La variedad Hass presentó un pH superior (5,98), mayor contenido de humedad (11,10%) y un contenido ligeramente mayor de grasa (2,50%), mientras que la variedad Fuerte mostró mayores concentraciones de cenizas (4,18%), proteína bruta (5,03%) y una capacidad antioxidante promedio de 197,30 µmol equivalentes de Trolox·g^{-1} de harina. Las diferencias en pH, humedad, grasa y cenizas fueron estadísticamente significativas ($P<0,05$), mientras que fibra, carbohidratos, proteína y actividad antioxidante no evidenciaron diferencias entre cultivares.

A diferencia de los parámetros anteriores, la fibra y la capacidad antioxidante no revelaron diferencias significativas entre las dos variedades ($P>0,083$ y $P>0,098$). Ambas harinas aportaron cantidades semejantes de fibra y un contenido antioxidante cercano a 190 µmol equivalente Trolox·g^{-1}. En estos atributos de interés funcional el cultivar resulta indiferente, pues tanto Hass como Fuerte ofrecen un valor bioactivo equiparable, lo que sostiene su empleo como fuente estable de compuestos antioxidantes.

Los carbohidratos y la proteína bruta siguen un patrón parecido: tampoco se hallaron diferencias significativas entre Hass y Fuerte ($P>0,131$ y $P>0,100$, respectivamente). En proteína bruta; sin embargo, ese resultado debe tomarse con reserva, porque con solo tres repeticiones por grupo la prueba U de Mann-Whitney no puede bajar de un valor p de 0,100, por marcada que sea la diferencia entre las medias observadas (3,13% en Hass frente a 5,03% en Fuerte). Antes de concluir que ambas variedades aportan cantidades equivalentes de proteína convendría repetir esta determinación con un mayor número de muestras.

Los hallazgos confirman que la semilla de aguacate, habitualmente descartada, puede reincorporarse a la cadena alimentaria en forma de harina. Su transformación aprovecha un residuo abundante y rescata su contenido de fibra y antioxidantes. La elección entre Hass y Fuerte puede basarse en disponibilidad, costo o rendimiento sin afectar el aporte bioactivo. Conviene; sin embargo, ampliar el número de repeticiones y analizar otros componentes antes de proyectar aplicaciones industriales, para dar mayor solidez a estas conclusiones.

En conjunto, los resultados respaldan el potencial de las semillas de aguacate como materias primas para la obtención de ingredientes funcionales, contribuyendo a estrategias de valorización de residuos agroindustriales y economía circular. No obstante, futuras investigaciones deberían ampliar el número de repeticiones experimentales, cuantificar polifenoles totales, caracterizar el perfil mineral y emplear metodologías antioxidantes complementarias que permitan consolidar las posibilidades de aprovechamiento alimentario y nutracéutico de estas harinas.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflictos de interés en la presente publicación en ninguna de sus fases.

Referencias bibliográficas

Aguilar-Vásquez, E. A., Herrera-Rodríguez, T. C., and González-Delgado, Á. D. (2024). Comprehensive utilization of avocado in biorefinery: A bibliometric and co-occurrence approach 2003-2023. *Sustainability*, *16*(21), 9414. https://doi.org/10.3390/su16219414

Asociación Internacional de Químicos Analíticos Oficiales (AOAC International). (2019). *Official methods of analysis of AOAC International* (21st ed.). AOAC International.

Astudillo Ordóñez, C. E., y Rodríguez, P. (2018). Parámetros fisicoquímicos del aguacate *Persea americana* Mill. cv. Hass (Lauraceae) producido en Antioquia (Colombia) para exportación. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria, 19*(2), 383-392. https://doi.org/10.21930/rcta.vol19_num2_art:694

Ávila, N. de D., Tirado-Gallegos, J. M., Ríos-Velasco, C., Luna Esquivel, G., Estrada Virgen, M. O., y Cambero Campos, O. J. (2023). Propiedades composicionales, estructurales y fisicoquímicas de las semillas de aguacate y sus potenciales usos agroindustriales. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria, 24*(1). https://doi.org/10.21930/rcta.vol24_num1_art:2607

Bugarín-Prado, J., Lemus-Flores, C., Grageola-Nuñez, F., Valdivia-Bernal, R. y Bonilla-Cárdenas, J. (2021). Efecto de suplementación con harina de aguacate en dietas de corderos sobre crecimiento y el rendimiento de la canal. *Abanico Veterinario, 11*, 1-12. http://dx.doi.org/10.21929/abavet2021.32

Calderón-Oliver, M., and López-Hernández, L. H. (2020): Food vegetable and fruit waste used in meat products. *Food Reviews International*, *38*(4), 628-654. DOI: 10.1080/87559129.2020.1740732

Cheikhyoussef, N., Cheikhyoussef, A. (2022). Avocado (*Persea Americana*) wastes: Chemical composition, biological activities and industrial applications. (pp. 699-719). In: Ramadan, M. F., Farag, M. A. (Eds.). Mediterranean fruits bio-wastes. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-84436-3_30

Dimou, C., Karantonis, H. C., Skalkos, D. and Koutelidakis, A. E. (2019). Valorization of fruits by-products to unconventional sources of additives, oil, biomolecules and innovative functional foods. *Current Pharmaceutical Biotechnology*, *20*(10), 776-786. https://doi.org/10.2174/1389201020666190405181537

LA TÉCNICA
Revista de las Agrociencias

e-ISSN 2477-8982

Kosińska, A., Karamać, M., Estrella, I., Hernández, T., Bartolomé, B., and Dykes, G. A. (2012). Phenolic compound profiles and antioxidant capacity of *Persea americana* Mill. peels and seeds of two varieties. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, *60*(18), 4613-4619. https://doi.org/10.1021/jf300090p

NTE INEN 616. (2015). *Harina de trigo y derivados. Requisitos*. https://es.scribd.com/document/272228164/nte-inen-616-4

Punia-Bangar, S., Dunno, K., Dhull, S. B., Siroha, A. K., Changan, S., Maqsood, S., and Rusu, A. V. (2022). Avocado seed discoveries: Chemical composition, biological properties, and industrial food applications. *Food Chemistry: X, 16*, 100507. https://doi.org/10.1016/j.fochx.2022.100507

Re, R., Pellegrini, N., Proteggente, A., Pannala, A., Yang, M., y Rice-Evans, C. (1999). Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Biology and Medicine, 26*(9-10), 1231-1237. https://doi.org/10.1016/S0891-5849(98)00315-3

Siol, M., and Sadowska, A. (2023). Chemical composition, physicochemical and bioactive properties of avocado (*Persea americana*) seed and its potential use in functional food design. *Agriculture, 13*(2), 316. https://doi.org/10.3390/agriculture13020316

Tremocoldi, M. A., Rosalen, P. L., Franchin, M., Massarioli, A. P., Denny, C., Daiuto, É. R., Paschoal, J. A. R., Melo, P. S. and Alencar, S. M. (2018). Exploration of avocado by-products as natural sources of bioactive compounds. *PloS One*, *13*(2), e0192577. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0192577

Declaración de contribución a la autoría según CRediT

Lilia Muñoz Loor: metodología, investigación, análisis formal, redacción-borrador original, redacción-revisión y edición. **Irina García Paredes:** conceptualización, análisis formal, investigación, redacción-borrador original, revisión y edición.

CC BY NC ND