



FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

Escuela de Ingeniería en Alimentos

Extracción y caracterización funcional del almidón obtenido de semillas de aguacate (*Persea americana*)

Proyecto de graduación previo a la obtención del título de Ingeniero en Alimentos

Estudiante:

Carlos Ismael Hernández Idrovo

Director:

Dr. Marco Lazo Vélez, PhD.

Cuenca – Ecuador

2025

Dedicatoria

“Con el corazón lleno de gratitud, dedico este trabajo de tesis a todas las personas que han sido mi fuerza, mi inspiración y mi sostén a lo largo de este camino.

A mis padres, Raimundo y Lucila, por su amor inmenso y constante, por enseñarme que el esfuerzo y la perseverancia siempre abren caminos, y por ser el fundamento sobre el cual he levantado cada uno de mis sueños. Nada de esto habría sido posible sin sus sacrificios silenciosos y su fe inquebrantable en mí.

A mis hermanos, Washington y Katherine, por estar siempre presentes, por su cariño, por sus palabras en los días nublados y por recordarme con su ejemplo que la familia es el refugio más poderoso. Su compañía ha sido una luz constante cuando más la necesité.

A mi abuelita, por su espíritu de lucha, por enseñarme con su vida que los obstáculos no se enfrentan con miedo, sino con coraje y amor. Su fuerza me ha dado el ejemplo más puro de resiliencia y esperanza.

A Dios, por guiar mis pasos, por darme la sabiduría en los momentos de duda y la fortaleza cuando pensé en rendirme. Cada logro es también una prueba de su presencia en mi vida.

A mis compañeros de carrera, por las horas compartidas, los desafíos enfrentados y las risas que hicieron este recorrido más llevadero.

A mis amigos Doménica, Pamela, Gabriel, Jefferson, Mariana y en especial a Cristina, por su compañía incondicional, su apoyo en mis días más difíciles y por regalarme momentos llenos de cariño y sentido.

A cada uno de ustedes, gracias. Esta meta cumplida es también parte de sus huellas en mi vida. Este logro no es solo mío es nuestro.”

GRACIAS

Agradecimientos

Al culminar esta etapa tan significativa en mi vida, quiero expresar mi más sincero agradecimiento a quienes han sido parte fundamental de este proceso y han contribuido con su apoyo, orientación y confianza en mi trabajo.

En primer lugar, a Dr. Marco Lazo Vélez, mi director de tesis, por su invaluable guía, paciencia y compromiso en cada etapa de esta investigación. Su conocimiento y dedicación han sido fundamentales para el desarrollo de este trabajo, y su apoyo ha sido una fuente constante de motivación.

A Mgtr. Mateo Cordero Clavijo, miembro de mi tribunal y una persona cuyo acompañamiento ha sido clave en cada paso de este camino. Su disposición para compartir su experiencia, sus valiosas sugerencias y su confianza en mi capacidad han sido un impulso para superar cada desafío.

A ambos, mi más profundo agradecimiento por su tiempo, enseñanza y por haber creído en este proyecto. Su apoyo ha sido esencial en la concreción de este logro

Financiamiento y Agradecimientos Institucionales

Expresamos nuestro más sincero agradecimiento al Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAATE) por la emisión oportuna de los permisos contemplados en el *Convenio de Acceso a los Recursos Genéticos N.º MAATE-DBI-CM-2024-0372*. Su respaldo fue determinante para la recolección ética y legal de las muestras requeridas, garantizando el cumplimiento de la normativa nacional y el fomento de investigaciones que salvaguardan la biodiversidad ecuatoriana.

Reconocemos de manera especial al Grupo de Investigación NutriOmics, en el marco del proyecto 2024-0109, titulado *“Identificación y valorización de fuentes proteicas de la región andina (Ecuador), su potencial tecno-funcional, nutricional y de beneficios para la salud”*. El acceso a sus laboratorios, equipamiento de última generación y asesoría científica permitió profundizar en los análisis fisicoquímicos, tecno-funcionales y nutricionales indispensables para el desarrollo de este estudio. Su colaboración interdisciplinaria enriqueció la interpretación de resultados y aseguró el rigor metodológico del presente trabajo.

Finalmente, extendemos nuestra gratitud a la Red de Cereales, Tubérculos, Leguminosas y Raíces (Ecuador), cuyo intercambio de conocimiento fue clave para consolidar una visión integral de la cadena de valor, fortalecer la pertinencia social del proyecto y promover la transferencia de tecnologías hacia el sector agroalimentario del país.

Sin el aporte de estas instituciones y redes de colaboración, la ejecución exitosa de este proyecto de titulación no habría sido posible.

Resumen.

La semilla de aguacate (*Persea americana*), a menudo descartada como residuo agroindustrial, representa una fuente interesante de almidón con propiedades potencialmente útiles para el sector alimentario. En esta investigación se evaluaron y compararon tres métodos para su extracción: el método tradicional mediante agua, uno enzimático utilizando celulasa y pectinasa, y otro basado en ultrasonido. Para cada tratamiento se analizaron el rendimiento, contenido de almidón total, comportamiento térmico (DSC), digestibilidad, propiedades funcionales como capacidad de absorción de agua y aceite, solubilidad y poder de hinchamiento, así como su estructura molecular mediante FTIR.

Los datos obtenidos evidencian que el ultrasonido fue el método más eficaz, mostrando el mayor rendimiento (17 %) y el porcentaje más alto de almidón total (87,20 %). También presentó una mayor entalpía de gelatinización y destacada capacidad de absorción de agua. Sin embargo, los valores de solubilidad en agua fueron bajos en general, lo cual se atribuye a la etapa intensiva de purificación aplicada para eliminar impurezas. Por su parte, el método enzimático facilitó la liberación de almidón digerible, aunque con mayor daño a los gránulos. En cambio, el método tradicional permitió conservar mejor la estructura del almidón, lo cual se reflejó en su capacidad de hinchamiento y retención de aceite.

El análisis espectroscópico confirmó que, a nivel químico, ninguno de los tratamientos modificó significativamente la estructura del almidón. En conclusión, la aplicación de ultrasonido se perfila como una alternativa viable para valorizar subproductos del aguacate en la industria alimentaria.

Palabras clave.

Almidón, aguacate, ultrasonido, enzimas, convencional

Abstract.

Avocado seed (*Persea americana*), often treated as agro-industrial waste, contains a significant amount of starch with potential applications in the food industry. This study aimed to evaluate and compare three starch extraction methods: a traditional water-based process, an enzymatic method using cellulase and pectinase, and an ultrasound-assisted technique. Each method was analyzed in terms of yield, total starch content, thermal properties (DSC), in vitro digestibility, functional characteristics such as water and oil absorption capacity, solubility, swelling power, and molecular structure through FTIR.

The results showed that ultrasound-assisted extraction was the most efficient, achieving the highest yield (17%) and starch content (87.20%). This method also exhibited the highest gelatinization enthalpy and water absorption capacity. However, all samples displayed low water solubility, likely due to the intensive purification process used to eliminate pigments and impurities. The enzymatic method facilitated the release of digestible starch but also led to more structural damage in the starch granules. In contrast, the conventional method better preserved granule integrity, reflected in higher swelling power and oil retention.

Spectroscopic analysis confirmed that none of the treatments significantly altered the chemical structure of the starch. Overall, ultrasound-assisted extraction proved to be a promising and effective strategy for valorizing avocado seed residues and producing functional starches for food applications.

Keywords.

Starch, avocado, ultrasound, enzymes, convention