



**Facultad de Ciencia y Tecnología**  
**Escuela de Ingeniería en Alimentos**

**Caracterización del perfil fisicoquímico y funcional de harina  
de papa fermentada por estrés hídrico en la provincia del  
Azuay.**

**Trabajo de graduación previo a la obtención del título de:  
INGENIERA EN ALIMENTOS**

**Autora:**

**KARLA ALEJANDRA ESCANDÓN ABAD**

**Director:**

**MARCO ANTONIO LAZO VÉLEZ**

**Co director:**

**DANIELA GUARDADO FÉLIX**

**Cuenca – Ecuador**

**2021**

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo principalmente a Dios, por darme vida, salud, sabiduría, fortaleza y valor para afrontar mis miedos y cumplir mis sueños.

A mi familia, José, Nancy, Mayra, Pablo, por ser quienes me han acompañado y guiado durante toda mi vida. Su constante amor, apoyo, sacrificio y confianza depositada sobre mí, me han ayudado a cumplir las metas y proyectos de mi vida.

A la memoria de mi abuelita Abeja, quien es hoy la más bonita de las estrellas, la más grande, aquella que naturalmente se destaca por su belleza y aún guía e ilumina mi camino. Ella me enseñó el valor del trabajo duro y la entrega del amor incondicional. La llevo siempre en mi corazón.

## AGRADECIMIENTOS

Ante todo, quiero expresar mi más profundo agradecimiento al PhD. Marco Lazo Vélez, Director de la presente investigación, por impartirme sus experiencias y conocimientos, brindarme su orientación y apoyo constante, pero sobre todo por haber sido un gran ejemplo a seguir a nivel profesional.

A la Dra. Rebeca Webster y la Ing. María Alicia Peña por sus enseñanzas, ayuda constante y paciencia desde que di mis primeros pasos por las aulas y laboratorios.

Del mismo modo, a la Ing. María Fernanda Rosales y a los laboratoristas de la Facultad de Ciencia y Tecnología, quienes me acompañaron durante todo el proceso y pusieron a mi disposición sus conocimientos y recursos.

Al Ing. Diego Esteban Panata por su constante ayuda y su infinita paciencia durante el desarrollo de esta investigación, por su apoyo incondicional y sus sabios consejos.

Un agradecimiento especial a la Federación Internacional de Sociedades Científicas” (FISS) y en su nombre al Ing. Santiago Agui Mendoza y el Ing. Fabián Arturo Ávila Lazo por habernos donado y autorizado el uso de las muestras de papa fermentada comercial (*tocosh*) y una harina de papa fermentada producida por los ingenieros. Así como, a Granotec, Ecuador por la realización de los RVA.

Agradezco a la Universidad del Azuay por abrirme las puertas y darme la oportunidad de estudiar y ser una profesional.

Por último, quiero agradecer a todos mis amigos y futuros colegas, por su apoyo, afecto y motivación que me ha permitido crecer como persona y me han alegrado la vida.

**Caracterización del perfil fisicoquímico y funcional de harina de papa fermentada por estrés hídrico en la provincia del Azuay.**

**RESUMEN**

La presente investigación determinó y comparó las propiedades fisicoquímicas y funcionales de dos tipos de muestras de papa fermentada (*Solanum tuberosum*): a) una comercial y b) una procesada en la región de Tutupali en la provincia del Azuay, Ecuador. De los parámetros valorados, se reportó un alto contenido de amilosa que se asocia a un mayor contenido de almidón resistente y bajo poder de hinchamiento. Además, se realizó calorimetría diferencial de barrido (DSC), microscopía electrónica de barrido (MEB) y un análisis estadístico, con el fin de ampliar la información sobre las características tecnológicas de la harina fermentada de papa.

**Palabras claves:** *Solanum tuberosum*, almidón, características funcionales, características químicas, fermentación.



---

Marco Antonio Lazo Vélez  
**Director de Tesis**



---

María Fernanda Rosales  
**Directora de escuela**



---

Karla Alejandra Escandón Abad  
**Autor**

**Characterization of the physicochemical and functional profile of potato flour  
fermented by water stress in the province of Azuay.**

**ABSTRACT**

This research determined and compared the physicochemical and functional properties of two different samples of fermented potato (*Solanum tuberosum*): a) one commercial, and b) one obtained from the Tutupali region in the Azuay province of Ecuador. Of the evaluated parameters, a high amount of amylose was found, which is associated with the higher content of resistant starch and low swelling power. In addition, differential scanning calorimetry (DSC), scanning electron microscopy (SEM) and statistical analysis were carried out, in order to increase the information of the technological characteristic of fermented potato flour.

**Keywords:** *Solanum tuberosum*, starch, functional characteristics, chemical characteristics, fermentation.



---

Marco Antonio Lazo Vélez  
**Thesis Director**



---

María Fernanda Rosales  
**Faculty Director**



---

Karla Alejandra Escandón Abad  
**Author**

Translated by



---

Karla Escandón Abad

**ÍNDICE DE CONTENIDO**

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTOS .....	iii
RESUMEN .....	iv
ABSTRACT .....	v
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	vi
INDICE DE TABLAS .....	vii
INDICE DE FIGURAS .....	viii
INDICE DE ANEXOS .....	ix
INTRODUCCIÓN .....	1
CAPÍTULO I: MATERIALES Y MÉTODOS .....	3
1.1 Harinas de papa fermentada .....	3
1.2 Caracterización fisicoquímica .....	3
1.3 Caracterización química de almidón.....	3
1.4 Caracterización Funcional .....	3
1.5 Microscopía electrónica de barrido (MEB).....	4
1.6 Propiedades térmicas del almidón.....	4
1.7 Propiedades de Gelatinización .....	4
1.8 Análisis Estadístico.....	5
CAPÍTULO II: RESULTADOS Y DISCUSIONES .....	6
2.1 Caracterización fisicoquímica.....	6
2.2 Caracterización y funcionalidad de los almidones .....	7
2.3 Microscopia Electrónica de Barrido (MEB).....	8
2.4 Propiedades térmicas y de gelatinización .....	9
2.5 Caracterización funcional .....	11
CONCLUSIÓN .....	13
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	14
ANEXOS .....	18

**INDICE DE TABLAS**

<b>Tabla 1:</b> Porcentaje retenido en tamices de harinas de papa fermentada. ....	6
<b>Tabla 2:</b> Resultados bromatológicos, y acidez de harina de papa fermentada.....	7
<b>Tabla 3:</b> Almidón digestible y resistente de harina de papa fermentada (cocida) gelatinizadas en b.s. ....	8
<b>Tabla 4:</b> Densidad, propiedades térmicas y de gelatinización de harinas de papa fermentada .....	9
<b>Tabla 5:</b> Propiedades reológicas y térmicas de harinas de papa fermentada. ....	12

**INDICE DE FIGURAS**

Figura 1: Microscopía Electrónica de Barrido de harinas de papa fermentada (PM) y papa comercial (PC). .....9

**INDICE DE ANEXOS**

Anexo 1: Papa Comercial (PC) .....	18
Anexo 2: Papa cruda seca .....	18
Anexo 3: Harina de papa fermentada (PM).....	18

Karla Alejandra Escandón Abad  
Trabajo de Graduación  
Marco Antonio Lazo Vélez, PhD.  
Junio, 2021

**Caracterización del perfil fisicoquímico y funcional de papa fermentada por estrés hídrico en la provincia del Azuay.**

**INTRODUCCIÓN**

La papa (*Solanum tuberosum*) es un producto alimenticio altamente energético debido al contenido de almidones que alcanza valores del 30% en fresco y sobre el 80% en seco. Además, contiene entre 0.17% a 3.48% de fibra, entre 0.7% a 4.6% de proteínas; entre 0.02% a 0.96% de grasas y entre 0.44% a 1.9% de cenizas, en fresco (Andrade, Bastidas, & Sherwood, 2002). Este tubérculo ha sido por años un cultivo de gran prioridad en el Ecuador. Hoy en día, en el país se siembra anualmente cerca de 66.000 hectáreas de este cultivo. De aproximadamente 2.000 especies conocidas dentro del género *Solanum* alrededor de 180 especies forman tubérculos; pero de éstas, sólo ocho son comestibles y cultivadas. A nivel nacional, el 90% de la papa se consume en estado fresco, aunque sus usos industriales son variados, entre ellos, la obtención de almidón, alcohol y celulosa de la cáscara (Andrade, Bastidas, & Sherwood, 2002).

Uno de los procesos más antiguos conocidos para la conservación de la papa y otros tubérculos, ha sido su fermentación bajo corrientes de agua. En Perú, al producto obtenido de este proceso de fermentación por estrés hídrico constante se lo conoce como *Tocosh*. La papa sometida a este proceso altera potencialmente sus propiedades y características físico-químicas convencionales (Enciso et al., 2020). Por otro lado, se ha determinado que la fermentación de la papa en la producción de *Tocosh* debe durar de 30 a 90 días dependiendo de la variedad, el tamaño del tubérculo y la temperatura del agua (Bustos, 2018). Sin embargo, Guy et al. (2012) afirman que las papas se dejan fermentar de 1-12 meses.

En la región andina de Perú, el *Tocosh* significa arrugado y fermentado, y es el resultado de la fermentación bacteriana de productos andinos como la papa, el maíz, olluco o la arracacha, almacenada en pozos construidos en la tierra, envueltos en paja o "*ichu*" y presionados mecánicamente con piedras bajo una corriente de agua proveniente de un manantial (Sandoval & Tenorio, 2015). Se caracteriza por su olor desagradable, que es lo primero en percibirse, peculiaridad que no limita su consumo o comercialización (Sandoval & Tenorio, 2015).

En general, los almidones son utilizados porque regulan y estabilizan la textura en la elaboración de alimentos y también por sus propiedades gelificantes y espesantes. No obstante, la estructura nativa del almidón, dependiendo del proceso tecnológico suele resultar deficiente ya que ciertas condiciones propias de transformación como presión, temperatura y pH, minimizan el uso del mismo en la industria causando problemas como hidrólisis o un elevado nivel de retrogradación y sinéresis (Pacheco & Techeira, 2009).

En la actualidad, las industrias requieren materias primas con diversas aplicaciones como es el caso del almidón, que además, en cierto grado sean económicas, accesibles y principalmente que puedan soportar las condiciones de procesamiento, distribución y almacenamiento a las que van a ser sometidas (Guerra, 2007). Por lo antes expuesto, la presente investigación tiene por objeto determinar y comparar las propiedades fisicoquímicas y funcionales de dos tipos de muestras de papa fermentada (*Solanum tuberosum*); una comercial y la otra procesada en la región de Tutupali en la provincia del Azuay, Ecuador.