

**UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN**  
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
Escuela Profesional de Ingeniería de Industrias  
Alimentarias



**Elaboración de brownies libres de gluten a partir de harina de  
arroz (*Oryza sativa*) y maíz morado (*Zea mays L.*)**

Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero de Industrias Alimentarias

**Autor:**

Lina Sheriff Ricce Maldonado

**Asesor:**

Ph.D. Silvia Pilco Quesada

Lima, octubre del 2024

## DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD DE TESIS

Yo Silvia Pilco Quesada, docente de la Facultad de Ingeniería de Industrias Alimentarias, Escuela Profesional de Ingeniería de Industrias Alimentarias, de la Universidad Peruana Unión.

DECLARO:

Que la presente investigación titulada: “**Elaboración de brownies libres de gluten a partir de harina de arroz (*Oryza sativa*) y maíz morado (*Zea mays L.*)**” del (los) autor (autores) (Lina Sheriff Ricce Maldonado) tiene un índice de similitud de 1 % verificable en el informe del programa Turnitin, y fue realizada en la Universidad Peruana Unión bajo mi dirección.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponde ante cualquier falsedad u omisión de los documentos como de la información aportada, firmo la presente declaración en la ciudad de Lima, a los 01 días del mes de octubre del año 2024



---

Ph.D. Silvia Pilco Quesada

### ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En Lima, Ñaña, Villa Unión, a 26 día(s) del mes de setiembre del año 2024 siendo las 07:30 horas, se reunieron los miembros del jurado en la Universidad Peruana Unión Campus Lima, bajo la dirección del (de la) presidente(a):

Ing. Joel Terson Coaquira Quispe, el (la) secretario(a): Mg. Sc. Daniel Sumire Aguenta y los demás miembros: Mg. Marita Ada Shirley Diaz de la Vega Huanca y el (la) asesor(a) Ph.D. Silvia Pilco Quesada

con el propósito de administrar el acto académico de sustentación de la tesis titulado: "Elaboración de brownies libres de gluten a partir de harina de arroz (*Oryza sativa*) y maíz morado (*Zea mays L.*)

del(los) bachiller/es: a) Lina Sheriff Ricce Maldonado  
b)  
c)

conducente a la obtención del título profesional de: Ingeniero de Industrias Alimentarias  
(Denominación del Título Profesional)

El Presidente inició el acto académico de sustentación invitando al (a la) / a (los) (las) candidato(a)s hacer uso del tiempo determinado para su exposición. Concluida la exposición, el Presidente invitó a los demás miembros del jurado a efectuar las preguntas, y aclaraciones pertinentes, las cuales fueron absueltas por al (a la) / a (los) (las) candidato(a)s. Luego, se produjo un receso para las deliberaciones y la emisión del dictamen del jurado.

Posteriormente, el jurado procedió a dejar constancia escrita sobre la evaluación en la presente acta, con el dictamen siguiente:  
Bachiller (a): Lina Sheriff Ricce Maldonado

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
Aprobado	18	A-	Muy bueno	Sobresaliente

Bachiller (b):

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	

Bachiller (c):

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	

(\*) Ver parte posterior

Finalmente, el Presidente del jurado invitó al (a la) / a (los) (las) candidato(a)s a ponerse de pie, para recibir la evaluación final y concluir el acto académico de sustentación procediéndose a registrar las firmas respectivas.

\_\_\_\_\_  
Presidente/a

\_\_\_\_\_  
Asesor/a

\_\_\_\_\_  
Bachiller (a)

\_\_\_\_\_  
Miembro

\_\_\_\_\_  
Miembro

\_\_\_\_\_  
Bachiller (b)

\_\_\_\_\_  
Bachiller (c)

*[Firma]*  
Secretaria

Esta sustentación fue realizada de manera virtual u online sincrónica según conforme al Reglamento General de Grados y Titulos.

## ÍNDICE

**Titule**

**Abstract / Resumen**

**1. Introduction**

**2. Materials and methods**

**2.1. Raw material**

**2.2. Experimental methodology**

*2.2.1. Brownie making process*

*2.2.2. Formulation of treatments*

*2.2.3. Proximate analysis of gluten-free brownies*

*2.2.4. Physicochemical analysis of gluten-free brownies*

*2.2.5. Determination of total anthocyanins*

*2.2.6. Determination of antioxidant activity by ABTS*

*2.2.7. Sensory analysis by the Just-About-Right (JAR) method*

*2.2.8. Experimental design*

**3. Results and discussion**

**3.1. Proximate analysis of gluten-free brownies**

**3.2. Physicochemical analysis of gluten-free brownies**

**3.3. Antioxidant activity by ABTS and anthocyanins**

**3.4. Sensory analysis by the Just-About-Right (JAR) method**

**4. Conclusion**

**5. References**

**6. Anexos**

## Gluten-free brownies of rice (*Oryza sativa*) and purple corn (*Zea mays L.*)

Brownies libres de gluten de arroz (*Oryza sativa*) y maíz morado (*Zea mays L.*)

Lina Sheriff Ricce-Maldonado<sup>1</sup>, Silvia Pilco-Quesada\*

<sup>1</sup>Professional School of Food Industry Engineering, Faculty of Engineering and Architecture, Universidad Peruana Unión. Lima-Peru.

\*Corresponding author: [silviapilco@upeu.edu.pe](mailto:silviapilco@upeu.edu.pe)

### ABSTRACT

Celiac disease is common, affecting 1.4% of the world's population, and requires a gluten-free diet. However, gluten-free products often have nutritional deficiencies and can cause nutritional deficiencies. In addition, additives are used in their production, making them less nutritious. Therefore, the objective of this research was to make gluten-free brownies from rice flour (*Oryza sativa*) and purple corn (*Zea mays L.*) to improve its nutritional properties and content of bioactive compounds, cacao was added to the formulation, with a total substitution of 26%, within which 4 treatments of cacao and purple corn were carried out in the following proportions of 80:20%, 70:30%, 60:40%, and 50:50%. The brownies showed similar proximal parameters to other studies, highlighting the protein content ranging from 7.26 to 7.40 g/100 g. It was observed that the variation in the proportions of cacao and purple corn directly affected the proximal parameters. The physicochemical analyses comply with the Peruvian technical standard, certifying its safety. The antioxidant activity is exceptional, especially in the M133 treatment (80% cacao:20% purple corn) with  $248562.05 \pm 1627.16$   $\mu\text{Mol}/100\text{g}$ . Sensory analysis shows that the M375 treatment is the most accepted by consumers, although it is recommended to improve the texture. The developed brownies proved to be nutritious due to their high protein content and antioxidants. Because they are gluten-free, they have the potential to be an excellent option for celiacs.

**Key words:** Anthocyanins, Antioxidants, Bakery products, Cacao, Celiac disease, Celiac food.

### RESUMEN

La enfermedad celíaca es común, afectando al 1.4% de la población mundial y requiere una dieta libre de gluten. Sin embargo, los productos libres de gluten suelen tener falencias nutricionales y pueden generar carencias nutricionales. Además, se utilizan aditivos en su

elaboración que los tornan menos nutritivos. Por ello el objetivo de esta investigación fue elaborar brownies libres de gluten a partir de harina de arroz (*Oryza sativa*) y maíz morado (*Zea mays L.*), para mejorar sus propiedades nutricionales y contenido de compuestos bioactivos se adicionó en la formulación cacao, con una sustitución total del 26% dentro del cual se realizaron 4 tratamientos de cacao y maíz morado en las siguientes proporciones de 80:20%, 70:30%, 60:40% y 50:50%. Los brownies mostraron parámetros proximales similares a otros estudios resaltando el contenido de proteína con un rango de 7.26 a 7.40g/100g. Se observó que la variación en las proporciones de cacao y maíz morado afectó directamente los parámetros proximales. Los análisis fisicoquímicos cumplen con la norma técnica peruana, certificando su seguridad. La actividad antioxidante es excepcional, especialmente en el tratamiento M133 (80% cacao:20% maiz morado) con  $248562.05 \pm 1627.16 \mu\text{Mol}/100\text{g}$ . El análisis sensorial muestra que el tratamiento M375 es el más aceptado por los consumidores, aunque se recomienda mejorar la textura. Los brownies desarrollados demostraron ser nutritivos por alto contenido de proteína y además de ser alto en antioxidantes con potencial de ser una excelente opción para celíacos por ser libres de gluten.

**Palabras claves:** Alimentos para Celiacos, Antioxidantes, Antocianinas, Cacao, Celiaquía, antioxidantes, Productos de Panadería

## HIGHLIGHTS

- The variation in the proportions of cocoa and purple corn directly affected the proximal parameters.
- The developed brownies presented a high protein and antioxidant content.
- The brownies proved to be an excellent consumption option for celiacs.

## 1. Introduction

In 2010, the Food and Drug Administration (FDA, 2010) reported that around 160 foods cause allergic reactions in specific sensitive populations, of which eight foods cause 90% of these food allergies, including wheat and its derivatives (Villanueva, 2017), Celiac disease is a common digestive disorder, its prevalence is 1.4% worldwide and 1.2% nationally, of which the most affected ages are 18 to 29 years (Asociación de Celiacos del Perú, 2019). Consequently, a gluten-free diet is required for its treatment. One disadvantage is that