

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



**Producción sostenible de bioplásticos utilizando cáscaras de  
papa peruana reforzados con montmorillonita sódica en  
condiciones altoandinas**

Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero Ambiental

**Autores:**

Yeny Rosabel Melo Chui  
Ruth Xiomara Nataly Olivera Mamani

**Asesor:**

Mtro. Juan Eduardo Vigo Rivera

**Juliaca, julio de 2025**

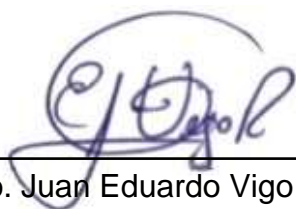
## DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD DE TESIS

Yo Mtro. Juan Eduardo Vigo Rivera, docente de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, de la Universidad Peruana Unión.

### DECLARO:

Que la presente investigación titulada: **“PRODUCCIÓN SOSTENIBLE DE BIOPLÁSTICOS UTILIZANDO CÁSCARAS DE PAPA PERUANA REFORZADOS CON MONTMORILLONITA SÓDICA EN CONDICIONES ALTOANDINAS”** del autor **Yeny Rosabel Melo Chui y Ruth Xiomara Nataly Olivera Mamani**, tiene un índice de similitud de 5% 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 Juliaca, a los 24 días del mes de julio del año 2025.



---

Mtro. Juan Eduardo Vigo Rivera

Asesor



**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS**

En Puno, Juliaca, Villa Chullunquiari, a 24 día(s) del mes de Julio del año 2025, siendo las 11:00 horas, se reunieron los miembros del jurado en la Universidad Peruana Unión Campus Juliaca, bajo la dirección del (de la) presidente(a):

Ing. Enrique Mamani Lueta el (la) secretario(a): Msc. Loyda Abigail Gondori Turpo y los demás miembros: Dr. Mateo Alejandro Salinas Mena, Msc. Miguel Angel Salcedo Enriquez y el (la) asesor(a) Mtro. Juan Eduardo Vigo Rivera con el propósito de administrar el acto académico de sustentación de la tesis titulado:

"Producción sostenible de bioplásticos utilizando cáscaras de papa peruana relogadas con montmorillonita sódica en condiciones altandinas"

del(los) bachiller(es): a) Yony Ronald Melo Ghui  
 b) Ruth Xiomara Nataly Olivera Mamani  
 c) .....

conducente a la obtención del título profesional de: Ingeniero Ambiental  
(Designación 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 el (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): Yony Ronald Melo Ghui

| CALIFICACIÓN    | ESCALAS   |           |                  | Mérito               |
|-----------------|-----------|-----------|------------------|----------------------|
|                 | Vigesimal | Literal   | Cualitativa      |                      |
| <u>Aprobado</u> | <u>18</u> | <u>A-</u> | <u>Muy Bueno</u> | <u>Sobresaliente</u> |

Bachiller (b): Ruth Xiomara Nataly Olivera Mamani








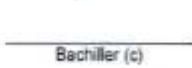
| CALIFICACIÓN    | ESCALAS   |           |                  | Mérito               |
|-----------------|-----------|-----------|------------------|----------------------|
|                 | Vigesimal | Literal   | Cualitativa      |                      |
| <u>Aprobado</u> | <u>18</u> | <u>A-</u> | <u>Muy Bueno</u> | <u>Sobresaliente</u> |

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  
 Bachiller (b)  
 Secretario/a  
 Miembro  
 Bachiller (c)

# **Producción sostenible de bioplásticos utilizando cáscaras de papa peruana reforzados con montmorillonita sódica en condiciones altoandinas**

## **Sustainable Production of Bioplastics Using Peruvian Potato Peels Reinforced with Sodium Montmorillonite under High-Andean Conditions**

### **Resumen:**

El aumento de la contaminación por plásticos y microplásticos ha generado la necesidad de desarrollar alternativas sostenibles y biodegradables. En este estudio se evaluó la viabilidad de producir bioplásticos a partir de cáscaras de papa de las variedades Canchan y Huayro, reforzados con montmorillonita sódica, bajo condiciones altoandinas. Se aplicó un diseño factorial completamente al azar ( $2 \times 3$ ), evaluando propiedades mecánicas, fisicoquímicas y biodegradabilidad de seis tratamientos. Los resultados mostraron que la formulación BH3 (Huayro + 3 g de montmorillonita) presentó el mejor desempeño, con alto módulo de elasticidad (300.04 MPa), resistencia (2.67 N), elongación (224 mm), menor humedad (7.36%) y solubilidad (16.52%), además de una biodegradabilidad del 98% en compostaje. El análisis FTIR confirmó la interacción entre almidón y montmorillonita, y el modelo cinético logístico mostró un ajuste adecuado ( $R^2 > 0.98$ ). Se concluye que el uso de residuos agrícolas locales y refuerzo mineral representa una opción viable, sostenible y alineada con el ODS 12, siendo BH3 una alternativa sólida para reemplazar plásticos convencionales en zonas rurales altoandinas.

**Palabras clave:** almidón de papa; economía circular; impacto ambiental; microplásticos; polímeros naturales, materiales biodegradables

## **Abstract**

The increase in plastic and microplastic pollution has generated the need to develop sustainable and biodegradable alternatives. This study evaluated the feasibility of producing bioplastics from potato peels of the Canchan and Huayro varieties, reinforced with sodium montmorillonite, under high-Andean conditions. A completely randomized factorial design (2 × 3) was applied to evaluate the mechanical, physicochemical, and biodegradability properties of the six treatments. The results showed that the BH3 formulation (Huayro + 3 g of montmorillonite) exhibited the best performance, with a high elasticity modulus (300.04 MPa), resistance (2.67 N), elongation (224 mm), lower moisture (7.36%), and solubility (16.52%), along with 98% biodegradability in composting. The FTIR analysis confirmed the interaction between starch and montmorillonite, and the logistic kinetic model showed a good fit ( $R^2 > 0.98$ ). It is concluded that the use of local agricultural waste and mineral reinforcement represents a viable, sustainable option aligned with SDG 12, with BH3 being a solid alternative to replace conventional plastics in high-Andean rural areas.

**Keywords:** biodegradable materials; circular economy; environmental impact; microplastics; natural polymers; potato starch.