

**UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN**

FACULTAD DE INGENIERIA

Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental



**Eficiencia del Método Takakura y Microorganismos eficientes de Molle en la producción de compost**

Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero Ambiental

**Autor:**

Lesly Rosa Gallo Estrella  
Sulamita Marinela Ramos Chipa  
Lesly Elizabteh Barzola León

**Asesor:**

Dr. Alex Huaman de la Cruz

Lima, febrero del 2024

## DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD DE TESIS

Yo Alex Huaman de la Cruz, docente de la Facultad de Ingeniero, Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, de la Universidad Peruana Unión.

DECLARO:

Que la presente investigación titulada: **“Eficiencia del Método Takakura y Microorganismos eficientes de Molle en la producción de compost”** de los autores Lesly Rosa Gallo Estrella, Sulamita Marinela Ramos Chipa, Lesly Elizabteh Barzola León tiene un índice de similitud de 13 % 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 26 días del mes de febrero del año 2024.



Pós -PhD. Alex Rubén Huamán De La Cruz

## ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En Lima, Ñaña, Villa Unión, a los **09 días** día(s) del mes de **febrero** del año 2024 siendo las **08:30 horas**, se reunieron en modalidad virtual u online sincrónica, bajo la dirección del Señor Presidente del jurado: **Mg. Milda Amparo Cruz Huaranga**, el secretario: **Ing. Orlando Alan Poma Porras**, y los demás miembros: **Mg. Jackson Edgardo Pérez Carpio y el Mg. Joel Hugo Fernández Rojas**, y el asesor, **Dr. Alex Rubén Huamán De la Cruz**, con el propósito de administrar el acto académico de sustentación de la tesis titulada: "**Eficiencia del Método Takakura y Microorganismos eficientes de Molle en la producción de compost**"

de el(los)/la(las) bachiller/es: a) **LESLY ROSA GALLO ESTRELLA**  
 ..... b) **SULAMITA MARINELA RAMOS CHIPA**  
 c) **LESLY ELIZABETH BARZOLA LEON**

conducente a la obtención del título profesional de **INGENIERO AMBIENTAL**

El Presidente inició el acto académico de sustentación invitando al (los)/a(la)(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(los)/a(la)(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:

Candidato (a) ..... **LESLY ROSA GALLO ESTRELLA**

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
<b>APROBADO</b>	<b>17</b>	<b>B*</b>	<b>MUY BUENO</b>	<b>SOBRESALIENTE</b>

Candidato (b) ..... **SULAMITA MARINELA RAMOS CHIPA**





CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
<b>APROBADO</b>	<b>17</b>	<b>B*</b>	<b>MUY BUENO</b>	<b>SOBRESALIENTE</b>

Candidato (c) ..... **LESLY ELIZABETH BARZOLA LEON**

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
<b>APROBADO</b>	<b>17</b>	<b>B*</b>	<b>MUY BUENO</b>	<b>SOBRESALIENTE</b>

(\*) Ver parte posterior

Finalmente, el Presidente del jurado invitó al(los)/a(la)(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.

<hr/> Presidente Mg. Milda Amparo Cruz Huaranga	 <hr/> Secretario Ing. Orlando Alan Poma Porras	
<hr/> Asesor Dr. Alex Rubén Huamán De la Cruz	<hr/> Miembro Mg. Jackson Edgardo Pérez Carpio	<hr/> Miembro Mg. Joel Hugo Fernández Rojas
 <hr/> Candidato/a (a) Lesly Rosa Gallo Estrella	 <hr/> Candidato/a (b) Sulamita Marinela Ramos Chipa	 <hr/> Candidato/a (c) Lesly Elizabeth Barzola Leon

## **Agradecimiento**

A nuestros padres por el apoyo brindado en el  
proceso de formación como profesional.

A los docentes de nuestra almamater quienes contribuyeron  
en nuestra formación académica, siendo hoy reflejado  
en la culminación de nuestra carrera.

A Dios por permitirnos estar presentes aquí y poder  
culminar esta etapa de formación profesional y permitirnos  
continuar con cada proyecto y meta propuesta.

# Índice

1. Título .....	6
2. Resumen .....	6
3. Palabras Clave .....	7
4. Introducción.....	8
5. Metodología .....	9
5.1. Materia prima.....	9
5.2. Obtención de inóculos .....	9
5.2.1. Método Takakura .....	9
5.2.2. Microorganismos Eficientes Molle (Schinus molle).....	10
5.3. Producción de compost .....	10
5.4. Propiedades fisicoquímicas .....	11
5.5. Análisis estadístico.....	12
5.5.1. Diseño Experimental .....	12
5.5.2. Descripción de tratamientos .....	12
6. Resultados .....	13
7. Discusión.....	21
8. Referencias bibliográficas .....	25
9. Figuras y tablas .....	30
10. Anexo.....	34
10.1. Evidencia de sumisión.....	34
10.2. Resolución de inscripción de perfil de proyecto.....	37
10.3. Carta de aprobación de comité de etica.....	39
10.4. Instrumento(s) de recolección de datos .....	39
10.5. Figuras, tablas e Imagenes.....	40

## 1. Título

Eficiencia del Método Takakura y Microorganismos eficientes de Molle en la producción de compost

Efficiency of the Takakura Method and efficient Molle microorganisms in compost production

## 2. Resumen

### Resumen español

La presente investigación se evaluó la eficiencia de dos métodos: Takakura (TK), Microorganismos eficientes de Molle (*Schinus molle*, SM) y un híbrido (TKM) para la producción de compost. Para ello, se ejecutaron fases en campo y laboratorio. Previo a ello, se hizo actividades de sensibilización, recolección y segregación de residuos orgánicos. Los residuos orgánicos (RO) fueron colocados en 10 composteras conteniendo cada compostera una misma cantidad de residuos orgánicos. Fueron elegidos aleatoriamente 3 composteras en donde se le adicione dosis de 5, 10 y 20 kg de TK, SM, y TKM, respectivamente. A la última compostera no se le adicione nada (testigo, T). Para la medición estadística se utilizó el Diseño Factorial 3<sup>2</sup>, junto con ANOVA y prueba de Tukey con un nivel de significancia de 0.05. En el cual no se evidencia significativa en la calidad de los compost obtenidos por cada método. El tiempo de degradación y maduración de cada compost fueron monitoreados en distintos periodos, donde los métodos TK y EM Molle fueron evaluados cada dos semanas por dos meses, el método híbrido fue evaluado en intervalos de una semana a 3 semanas por tres meses y el método natural fue evaluado cada tres semanas por cuatro meses, para conocer que método fue el más efectivo. Además, fueron monitoreados parámetros fisicoquímicos como T°, H%, CE, pH, MO, nutrientes (N, P, K). Los parámetros como Temperatura y Humedad se mantuvieron constantes a partir de la tercera semana para los métodos Takakura<sub>10</sub> y EM Molle<sub>10</sub>, donde ambos presentaron un incremento rápido de T° y porcentaje de humedad durante las primeras dos semanas debido a la proliferación de microorganismos. El método Takakura<sub>10</sub> tuvo un proceso más acelerado tanto en la degradación como en la madurez del compost, con un promedio de 37 días. Asimismo, el método EM Molle<sub>10</sub> presentó un promedio de 45 días. Sin embargo, el método Híbrido presentó un proceso lento donde el tiempo mínimo promedio fue de 75 días con la dosis Híbrido<sub>10</sub>. El método natural presentó un tiempo más prolongado de 120, en comparación de los métodos con diferentes dosis. El inóculo de consorcios microbianos tanto del método Takakura, EM Molle e Híbrido, aplicado en diferentes dosis tuvo un gran impacto en la calidad del compost debido a que

incrementaron la cantidad de sus nutrientes, los cuales en su mayoría se encontraron dentro de los rangos establecidos en normativas referenciales.

### **Abstract**

The present investigation evaluated the efficiency of two methods: Takakura (TK), efficient microorganisms of Molle (Schinus molle, SM) and a hybrid (TKM) for compost production. For this purpose, field and laboratory phases were carried out. Prior to this, awareness, collection and segregation of organic waste were carried out. The organic waste (OR) was placed in 10 compost bins containing the same amount of organic waste in each bin. Three compost bins were randomly selected and doses of 5, 10 and 20 kg of TK, SM, and TKM were added to them, respectively. The last compost bin was not added anything (control, T). For the statistical measurement, the Factorial Design 32 was used, together with ANOVA and Tukey's test with a significance level of 0.05. In which there is no significant evidence in the quality of the compost obtained by each method. The degradation and maturation time of each compost were monitored at different periods, where the TK and EM Molle methods were evaluated every two weeks for two months, the hybrid method was evaluated at intervals of one week to three weeks for three months and the natural method was evaluated every three weeks for four months, to know which method was the most effect. Parameters such as temperature and humidity remained constant after the third week for the Takakura10 and EM Molle10 methods, where both showed a rapid increase in  $T^{\circ}$  and humidity percentage during the first two weeks due to the proliferation of microorganisms. The Takakura10 method had a more accelerated process in both degradation and maturity of the compost, with an average of 37 days. Likewise, the EM Molle10 method averaged 45 days. However, the Hybrid method presented a slow process where the minimum average time was 75 days with the Hybrid10 dose. The natural method presented a longer time of 120 days, compared to the methods with different doses. The inoculation of microbial consortia of the Takakura, EM Molle and Hybrid methods, applied at different doses, had a great impact on the quality of the compost because they increased the amount of nutrients, most of which were found within the ranges established in reference standards.

### **3. Palabras Clave**

Español: Inoculo, Compost, Valorización, Takakura, Microorganismos eficientes, Materia orgánica, Fermentación, Maduración

Ingles: Inoculum, Compost, Valorization, Takakura, Efficient Microorganisms, Organic Matter, Fermentation, Maturation