TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

"EFICIENCIA DE *Pseudomonas aeruginosa* Y *Pseudomonas fluorescens* EN LA DEGRADACIÓN DE GLIFOSATO EN UN SUELO AGRÍCOLA CONTAMINADO"

Tesis para optar el título profesional de:

INGENIERA AMBIENTAL

Presentado por:

Guadalupe Domenica Vivas Dario (0000-0001-8203-1174)

Ximena Fiorella Ramon Alejandro (0000-0001-7895-2448)

Asesor:

Luis Abraham Gomero Osorio (0000-0002-4739-2094)

Lima – Perú

2026

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Lima, 06 de febrero del 2026

Los integrantes del Jurado de tesis:

Presidente: Mg. Carlos Alberto Satalaya Rengifo
Miembro: Mg. Wendy Elizabeth Pérez Porras
Miembro: Dr. Richard Andi Solórzano Acosta

Se reúnen para evaluar la tesis, con código de proyecto 424-2020-PRE11, titulada:

"Eficiencia de *Pseudomonas aeruginosa* y *Pseudomonas fluorescens* en la degradación de glifosato en un suelo agrícola contaminado"

Presentada por la/el estudiante/bachiller:

- **Guadalupe Doménica Vivas Darío**
- **Ximena Fiorella Ramón Alejandro**

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental

Asesorado por: Ing. Luis Abraham Gomero Osorio

Luego de haber evaluado el informe final de tesis y evaluado el desempeño del tesista de la carrera de Ingeniería Ambiental en la sustentación, concluyen de manera unánime (X) por mayoría simple ( ) calificar a:

Tesista: Guadalupe Doménica Vivas Darío & Ximena Fiorella Ramón Alejandro		Nota (en letras): 14 (catorce)	
Aprobado (X)	Aprobado - Muy buena ( )	Aprobado - Sobresaliente ( )	Desaprobado ( )

Los miembros del jurado firman en señal de conformidad.

Mg. Carlos Alberto Satalaya Rengifo

Mg. Wendy Elizabeth Pérez Porras
Miembro 1

Ing. Luis Abraham Gomero Osorio
Asesor

Dr. Richard Andi Solórzano Acosta
Miembro 2

ANEXO: FORMATO DE DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD DE CONTENIDO DE INFORME FINAL DE TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD DE CONTENIDO DE INFORME FINAL DE TESIS / TRABAJO DE INVESTIGACIÓN[1]

Lima, 18 de febrero del 2026

Señor,
Dr. Percy Mayta Tristan

Vicerrectorado de Investigación
Universidad Científica del Sur
Presente. –

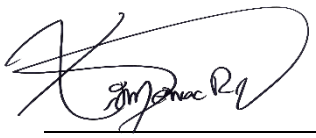
De nuestra consideración,

Nosotros**: Ximena Fiorella Ramón Alejandro** y **Guadalupe Domenica Vivas Dario** bachilleres de la carrera de INGENIERIA AMBIENTAL de la Universidad Científica del Sur, en conjunto con el asesor de tesis **Luis Abraham Gomero Osorio** , declaramos que este informe final de tesis de investigación titulado: Eficiencia de *Pseudomonas aeruginosa* y *Pseudomonas fluorescens* en la degradación de glifosato en un suelo agrícola contaminado, sustentado para obtener el título de Ingeniero ambiental es original.

Es decir, no contiene plagio parcial ni total, cuando se utilizó información de fuentes externas se reconoció la autoría mediante la adecuada citación y los resultados obtenidos son producto entero de nuestra investigación y no han sido falseados ni fabricados. Todo esto en cumplimiento del Código de ética en la investigación, Reglamento del Comité de Integridad Científica, Reglamento de Propiedad Intelectual, Normas y procedimientos de los trabajos de investigación para la obtención de títulos profesionales y grados académicos [2], que afirmamos conocer en su totalidad.

Por ello, en caso de identificarse alguna situación de plagio, falsificación o fabricación de resultados, nos allanamos al proceso de investigación que establezca la Universidad y las posibles sanciones que pudieran surgir.

Firmamos en conformidad con lo declarado,



Firma tesista
DNI: 70832796



Firma del asesor de tesis
DNI:10681962



Firma tesista
DNI: 72904868

[1] En conformidad con la Resolución del Consejo Directivo N° 084-2022-SUNEDU/CD
[2] Los documentos están en: https://investigacion.cientifica.edu.pe/reglamentos/

INFORME DE REVISIÓN DE ORIGINALIDAD

Título del documento evaluado. Eficiencia de *Pseudomonas aeruginosa* y *Pseudomonas fluorescens* en la degradación de glifosato en un suelo agrícola contaminado

Autores. Guadalupe Domenica Vivas Dario; Ximena Fiorella Ramon Alejandro

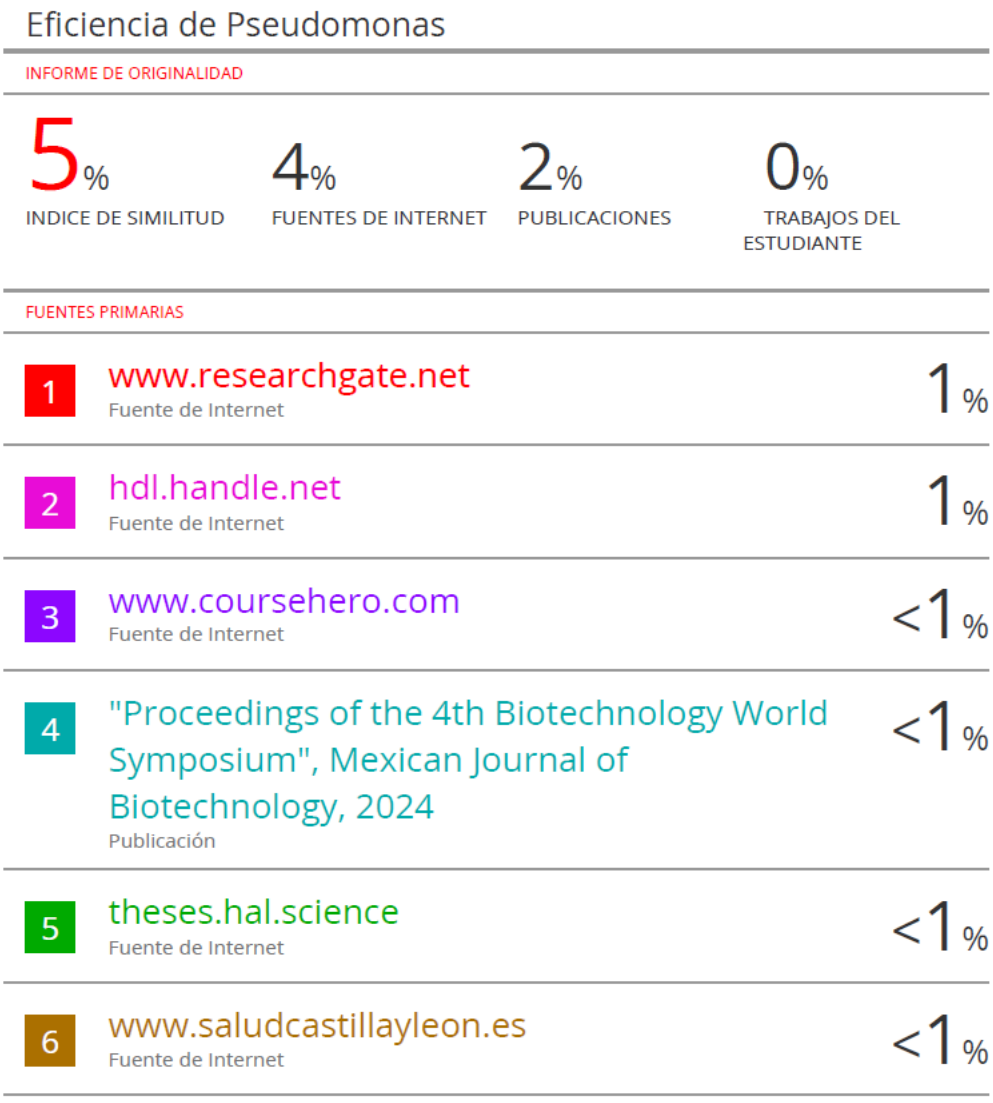
Mecanismo de revisión de originalidad. Evaluación con Turnitin (ID 2931069463)

Código de registro. 424-2020-PRE11

Resultado de la evaluación. 5%

Revisado por. Magaly Kelly Guerrero Huaracallo.

Comentarios sobre la revisión. Filtros usados: excluir fuentes de menos de 12 palabras.



TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Queremos expresar nuestro más sincero agradecimiento a todas las personas que han contribuido de manera significativa en la realización de esta investigación. En primer lugar, a Dios, por brindarnos la fortaleza y perseverancia necesarias para superar cada obstáculo en nuestras vidas.

A la Universidad Científica del Sur, Facultad de Ciencias Ambientales, Carrera de Ingeniería Ambiental, por la formación académica y profesional que nos han brindado. Al Fondo de Beca Cabieses, por el apoyo financiero que hizo posible esta investigación. Un agradecimiento especial a nuestro asesor de tesis, Luis Abraham Gomero Osorio, por su guía experta, sugerencias valiosas y comentarios constructivos durante todo el proceso de investigación.

A mi familia, le agradezco profundamente por su apoyo incondicional y constante, durante mi formación académica y el desarrollo de esta investigación. En especial, a mis padres, Hilarión y Domínica, por ser pilares fundamentales en mi vida, por sus enseñanzas, valores y ejemplo de vida. A todos mis hermanos, en particular a Elías y Virginia, por su valiosa colaboración y respaldo permanente en la fase experimental del estudio. A mis amistades, por sus consejos y ánimos constantes. A mis queridos sobrinos, Poli y Peluchín, por su compañía y alegría que iluminaron mis momentos de esfuerzo y trabajo. Finalmente, quiero expresar un cordial agradecimiento a mi padre, por su apoyo incondicional en todos los aspectos de mi vida. A pesar de las adversidades, hemos logrado superarlas juntos como familia. Te dedico esta investigación con todo mi cariño y aprecio, porque eres un padre excepcional, un ejemplo de vida y fortaleza.

Guadalupe Vivas Darío

Agradezco profundamente a mi familia por el apoyo constante durante mi formación académica y el desarrollo de la presente investigación. En especial, a mi papá César y a mi hermana Marieli, cuyo apoyo y motivación fueron fundamentales para que pudiera seguir adelante en cada etapa del proceso, así como por su valiosa colaboración en la fase experimental del estudio. Asimismo, agradezco a mis abuelos Juana y Nelo, por sus enseñanzas, valores y ejemplo de vida, y a mis tíos, por el respaldo y apoyo permanente. También agradezco a Perlita, mi fiel compañera durante las largas jornadas de trabajo. Finalmente, dedico este trabajo con especial cariño a mi sobrinita Sofía, cuya alegría fue una fuente constante de motivación, y a la memoria de mi mamá Rosio, cuyo amor, fortaleza y ejemplo de vida permanecen presentes y continúan guiando cada uno de mis logros personales y académicos.

Ximena Ramón Alejandro

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Resumen

Empresas como Agrofarma Internacional S.A.C. y Agrointesa Perú S.A.C. han realizado importantes importaciones de glifosato en Perú, alcanzando en 2024 cantidades de 17,636 kg y 6,188 kg respectivamente (Veritrade, 2024). Estas cifras reflejan la alta demanda del herbicida en la agricultura nacional y la necesidad de evaluar alternativas que reduzcan sus impactos ambientales.

Este estudio tuvo como objetivo determinar la eficiencia de *Pseudomonas aeruginosa* y *Pseudomonas fluorescens* en la degradación de glifosato en suelos agrícolas contaminados. Se emplearon suelos del valle del río Chillón, distribuidos en bandejas de tres kilogramos, contaminados con glifosato FUEGO® (480 g L^{-1}) en dos concentraciones: 0.5452 mg kg^{-1} (T1) y 1.080 mg kg^{-1} (T2). Posteriormente, se inocularon las bacterias con concentraciones de 2.40 × 10^9 UFC ml^{-1} para *P. fluorescens* y 2.32 × 10^9 UFC ml^{-1} para *P. aeruginosa*, cada una con tres repeticiones. Se incluyó un control con glifosato sin inoculación. En total se trabajó con 24 unidades experimentales bajo un Diseño Completamente Aleatorizado con arreglo factorial 4×2.

Tras cuatro meses de incubación, los análisis mostraron que *P. fluorescens* fue la cepa más eficiente, alcanzando una degradación de 66.00% en T1 y 45.73% en T2. La combinación de ambas especies logró 62.47% y 38.03%, mientras que *P. aeruginosa* registró 58.67% y 33.43%, respectivamente. El control presentó las menores tasas (50.60% y 26.70%). La evaluación indirecta, basada en el crecimiento de *Lactuca sativa* L. var. *longifolia* (54 muestras), confirmó estos hallazgos: en T1 las plántulas mostraron un mejor desarrollo que en T2, respaldando la mayor eficiencia de degradación observada en laboratorio.

Se concluye que las cepas de *Pseudomonas*, especialmente *P. fluorescens*, representan una alternativa biotecnológica viable para la biorremediación de suelos agrícolas contaminados con glifosato.

Palabras clave: Biorremediación, *Pseudomonas*, herbicida, degradación, suelo contaminado

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

ABSTRACT

Companies such as Agrofarma Internacional S.A.C. and Agrointesa Perú S.A.C. have imported significant amounts of glyphosate into Peru, reaching 17,636 kg and 6,188 kg, respectively, in 2024 (Veritrade, 2024). These figures reflect the high demand for the herbicide in national agriculture and the need to evaluate alternatives that reduce its environmental impacts.

This study aimed to determine the efficiency of *Pseudomonas aeruginosa* and *Pseudomonas fluorescens* in degrading glyphosate in contaminated agricultural soils. Soils from the Chillón River Valley were distributed in three-kilogram trays contaminated with FUEGO® glyphosate (480 g L^{-1}) at two concentrations: 0.5452 mg kg^{-1} (T1) and 1.080 mg kg^{-1} (T2). Bacteria were subsequently inoculated with concentrations of 2.40 × 10^9 CFU ml^{-1} for *P. fluorescens* and 2.32 × 10^9 CFU ml^{-1} for *P. aeruginosa*, each with three replicates. A control with glyphosate without inoculation was included. A total of 24 experimental units were used under a completely randomized design with a 4 × 2 factorial arrangement.

After four months of incubation, analyses showed that P. fluorescens was the most efficient strain, achieving degradation of 66.00% in T1 and 45.73% in T2. The combination of both species achieved 62.47% and 38.03%, while P. aeruginosa recorded 58.67% and 33.43%, respectively. The control strain had the lowest rates (50.60% and 26.70%). Indirect evaluation, based on the growth of *Lactuca sativa* L. var. *longifolia* (54 samples), confirmed these findings: in T1, the seedlings showed better development than in T2, supporting the greater degradation efficiency observed in the laboratory.

It is concluded that *Pseudomonas* strains, especially *P. fluorescens*, represent a viable biotechnological alternative for the bioremediation of agricultural soils contaminated with glyphosate.

Keywords: Bioremediation, *Pseudomonas*, herbicide, degradation, contaminated soil

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis