



FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

“TOXICIDAD DEL GLIFOSATO SOBRE *Pisum sativum* L. Y SU EFECTO EN LOS SUELOS FRANCOS ARENOSOS APLICANDO UN CONSORCIO BACTERIANO”

Tesis para optar el título profesional de:

INGENIERO AMBIENTAL

Presentado por:

Kevin Cruz Inca (0000-0002-6482-1663)

Lourdes Suna Alagon (0000-0002-5298-1141)

Asesor:

Jose Alberto Iannacone Oliver (0000-0003-3699-4732)

Lima – Perú

2023

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Lima, 13 de junio del 2024.

Los integrantes del Jurado de tesis:

Presidente: Mg. Jennifer Villavicencio Huamani
Miembro: Mg. Wendy Elizabeth Pérez Porras
Miembro: Dra. Thais Huarancca Reyes

Se reúnen para evaluar la tesis titulada:

**“TOXICIDAD DEL GLIFOSATO SOBRE *Pisum sativum* L. Y SU EFECTO EN LOS SUELOS FRANCO
ARENOSOS APLICANDO UN CONSORCIO BACTERIANO”**

Presentada por la/el estudiante/bachiller:

- **Kevin Cruz Inca**
- **Lourdes Suna Alagón**

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental

Asesorado por: Dr. José Alberto Iannacone Oliver

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 () por mayoría simple (X) calificar a:

Tesis: Kevin Cruz Inca & Lourdes Suna Alagón		Nota (en letras): 15 (quince)	
Aprobado (X)	Aprobado - Muy buena ()	Aprobado - Sobresaliente ()	Desaprobado ()

Los miembros del jurado firman en señal de conformidad.



Mg. Jennifer Villavicencio Huamani
Presidente



Mg. Wendy Elizabeth Pérez Porras
Miembro 1



Dra. Thais Huarancca Reyes
Miembro 2



Dr. José Alberto Iannacone Oliver
Asesor

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 INVESTIGACIÓN¹

Lima, **23 de junio del 2024**

Señor,
Dr. Carlos Zavalaga Reyes

**Director General de Investigación, Desarrollo e Innovación
Universidad Científica del Sur
Presente. –**

De nuestra consideración,

Yo: **Lourdes Suna Alagon y Kevin Cruz Inca**, egresados bachilleres de la carrera de **Ingeniería Ambiental** de la Universidad Científica del Sur, en conjunto con el asesor **José Alberto Iannacone Oliver**, declaramos que este informe final de tesis/trabajo de investigación titulado: **"TOXICIDAD DEL GLIFOSATO SOBRE *Pisum sativum* L. Y SU EFECTO EN LOS SUELOS FRANCOS ARENOSOS APLICANDO UN CONSORCIO BACTERIANO"**, sustentado para obtener el título/grado 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 1
DNI: 73484551

Firma del asesor de tesis
DNI: 09413998

Firma tesista 2
DNI: 75432282

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. Toxicidad del glifosato sobre *Pisum sativum* L. y su efecto en los suelos francos arenosos aplicando un consorcio bacteriano

Autores. Kevin Cruz Inca; Lourdes Suna Alagon

Mecanismo de revisión de originalidad. Evaluación con Turnitin (ID 2425354991).

Resultado de la evaluación. 5%

Revisado por. Magaly Kelly Guerrero Huaracallo.

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

Toxicidad del glifosato

INFORME DE ORIGINALIDAD

5%

INDICE DE SIMILITUD

4%

FUENTES DE INTERNET

4%

PUBLICACIONES

1%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	María Laura Foschi. "Mejora de la germinación para la propagación sexual de la alcaparra (<i>Capparis spinosa</i> L.)", Universitat Politècnica de Valencia, 2023 Publicación	1%
2	Submitted to University of Southern California Trabajo del estudiante	<1%
3	archive.org Fuente de Internet	<1%
4	www.ictp.trieste.it Fuente de Internet	<1%
5	doi.editoracubo.com.br Fuente de Internet	<1%
6	ethnobotanyjournal.org Fuente de Internet	<1%

Artículo científico

Toxicidad del glifosato sobre *Pisum sativum* y en suelo franco-arenoso aplicando un consorcio bacteriano¹

Toxicity of glyphosate in *Pisum sativum* and on sandy-loam soil applying a bacterial consortium

Summarized Title: Glifosato sobre *Pisum* en suelo con consorcio bacteriano

*Kevin Cruz-Inca*², *Lourdes Suna-Alagon*², *José Iannacone*³

¹ Este trabajo fue financiado por el concurso de fondos para proyectos de tesis (Resolución Directoral Académica de carrera N°097-2022-DACIA-DAFCA-U. CIENTIFICA) de la Universidad Científica del Sur, Lima, Perú.

² Facultad de Ciencias ambientales, Universidad Científica del Sur, Lima, Perú. kevin.cruz.inca@gmail.com (<https://orcid.org/0000-0002-6482-1663>); lourdessuna@gmail.com (<https://orcid.org/0000-0002-5298-1141>)

³ Grupo de Investigación de Sostenibilidad Ambiental – GISA, Laboratorio de Ecología y Biodiversidad Animal (LEBA), Facultad de Ciencias Naturales y Matemática, Universidad Nacional Federico Villarreal, Lima, Perú. joseiannacone@gmail.com ((autor para la correspondencia; <https://orcid.org/0000-0003-3699-4732>).

Resumen

Introducción. El glifosato (GLI), es un herbicida común que puede en exceso afectar tanto a las malezas como a los cultivos agrícolas. **Objetivo.** Evaluar la toxicidad del GLI sobre *Pisum sativum* “arveja” en suelo franco-arenoso aplicando las bacterias *Ochrobactrum anthropi* y *Pseudomonas aeruginosa* en forma individual y en consorcio bacteriano. **Materiales y métodos.** Para el estudio, se establecieron 96 macetas en un invernadero. El suelo contenido en estas macetas fue previamente mezclado con GLI, el cual fue sometido a análisis edafológico. 48 macetas contenían únicamente suelo con grupos bacterianos, y las otras 48 macetas presentaban tanto grupos bacterianos como *P. sativum*. **Resultados.** Se observó que *P. sativum* expuesto a 17,42 mL L⁻¹ de GLI redujo significativamente su crecimiento con respecto al control. Sin embargo, este efecto negativo fue eliminado con la aplicación del consorcio bacteriano, resultando tener una mejoría en el desarrollo de las plantas. Se analizó que el GLI afectó negativamente el peso fresco de la raíz (PFR) y peso fresco del tallo (PFT), especialmente a concentraciones de 8,71 mL L⁻¹ y 17,42 mL L⁻¹. Los resultados proponen que la presencia de las bacterias en suelo con GLI afectaron el pH y la conductividad eléctrica del suelo, mientras la materia orgánica no fue afectada. El potasio disponible en el suelo aumentó con la aplicación de GLI, pero la presencia de

bacterias redujo este efecto. El fósforo disponible en el suelo aumentó con *P. sativum* en suelos con GLI al 17,42 mL L⁻¹. **Conclusiones.** El GLI a concentraciones de 8,71 mL L⁻¹ y 17,42 mL L⁻¹ afecta el crecimiento del tallo y de la raíz del *P. sativum*, pero la inoculación bacteriana atenúa este efecto y modifica las propiedades del suelo. Esto subraya la relevancia de la interacción entre herbicida, microorganismos y suelo en la agricultura.

Palabras clave: Biomasa, *Ochrobactrum anthropi*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Pisum sativum*, parámetro fisicoquímico.

Abstract

Introduction. Glyphosate (GLI) is a common herbicide that can excessively affect both weeds and agricultural crops. **Objective.** To evaluate the toxicity of GLI on *Pisum sativum* “snow pea” in sandy loam soil by applying the bacteria *Ochrobactrum anthropi* and *Pseudomonas aeruginosa* individually and in a bacterial consortium. **Materials and methods.** For the study, 96 pots were set up in a greenhouse. The soil contained in these pots was previously mixed with GLI, which was subjected to pedological analysis. 48 pots contained only soil with bacterial groups, and the other 48 pots contained both bacterial groups and *P. sativum*. **Results.** It was observed that *P. sativum* exposed to 17.42 mL L⁻¹ of GLI significantly reduced its growth compared to the control. However, this negative effect was eliminated with the application of the bacterial consortium, resulting in an improvement in plant growth. It was observed that GLI negatively affected the fresh weight of the root (FWR) and the fresh weight of stem (FWS), especially at concentrations of 8.71 mL L⁻¹ and 17.42 mL L⁻¹. The results propose that the presence of bacteria in soil with GLI affected the pH and electrical conductivity of the soil, while organic matter was not affected. Available potassium in the soil increased with GLI application, but the presence of bacteria reduced this effect. Soil available phosphorus increased with *P. sativum* in soils with GLI at 17.42 mL L⁻¹. **Conclusions.** The GLI at concentrations of 8.71 mL L⁻¹ and 17.42 mL L⁻¹ affects the growth of the stem and root of *P. sativum*, but bacterial inoculation attenuates this effect and modifies the properties of the soil. This underlines the relevance of the interaction between herbicide, microorganisms and soil in agriculture.

Keywords: biomass, *Ochrobactrum anthropi*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Pisum sativum*, pedological parameter.