



FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

**“EVALUACIÓN DEL RIESGO AMBIENTAL ACUÁTICO DE LA
MEZCLA DE DOS HERBICIDAS COMERCIALES EN EL
BIOINDICADOR *Daphnia magna*”**

Tesis para optar el título profesional de:

INGENIERO AMBIENTAL

Presentado por:

Maximiliano Susanivar Agustin (0000-0003-3729-317X)

Asesor:

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

Lima – Perú

2023

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Lima, 15 de febrero del 2024.

Los integrantes del Jurado de tesis:

| |
|---|
| Presidente: Mg. César Oswaldo Arévalo Hernández |
| Miembro: Mg. Orlando Advíncula Zeballos |
| Miembro: Mg. Vladimir Alfonso León Menacho |

Se reúnen para evaluar la tesis titulada:

**“EVALUACIÓN DEL RIESGO AMBIENTAL ACUÁTICO DE LA MEZCLA DE DOS HERBICIDAS
COMERCIALES EN EL BIOINDICADOR *Daphnia magna*”**

Presentada por la/el estudiante/bachiller:

- **Maximiliano Susanivar Agustin**

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental

Asesorado por: Dr. Jose 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 calificar a:

| | | | |
|--|--------------------------|--------------------------------|-----------------|
| Tesista: Maximiliano Susanivar Agustin | | Nota: 18 (Dieciocho) | |
| Aprobado () | Aprobado - Muy buena () | Aprobado - Sobresaliente (X) | Desaprobado () |

Los miembros del jurado firman en señal de conformidad.

Mg. César Oswaldo Arévalo Hernández
Presidente

Mg. Orlando Advíncula Zeballos
Miembro 1

Mg. Vladimir Alfonso León Menacho
Miembro 2

Dr. Jose 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, 02 de marzo del 2024

Señor,
Dr. Carlos Zavalaga Reyes

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

De nuestra consideración,

Yo: **Maximiliano Susanivar Agustin**, estudiante/egresado de la carrera de **Ingeniería Ambiental** de la Universidad Científica del Sur, en conjunto con el asesor/la asesora de tesis **JOSE ALBERTO IANNAcone OLIVER**, declaramos que este informe final de tesis/trabajo de investigación titulado: **"EVALUACIÓN DEL RIESGO AMBIENTAL ACUÁTICO DE LA MEZCLA DE DOS HERBICIDAS COMERCIALES EN EL BIOINDICADOR *Daphnia magna*"** 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 mi (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: 73660686**



**Firma del asesor de tesis
DNI: 09413998**

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. Evaluación del riesgo ambiental acuático de la mezcla de dos herbicidas comerciales en el bioindicador *Daphnia magna*

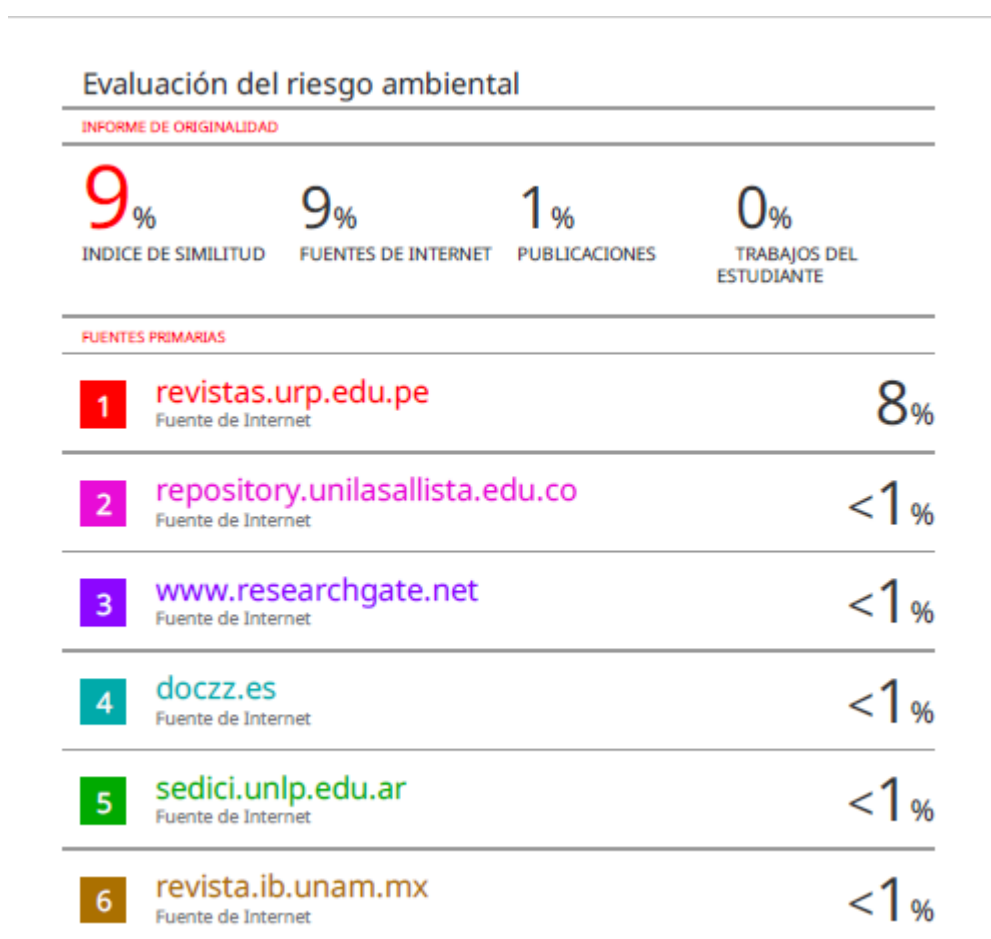
Autores. Maximiliano Susanivar Agustin

Mecanismo de revisión de originalidad. Evaluación con Turnitin (ID 2339920742).

Resultado de la evaluación. 9%

Revisado por. Magaly Kelly Guerrero Huaracallo.

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



DEDICATORIA

A mis padres, Máximo y Lorenza, quienes me enseñaron que incluso la tarea más grande se puede lograr si se hace un paso a la vez. Y para mi hijo Mateo que me enseñó que cuando la vida se pone dura y me siento solo, siempre recuerde que soy el mundo para alguien, para alguien que me dice papá.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por haberme dado la vida y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional.

A mis hermanos por alegrarme los días, por todos los consejos brindados, por compartir muchas horas de ocio, por las peleas y los ánimos.

A mis amigos, con todos los que compartí dentro y fuera de las aulas. Pues ellos se convierten en amigos de vida y algunos serán mis colegas, gracias por todo su apoyo.

Al PhD. Jose Alberto Iannacone Oliver asesor de tesis quien estuvo guiándome académicamente con su experiencia y profesionalismo.

A los docentes que, con su sabiduría, conocimiento y apoyo, motivaron a desarrollarme como persona y profesional en la Universidad Científica del Sur.

**ASSESSMENT OF THE AQUATIC ENVIRONMENTAL RISK OF THE
MIXTURE OF TWO COMMERCIAL HERBICIDES IN THE BIOINDICATOR
*Daphnia magna***

Evaluación del riesgo ambiental acuático de la mezcla de dos herbicidas comerciales en el bioindicador *Daphnia magna*

Maximiliano Susanivar-Agustin^{1*} and José Iannacone^{1,2}

¹Laboratorio de Ingeniería Ambiental. Facultad de Ciencias Ambientales. Universidad Científica del Sur (UCSUR), Lima, Perú.

²Grupo de Investigación en Sostenibilidad Ambiental (GISA), Escuela Universitaria de Posgrado (EUPG), Laboratorio de Ecología y Biodiversidad Animal (LEBA). Facultad de Ciencias Naturales y Matemática (FCCNM). Universidad Nacional Federico Villarreal (UNFV), Lima, Perú.

* Author for correspondence: 180000286@cientifica.edu.pe

RESUMEN

El bioensayo con *Daphnia magna* Strauss, 1820, es muy útil para calcular el efecto ecotoxicológico agudo individual y en mezcla de diversos químicos a través de su concentración letal media (CL₅₀). El fin de la investigación fue evaluar el riesgo ambiental acuático de la interacción (mezcla) de los herbicidas glifosato (GLY) y paraquat (PQ) en *Daphnia magna*. En ensayos a 24h y 48h de exposición, se utilizaron cultivos estandarizados en el bioindicador *Daphnia magna* donde evaluaron los herbicidas GLY y PQ, y la interacción de ambos. Los datos obtenidos para *D. magna* demostraron que la toxicidad aguda fue la siguiente: mezcla de glifosato+paraquat >paraquat >glifosato. La Evaluación del Riesgo Ambiental (ERA) sin uso del factor de seguridad (FS) mostró que el GLY no representa un riesgo individual en el cultivo de palta, mientras que en los demás escenarios (café y caña de azúcar) sí; contrario a PQ que si representa un riesgo ambiental acuático. La ERA determinada con uso del FS mostró riesgo para ambos herbicidas en todos los escenarios. Se concluye que GLY y PQ representan un riesgo para el ecosistema acuático.

Palabras clave: Bioensayo, concentración ambiental esperada, concentración letal media, mezcla de los plaguicidas, toxicidad, ambiente acuático.

ABSTRACT

The bioassay with the bioindicator *Daphnia magna* Strauss, 1820, it facilitates the achievement of acute individual and mixed ecotoxicological effect of different chemical toxicants by means of the average lethal concentration (LC₅₀). Aims of the research was to evaluate the aquatic environmental risk of the interaction (mixture) of the herbicides glyphosate (GLY) and paraquat (PQ) in *Daphnia magna*. In trials at 24h and 48h of exposure, standardized cultures were used in the bioindicator *Daphnia magna* where the herbicides GLY and PQ, and the interaction of both were evaluated. The data obtained

for *D. magna* showed that the acute toxicity was as follows: mixture of glyphosate+paraquat >paraquat >glyphosate. Environmental Risk Assessment (ERA) without using the safety factor (FS) showed that the GLY doesn't represent an individual risk in avocado crop, and other scenarios (coffee and sugarcane) it does; contrary to PQ which does represent an aquatic environmental risk. ERA determined with FS use showed risk for both herbicides in all scenarios. It is concluded that GLY and PQ pose a risk to the aquatic ecosystems.

Key words: Bioassay, expected environmental concentration, mean lethal concentration, pesticide mixture, toxicity, aquatic environment.