



**FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS Y BIOLÓGICAS**  
**CARRERA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA MARINA**

**“Capacidad de remoción de macroelementos, aniones, boro y metales pesados de *Hydrocharis laevigata* (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Byng & Christenh. en condiciones de laboratorio”**

Tesis para optar el título profesional de:  
**BIÓLOGA MARINA**

Presentado por:

Maybe Alejandra Ruiz Merino (0000-0002-4387-9567)

Asesor:

Hector Alonso Aponte Ubillús (0000-0001-5249-9534)

Lima – Perú

2023





**FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS Y BIOLÓGICAS**  
**CARRERA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA MARINA**

**“Capacidad de remoción de macroelementos, aniones, boro y metales pesados de *Hydrocharis laevigata* (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Byng & Christenh. en condiciones de laboratorio”**

Tesis para optar el título profesional de:  
**BIÓLOGA MARINA**

Presentado por:

Maybe Alejandra Ruiz Merino (0000-0002-4387-9567)

Asesor:

Hector Alonso Aponte Ubillús (0000-0001-5249-9534)

Lima – Perú

2023

**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS**

Lima, 01 de setiembre de 2023.

Los integrantes del Jurado de tesis:

Presidente: Dr. Harol Gutiérrez Peralta
Integrante: Mg. Oscar Reátegui Arévalo
Integrante: Blga. Sara Rosa Guadalupe Sánchez Rivas

Se reúnen para evaluar la tesis titulada: Capacidad de remoción de macroelementos, aniones, boro y metales pesados de *Hydrocharis laevigata* (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Byng & Christenh. en condiciones de laboratorio

Presentada por la tesista:

- Maybe Alejandra Ruiz Merino

Para optar el Título Profesional de Biólogo Marino

Asesorada por: Dr. Héctor Alonso Aponte Ubillús

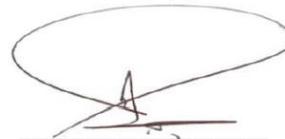
Luego de haber evaluado el informe final de tesis y evaluado el desempeño de los estudiantes en la sustentación, concluyen de manera unánime ( X ) por mayoría simple ( ) calificar a:

Tesis: Maybe Alejandra Ruiz Merino			Nota (escrito): dieciseis
Aprobado ( )	Aprobado - Muy buena ( X )	Aprobado - Sobresaliente ( )	Desaprobado ( )

Los miembros del jurado firman en señal de conformidad.



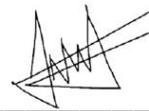
**Dr. Harol Gutiérrez Peralta**  
Presidente del jurado



**Mg. Oscar Reátegui Arévalo**  
Miembro del jurado



**Blga. Sara Rosa Guadalupe Sánchez Rivas**  
Miembro del jurado



**Dr. Héctor Alonso Aponte Ubillús**  
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 INVESTIGACIÓN<sup>1</sup>**

Lima, 10 de Octubre del 2023

Señor,

Percy Manuel Mayta Tristán

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

De nuestra consideración,

Yo: Maybe Ruiz Merino egresado de la carrera de Biología Marina de la Universidad Científica del Sur, en conjunto con el asesor de tesis Héctor Aponte Ubillús declaramos que este informe final de tesis/trabajo de investigación titulado: Capacidad de remoción de macroelementos, aniones, boro y metales pesados de *Hydrocharis laevigata* en condiciones de laboratorio sustentado para obtener el título de Bióloga Marina 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<sup>2</sup>, 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: 72739491



Firma del asesor de tesis  
DNI: 42815994

## INFORME DE REVISIÓN DE ORIGINALIDAD

**Título del documento evaluado.** Capacidad de remoción de macroelementos, aniones, boro y metales pesados de *Hydrocharis laevigata* (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Byng & Christenh. en condiciones de laboratorio

**Autores.** Maybe Alejandra Ruiz Merino.

**Mecanismo de revisión de originalidad.** Evaluación con Turnitin (ID 2195765361).

**Resultado de la evaluación.** 8%

**Revisado por.** Magaly Kelly Guerrero Huaracallo.

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



## **AGRADECIMIENTOS**

Agradecemos a la Universidad Científica del Sur por otorgar la Beca Cabieses que permitió el financiamiento de este proyecto y por la facilitación para el uso de sus instalaciones y equipos/materiales; a SERFOR por brindarnos los permisos correspondientes (RA N° D000891-2921-MIDAGRI-SERFOR-ATFFS-LIMA) para la colecta de la especie y a las personas que me ayudaron en las diferentes etapas del proyecto: Angela, Arianne, Cristina, Keller, Greaisy, Luciano, Marla y Romina.

## RESUMEN

*Hydrocharis laevigata* es una planta acuática flotante que presenta características de interés para su aplicación en fitorremediación, forraje de organismos acuáticos y captadora de carbono, dado su rápido crecimiento, alta producción de biomasa y alto potencial para la bioacumulación de contaminantes. En los últimos años, los esfuerzos en investigación se han enfocado en optimizar su propagación y aumentar su productividad en sistemas controlados. El objetivo del presente trabajo fue evaluar y cuantificar la capacidad de remoción de macroelementos, aniones, boro y metales pesados de *H. laevigata* en condiciones de laboratorio. Se utilizaron dos tratamientos con densidades de un 50% a 70% de biomasa vegetal de capacidad de carga. Se analizó la variación de la sustancia en el agua ( $\Delta MA$ , mg/L), la tasa de remoción (TR, mg. L<sup>-1</sup>. día<sup>-1</sup>), la eficiencia de remoción (ER, %) y la tasa de crecimiento relativo (TCR). Se determinó que la especie removió el Cu, Fe, Mn, Zn, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, Cl<sup>-</sup>, Mg, Ca, Na y K. No hubo diferencias entre ambos tratamientos para la ER% y la TR, se tuvo una ER% < 50% para el Cu, Fe, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, Cl<sup>-</sup>, Ca, Na y K; y una ER% > 50% para el Mn (80%) y Zn (70-72%). La TCR en el tratamiento T50 (0,06) fue mayor que en el tratamiento T70 (0,03). Los resultados muestran la capacidad de *H. laevigata* para remover múltiples metales en simultáneo lo que nos sugiere que esta especie tiene potencial para fitorremediación.

Palabras claves: eficiencia de remoción, biorremediación, *Hydrocharis laevigata*, plantas acuáticas, remoción de metales pesados

## ABSTRACT

*Hydrocharis laevigata* is a floating aquatic plant that presents characteristics of interest for its application in phytoremediation, forage of aquatic organisms, and carbon capture, given its rapid growth, high biomass production, and high potential for bioaccumulation of pollutants. In recent years, research efforts have focused on optimizing its propagation and increasing its productivity in controlled systems. The objective of this work was to evaluate and quantify the removal capacity of *H. laevigata* for macroelements, anions, boron and heavy metals under laboratory conditions. Two treatments with densities of 50% to 70% of vegetal biomass of carrying capacity were used. The variation of the substance in the water ( $\Delta MA$ , mg/L), the removal rate (TR, mg. L<sup>-1</sup>. day<sup>-1</sup>), the removal efficiency (ER, %) and the relative growth rate (TCR) were analyzed. There were no differences between the two treatments for ER% and RT, there was an ER% < 50% for Cu, Fe, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, Cl<sup>-</sup>, Ca, Na and K; and an ER% > 50% for Mn (80%) and Zn (70-72%). The TCR in the T50 treatment (0.06) was higher than in the T70 treatment (0.03). The results show the ability of *H. laevigata* to remove multiple metals simultaneously, which suggests that this species has potential for phytoremediation.

Keywords: removal efficiency, bioremediation, *Hydrocharis laevigata*, aquatic plants, heavy metal removal