

UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES
ESCUELA DE POST-GRADO
MAESTRIA EN CIENCIAS CON MENCION EN GESTION
AMBIENTAL



Determinación de la concentración de metales pesados en los fangos
conchales del Santuario Nacional los Manglares de Tumbes

TESIS

Para optar el grado académico de Maestra en Ciencias con mención
en Gestión Ambiental

Autora:

Rosa Liliana García García

Tumbes, 2024

UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES
ESCUELA DE POST-GRADO
MAESTRIA EN CIENCIAS CON MENCIÓN EN GESTIÓN
AMBIENTAL



Determinación de la concentración de metales pesados en los fangos
conchales del Santuario Nacional los Manglares de Tumbes

Tesis aprobada en forma y estilo por:

Dr. Luis Alberto Bermejo Requena (presidente)

Dr. Eber Leopoldo Herrera Palacios (secretario)

Mg. José Antonio Silva Chavez (miembro)

Tumbes, 2024

UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES
ESCUELA DE POST-GRADO
MAESTRIA EN CIENCIAS CON MENCIÓN EN GESTIÓN
AMBIENTAL



Determinación de la concentración de metales pesados en los fangos
conchales del Santuario Nacional los Manglares de Tumbes

Los suscritos declaramos que la tesis es original en su contenido y
forma:

Ing. Rosa Liliana García García (autora)

Dr. Gerardo Juan Francisco Cruz Cerro (asesor)

Mg. Eder Esaud Hidalgo Sandoval (co-asesor)

Tumbes, 2024



UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES
Licenciada
Resolución del Consejo Directivo N° 155-2019-SUNEDU/CD
ESCUELA DE POSGRADO
Tumbes – Perú

"Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la Commemoración de las Heroicas Batallas de Junín y Ayacucho"

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En Tumbes, a los cinco (05) días del mes de noviembre del dos mil veinticuatro, siendo las catorce horas y treinta minutos, se reunieron mediante la modalidad presencial en ambientes del pabellón F de la ciudad universitaria, los miembros del jurado calificador constituido con la Resolución N° 0204-2022/UNTUMBES-EPG-D, presidido por el Dr Luis Alberto Bermejo Requena, e integrado por el Dr. Eber Leopoldo Herrera Palacios (secretario), el Mg. José Antonio Silva Chávez (vocal) además del Dr. Gerardo Juan Francisco Cruz Cerro (asesor).

Instalado el jurado, se procedió a la evaluación, deliberación y calificación del acto de la sustentación de la tesis titulada: "DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE METALES PESADOS EN LOS FANGOS CONCHALES DEL SANTUARIO NACIONAL LOS MANGLARES DE TUMBES" presentada por la egresada ROSA LILIANA GARCÍA GARCÍA para optar el grado académico de MAESTRA EN CIENCIAS CON MENCIÓN EN GESTIÓN AMBIENTAL..

Concluida la sustentación y absueltas las preguntas, por parte de la sustentante y después de la correspondiente, deliberación el jurado, conforme a lo normado en el artículo N° 111 del Reglamento de Tesis de la Universidad Nacional de Tumbes, declara al sustentante aprobado, con el calificativo de **MUY BUENA**

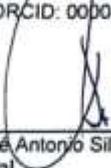
Por lo anterior, el sustentante está expedito para iniciar los trámites correspondientes y conducentes a la obtención del grado académico de Maestra en Ciencias con mención en Gestión Ambiental , en conformidad con lo normado en la Ley Universitaria N° 30220, el Texto Único Ordenado del Estatuto, El Reglamento General, el Reglamento General de Grados Títulos y el Reglamento de Tesis de la Universidad Nacional de Tumbes.

Siendo las quince horas y cuarenta y cinco minutos, del mismo día, se dio por concluido la ceremonia académica, procediendo a firmar el acta en presencia de público asistente.

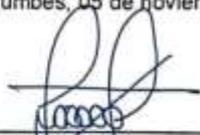
Tumbes, 05 de noviembre de 2024



Dr. Luis Alberto Bermejo Requena
Presidente
DNI: 02642832
Código ORCID: 0000-0001-5229-7034



Mg. José Antonio Silva Chávez
Vocal
DNI: 41013171
Código ORCID: 0000-0001-5763-407X



Dr. Eber Leopoldo Herrera Palacios
secretario
DNI: 42450218
Código ORCID: 0000-0002-7255-9087



Dr. Gerardo Juan Francisco Cruz Cerro
Asesor
DNI 80661595
Código ORCID: 0000-0001-6096-0183

C.c
Jurado de Tesis (05),
Asesor
Interesado
Coesesor (as)
Unidad de Investigación
Archivo (Director EPG).

Informe_Rosa_L._GARCIA_GAR CIA_12-11-2024.docx

por Rosa Liliana García García



Dr. Gerardo Juan Francisco Cruz Cerro

<https://orcid.org/0000-0001-6096-0183>

Docente Asesor

Fecha de entrega: 24-nov-2024 09:09p.m. (UTC-0500)

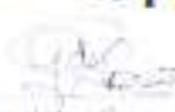
Identificador de la entrega: 2431175571

Nombre del archivo: Informe_Rosa_L._GARCIA_GARCIA_12-11-2024.docx (12.4M)

Total de palabras: 16986

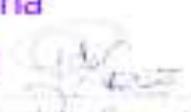
Total de caracteres: 95117

10	repositorio.uta.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
11	hdl.handle.net Fuente de Internet	<1 %
12	Submitted to Universidad Nacional de Tumbes Trabajo del estudiante	<1 %
13	William Senior, Mairin Lemus, Nieves González, Manuel Rey-Méndez, Cesar Lodeiros. "VII FORO IBEROAMERICANO DE LOS RECURSOS MARINOS Y LA ACUICULTURA", Open Science Framework, 2016 Publicación	<1 %
	 Dr. Gerardo Juan Francisco Cruz Carr https://orcid.org/0000-0001-2086-1111 Docente Asesor	
14	link.springer.com Fuente de Internet	<1 %
15	repositorio.unasam.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
16	Submitted to CONACYT Trabajo del estudiante	<1 %
17	colposdigital.colpos.mx:8080 Fuente de Internet	<1 %
18	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
19	hopeschools.eu Fuente de Internet	<1 %

		<1 %
20	<p>Carlos Antonio Anaya Merchant. "Métodos de laboratorio para el análisis de suelos", Universidad Nacional Autónoma de México, 2024</p> <p>Publicación</p>  <p>Dr. Carlos Antonio Anaya Merchant https://orcid.org/0000-0001-3096-0115 Dirección: Av. ...</p>	<1 %
21	<p>Submitted to Victoria University of Wellington</p> <p>Trabajo del estudiante</p>	<1 %
22	<p>repositorio.pucp.edu.pe</p> <p>Fuente de Internet</p>	<1 %
23	<p>T. R. Crompton. "Determination of Metals and Anions in Soils, Sediments and Sludges", Routledge, 2020</p> <p>Publicación</p>	<1 %
24	<p>Submitted to Universidad Privada del Norte</p> <p>Trabajo del estudiante</p>	<1 %
25	<p>Submitted to Universidad de los Hemisferios</p> <p>Trabajo del estudiante</p>	<1 %
26	<p>dspace.esPOCH.edu.ec</p> <p>Fuente de Internet</p>	<1 %
27	<p>revistas.unne.edu.ar</p> <p>Fuente de Internet</p>	<1 %
28	<p>repositorio.unc.edu.pe</p> <p>Fuente de Internet</p>	<1 %

29	repositorio.utc.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
30	uenf.br Fuente de Internet	<1 %
31	info.undp.org Fuente de Internet	<1 %
32	www.gob.pe Fuente de Internet	<1 %
33	E Zapata-Vívenes, L Rojas de Astudillo, G Sánchez, M Barreto. "Heavy metals and related biomarkers in Perna viridis (Bivalvia: Mytilidae) collected on the coast of Sucre State, Venezuela", Ciencias Marinas, 2012 Publicación	<1 %
34	Submitted to Escuela Politecnica Nacional Trabajo del estudiante	<1 %
35	Jimenez Moreno, Maria. "Desarrollo de metodos analiticos para especiacion de mercurio y su aplicacion a la comarca de almaden", Proquest, 20111108 Publicación	<1 %
36	journal.unhas.ac.id Fuente de Internet	<1 %
37	www.dspace.uce.edu.ec Fuente de Internet	<1 %

38 1library.co Fuente de Internet <1 %

39 Ana Sánchez Aldás, René Rodríguez -Grimón, Juan Moreno, Jorge Guillermo Chollet-Villalpando. "Análisis de la forma de la concha de Anadara tuberculosa como indicador de contaminación en manglares.", CICIMAR Oceanídes, 2024
Publicación

Dr. Ricardo San Epifanio Cortés
http://oai2.org/0000/0001/0006/0001
Dicente-San

40 BENITES HIDALGO JULIO CESAR. "Informe de Gestión Ambiental del Servicio de Protección contra Inundaciones y Erosiones del Centro Poblado de Casa Blanqueada e Infraestructura de Irrigación-IGA0014582", R.D.G. N° 255-2015-MINAGRI-DVDIAR-DGAAA, 2021
Publicación

41 pk.emu.ee Fuente de Internet <1 %

42 riiit.com.mx Fuente de Internet <1 %

43 www.researchgate.net Fuente de Internet <1 %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 15 words

Dedicatoria

A mis queridos padres, por ser mi pilar y mi inspiración constante, por su amor incondicional y por enseñarme el valor del esfuerzo y la dedicación. Su apoyo inquebrantable ha sido fundamental para llegar hasta aquí.

A mi amado esposo Eder, compañero de vida, por su paciencia, comprensión y por creer en mí incluso en los momentos más difíciles. Gracias por ser mi roca y por compartir este viaje conmigo.

A mis hijos Nathaly y Renzo, la luz de mi vida, por su alegría y por recordarme cada día la importancia de luchar por un futuro mejor. Todo lo que hago, lo hago pensando en ustedes.

A mi familia y amigos, por su apoyo y aliento constante. Sus palabras de ánimo han sido el motor que me ha impulsado a seguir adelante.

Con gratitud y amor.

Agradecimiento

Quisiera expresar mi más profundo agradecimiento a todas las personas que han hecho posible la realización de esta tesis.

En primer lugar, agradezco a mis padres, cuya sabiduría, apoyo y amor incondicional me han guiado y motivado a lo largo de mi vida. Su ejemplo de perseverancia y trabajo duro ha sido mi mayor inspiración.

A mi asesor, coasesor y a los profesores del programa de maestría, por su orientación, paciencia y valiosos conocimientos compartidos. Su guía ha sido fundamental para el desarrollo de esta investigación.

A todos mis amigos y familiares, por su ánimo constante y por creer en mis capacidades. Sus palabras de aliento han sido el motor que me impulsó a seguir adelante.

Y finalmente, a todos mis compañeros del SERNANP en especial a Maritza Madrid, Isidoro Aguirre, Henry Espinoza, Andy García y a todas las personas que, de una u otra forma, han contribuido al logro de este objetivo.

Con sincera gratitud,

Índice general

RESUMEN	xvii
ABSTRACT	xviii
CAPITULO I INTRODUCCIÓN	19
CAPITULO II REVISION DE LITERATURA	22
2.1. Ecosistema manglar	22
2.2. Metales pesados.....	22
2.3. Fangos.....	23
2.4. Dinámica de los metales en el suelo manglar	23
2.5. Acumulación de metales	24
2.6. Acumulación de metales pesados en bivalvos	25
2.7. Antecedentes	25
CAPITULO III MATERIALES Y METODOS	29
3.1. Tipo de investigación	29
3.2. Zona de estudio	29
3.3. Recolección y preparación de la muestra	29
3.4. Extracción de metales del fango	31
3.5. Caracterización del Fango	31
3.6. Análisis de los resultados.....	33
CAPITULO IV RESULTADOS Y DISCUSIONES	34
4.1. Descripción de puntos	34
4.2. Caracterización del fango	35
4.3. Contenido de metales pesados.....	42
4.4. Discusiones	47
CAPITULO V CONCLUSIONES	57
CAPITULO VI RECOMENDACIONES	58
CAPITULO VI REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	59
ANEXOS	78

Índice de tablas

Tabla 1. Descripción de los puntos de fangos conchales.....	34
Tabla 2. Clases texturales.....	40
Tabla 3. Análisis de carga factorial rotada Varimax de las variables	50

Índice de figuras

Figura 1. Distribución de los puntos de muestreo en el SNLMT.	30
Figura 2. Densidad aparente (g/cm ³) de los fangos conchales del SNLMT.	35
Figura 3. Porosidad (%) de los fangos conchales del SNLMT.	36
Figura 4. Potencial hidrogeno (pH) de los fangos conchales del SNLMT.	37
Figura 5. Conductividad eléctrica (mS/cm) de los fangos conchales del SNLMT.	37
Figura 6. Capacidad de intercambio catiónico (cmol ⁺ /kg) de los fangos conchales del SNLMT.	38
Figura 7. Textura de los fangos conchales del SNLMT.	39
Figura 8. Materia orgánica (%) de los fangos conchales del SNLMT.	41
Figura 9. Contenido de Arsénico (mg-As / kg) de los fangos conchales del SNLMT.	42
Figura 10. Contenido de Cadmio (mg-Cd / kg) de los fangos conchales del SNLMT.	43
Figura 11. Contenido de Cromo (mg-Cr / kg) de los fangos conchales del SNLMT.	44
Figura 12. Contenido de Mercurio (mg-Hg / kg) de los fangos conchales del SNLMT.	45
Figura 13. Contenido de Plomo (mg-Pb / kg) de los fangos conchales del SNLMT.	46
Figura 14. Contenido de Metales Pesado (mg / kg) de los fangos conchales del SNLMT.	47
Figura 15. Descripción de ubicación de puntos.	51

Índice de anexos

Anexo 1. Informe de resultados del análisis de octubre del 2023	78
Anexo 2. Informe de resultados del análisis de febrero del 2024	84
Anexo 3. Prueba de diferencia de medias T de Student.....	90
Anexo 4. Panel fotográfico	91

RESUMEN

Los metales pesados vienen afectando el Santuario Nacional Los Manglares de Tumbes (SNLMT), contaminando los diferentes elementos ambientales incluido los fangos. Estos fangos son el hábitat de muchas especies de fauna, las cuales se encuentran expuestas a estos elementos tóxicos debido a su mecanismo de alimentación. Por ello esta investigación buscó determinar el contenido de metales pesados en los fangos conchales del SNLMT. Se determinaron fangos conchales se tomó como criterios, el acceso a la zona y lugares donde la extracción de material hidrobiológico es más frecuente, para la extracción de muestras para el análisis de metales pesados. Cada muestra fue caracterizada edáficamente. Para el análisis de metales pesados, primero se extrajo los metales mediante agitación, centrifugación y filtración, luego se midió el contenido de metales pesados con un espectrofotómetro de masas con plasma acoplado inductivamente (ICP-MS Nexion-2000-serie-P) Perkin Elmer con un analizador de masas para realizar mediciones precisas y sensibles de una amplia gama de elementos en muestras líquidas. Se encontró como resultado que en el fango conchal del SNLMT se caracteriza por presentar una densidad aparente de $0,7725 \pm 0,084 \text{ g/cm}^3$, una porosidad del $70,8245 \pm 3,184 \%$, un pH de $6,1455 \pm 0,966$, una conductividad eléctrica de $19,847 \pm 7,608 \text{ mS/cm}$, una capacidad de intercambio catiónico de $15,115 \pm 14,080 \text{ cmol}^{(+)}\text{/kg}$, un contenido de materia orgánica del $12,355 \pm 1,443\%$ y una textura predominante en arcillas. Además, los metales pesados se encontraron con promedios de $9,74 \pm 2,76 \text{ mg/kg}$ de As, $0,28 \pm 0,08 \text{ mg/kg}$ de Cd, $28,02 \pm 8,89 \text{ mg/kg}$ de Cr, $0,29 \pm 0,21 \text{ mg/kg}$ de Hg y $12,19 \pm 3,99 \text{ mg/kg}$ de Pb. Se concluye que la presencia de metales pesados representa un potencial riesgo a largo plazo, debido a la posibilidad de bioacumulación en especies filtradoras y la fauna asociada al ecosistema manglar.

Palabras clave: Espectrofotómetro de masas, fangos conchales, metales, plomo, Santuario Nacional Los Manglares de Tumbes.

ABSTRACT

Heavy metals have been affecting the Santuario Nacional Los Manglares de Tumbes (SNLMT), contaminating different environmental elements including sludge. These sludges are the habitat of many species of fauna, which are exposed to these toxic elements due to their feeding mechanism. Therefore, this research sought to determine the content of heavy metals in the shell sludges of the SNLMT. Shell sludges were determined taking as criteria, access to the area and places where the extraction of hydrobiological material is more frequent, for the extraction of samples for the analysis of heavy metals. Each sample was characterized edaphically. For the analysis of heavy metals, the metals were first extracted by shaking, centrifugation and filtration, then the heavy metal content was measured using a Perkin Elmer inductively coupled plasma mass spectrophotometer (ICP-MS Nexion-2000-series-P) with a mass analyzer to make precise and sensitive measurements of a wide range of elements in liquid samples. It was found that the SNLMT shell mud is characterized by an apparent density of $0.7725 \pm 0.084 \text{ g/cm}^3$, a porosity of $70.8245 \pm 3.184\%$, a pH of 6.1455 ± 0.966 , an electrical conductivity of $19.847 \pm 7.608 \text{ mS/cm}$, a cation exchange capacity of $15.115 \pm 14.080 \text{ cmol(+)}/\text{kg}$, an organic matter content of $12.355 \pm 1.443\%$ and a predominant clay texture. In addition, heavy metals were found with averages of $9.74 \pm 2.76 \text{ mg/kg}$ of As, $0.28 \pm 0.08 \text{ mg/kg}$ of Cd, $28.02 \pm 8.89 \text{ mg/kg}$ of Cr, $0.29 \pm 0.21 \text{ mg/kg}$ of Hg and $12.19 \pm 3.99 \text{ mg/kg}$ of Pb. It is concluded that the presence of heavy metals represents a potential long-term risk, due to the possibility of bioaccumulation in filter-feeding species and fauna associated with the mangrove ecosystem.

Keywords: Conchal muds, lead, Santuario Nacional Los Manglares de Tumbes, soluble met, spectrophotometer of massesals.