

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO 1. ANTECEDENTES	2
1.1 Generalidades de metales.....	2
1.2 Contaminación ambiental por metales pesados.	3
1.3 Contaminación ambiental por metales pesados en el mundo y algunos ejemplos en México.	5
1.4 Contaminación ambiental por metales en la península de Yucatán.	8
1.5 Zooplancton como bioindicador de la presencia de metales.....	14
1.6 Factores de bioconcentración, bioacumulación y biodisponibilidad.	16
1.7 Evaluación de riesgo ambiental.	18
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.	19
JUSTIFICACIÓN.....	20
HIPÓTESIS.	21
OBJETIVO GENERAL.	22
CAPITULO 2 MATERIALES Y MÉTODOS.....	23
2.1 Descripción del área de estudio.....	23
2.2 Colecta de Muestras de agua	24
2.3 Colecta de sedimento.....	27
2.3.1 Determinación de pH, materia orgánica y la capacidad de intercambio catiónico en	28
2.4 Colecta de zooplancton.	29
2.4.1 Determinación de riqueza y abundancia de especies.....	30
2.4.2 Cuantificación de metales en biota acuática.	31
2.5 Análisis de los datos	31
2.6 Obtención de los factores de bioacumulación.....	32
2.7 Determinación del grado de la contaminación ambiental usando los factores de enriquecimiento (FE) y los índices de geoacumulación (I_{geo}).....	32
2.8 El índice de riesgo ecológico potencial en sedimento (RI)	34
2.9 El factor de evaluación del riesgo y umbral de riesgo ambiental	35
CAPITULO 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	37
3.1 Resultados de parámetros fisicoquímicos en agua y sedimento.	37
3.2 Resultados de la cuantificación de metales en agua y sedimento.	38
3.3 Resultados de riqueza y abundancia de zooplancton.	40
3.4 Resultados de cuantificación de metales en zooplancton	42

3.5 Determinación factores de enriquecimiento (<i>FE</i>) e índices geoacumulación (I_{geo}).....	43
3.6 Evaluación del riesgo ambiental	49
3.7 DISCUSIÓN	53
3.7.1 Parámetros fisicoquímicos en agua y sedimento.	53
3.7.2 Riqueza y abundancia	55
3.7.3 Análisis de riesgo ambiental de la Laguna Manatí.	58
4. CONCLUSIONES.....	66
Referencias	67
ANEXOS	78

RESUMEN

Los estudios previos de la cuantificación de elementos potencialmente tóxicos en las matrices ambientales agua, sedimento y biota acuática, han señalado la presencia de metales en el ambiente urbano del estado de Quintana Roo. Las investigaciones han mostrado que los metales pesados como Cr, Cd, Pb y Zn, tienen gran importancia con respecto a la contaminación ambiental y salud pública, y además son considerados por la Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ATSDR), como prioritarios por su condición de no biodegradables y su capacidad de bioacumularse y biomagnificarse en la red trófica. En este trabajo de investigación se estudió la presencia de varios metales de interés en la Laguna Manatí en el noreste del estado de Quintana en periodo de sequía (abril 2021). Se midieron metales en matrices ambientales para identificar si las concentraciones en agua y sedimentos sobrepasan los límites máximos permisibles según las referencias Screening Quick Reference Tables, (SQuiRTs, por sus siglas en inglés) (Buchman, 2008). Los resultados se utilizaron para realizar un análisis de riesgo ambiental según los métodos de Karlsson (2008), para determinar las implicaciones ecológicas y a la salud del medio biofísico. Los resultados mostraron que, en las 12 muestras de agua y la biota acuática, las concentraciones de los metales están debajo del límite de detección ($<0.02 \text{ mg L}^{-1}$), sin embargo, en el sedimento de la Laguna Manatí, se detectaron 10 metales (Al, Ba, Co, Cu, Cr, Fe, Mn, Ni, Pb y Zn), un semi-metal (B) con espectrómetro de emisión óptica de plasma con acoplamiento inducido (ICP-OES). Los metales Cu y Zn se encuentran con concentraciones de 50.0 y $2661.5 \text{ mg kg}^{-1}$ respectivamente, ambos por encima de las referencias de SQuiRTs y las guías provisionales de calidad del medio ambiente de Canadá. En la zona este de la Laguna Manatí, el metal Zn está con un valor de 386 mg kg^{-1} , por arriba de las guías provisionales de calidad del medio ambiente de Canadá. Los valores de pH (6.3-7.7), materia orgánica (0.1-0.8 %) y capacidad de intercambio catiónico en sedimento ($67\text{-}237 \text{ meq } 100 \text{ g}^{-1}$) tienen valores variables, pero no parecen ser determinantes en la disponibilidad y movilidad de los metales. Los factores de enriquecimiento (*FE*) del Zn en la zona este de la Laguna Manatí tiene valor máximo de 388.48 e índices de geoacumulación (I_{geo}) en el canal de drenaje con valores máximos de 6.47. En toda la Laguna Manatí el elemento Zn muestra riesgos ambientales graves y es necesario monitorear este metal para preservación de la Laguna Manatí.

ABSTRACT

Previous studies on the quantification of potential toxic elements in the environmental matrices of water, sediment and aquatic biota, have indicated the presence of metals in the urban environment of the state of Quintana Roo. Research has shown that metals such as Cr, Cd, Pb y Zn are of great importance with respect to environmental pollution and public health, they are also considered by the Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR), as priority due to their non-biodegradable condition and capacity to bioaccumulate and biomagnify in the trophic net. In this research, the presence of several metals of interest in the Laguna Manatí have been studied, located in the northeast of the state of Quintana Roo, during the dry period (April 2021). We explored whether the concentrations in water and sediments exceed the references according to the Screening Quick Reference Tables (SQuiRTs), Buchman, 2008. The results are used to perform an environmental risk analysis according to the methods of Karlsson (2008), to determine the ecological implications and the health of the biophysical setting. The results show that in water and aquatic biota, the concentrations of metals were below the detection limit ($<0.02 \text{ mg L}^{-1}$), however, in the sediment of Laguna Manatí, 10 metals were detected (Al, Ba, Co, Cu, Cr, Fe, Mn, Ni, Pb and Zn), and a nonmetallic element (B) with an inductively coupled plasma optical emission spectrometry (ICP-OES). In the drainage channel zone, in the south of Laguna Manatí, 10 metals were present in the sediment samples. The metals Cu and Zn are found in concentrations of 50.0 and $2661.5 \text{ mg kg}^{-1}$ respectively, both above the SQuiRTs references, and the Interim Canadian Environmental Quality Guidelines (CEQGs). In the eastern zone of Laguna Manatí, the metal Zn has a value of 386 mg kg^{-1} , above the Interim Canadian Environmental Quality Guidelines. The values of pH (6.3-7.7), organic matter (0.1-0.8 %) and cation exchange capacity in sediment ($67\text{-}237 \text{ meq } 100\text{g}^{-1}$) have variable values, likely not determining the availability and mobility of metals. The enrichment factors (*FE*) of Zn in the eastern zone of Laguna Manatí have a maximum value of 388.48 and geoaccumulation indices (I_{geo}) with maximum values of 6.47 in the drainage channel. Throughout the Laguna Manatí, the element Zn shows serious environmental risks, and it is necessary to monitor this metal for the preservation of the Laguna Manatí.