UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

"ESTUDIO COMPARATIVO DE BIOACUMULACION DE METALES PESADOS Cd, Pb Y Hg CON BIOINDICADORES *Concholepas concholepas, Fissurella latimarginata* y *Thais chocolata* EN BANCOS NATURALES DE PUNTA MECA Y SANTA ROSA EN EL DISTRITO DE ITE DE LA REGION TACNA, año 2018"

TESIS

PRESENTADO POR:

BACHILLER LIZETH CONDORI DIAZ

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO AMBIENTAL

MOQUEGUA – PERU

2020

UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

ACTA DE SUSTENTACIÓN.

El Jurado suscribiente ha calificado el trabajo de Tesis,

TITULADO "Estudio Comparativo de Bioacumulación de Metales Pesados Cd, Pb y Hg con Bioindicadores Concholepas Concholepas, Fissurella Latimarginata y Thais Chocolata en Bancos Naturales de Punta Meca y Santa Rosa en el distrito de Ite de la Región Tacna, año 2018"

PRESIDENTE Dr. Eduardo Luis Flores Quispe.

MIEMBROS M.Sc. Mario Román Flores Roque.

Lic. Jorge Antonio Morales Carazas.

ASESOR Dr. Teodoro Agripino Olarte Poma.

PRESENTADO POR EL BACHILLER Lizeth Condori Diaz.

DE LA PROMOCIÓN: 2017-I

CUYOS RESULTADOS HAN SIDO LOS SIGUIENTES:

CALIFICATIVO DEL TRABAJO 15

CALIFICATIVO DE LA SUSTENTACIÓN 15

CALIFICATIVO FINAL 15

POR LO EXPUESTO, EL BACHILLER Lizeth Condori Diaz

HA SIDO DECLARADO EXPEDITO PARA QUE SE LE CONFIERA EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AMBIENTAL

EN FE DE ELLO QUEDA ASENTADA LA PRESENTE ACTA

Ilo, a los 15 días de Diciembre de 2020

Presidente
Dr. EDUARDO LUIS FLORES QUISPE

Miembro
M.Sc. Mario Román Flores Roque

Miembro
Lic. Jorge Morales Carazas

DEDICATORIA

A DIOS por guiarme e iluminar mi camino.

A mi familia, por su comprensión y constante apoyo.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional de Moquegua y a la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, por la oportunidad de mi desarrollo académico y contribución en mi formación profesional.

Al Instituto del Mar del Perú sede Ilo, al Mg. Ygor Sanz Ludueña por brindarme la oportunidad de realizar el presente trabajo en el Instituto del Mar del Perú.

A mi asesor Dr. Teodoro Olarte Poma, por su orientación, asesoramiento y por compartir su valioso tiempo y conocimientos, los cuales han sido de gran apoyo para la realización de la presente tesis.

A mi Co Asesor el Ing. Fredy Cárdenas Ramos, por la orientación, motivación, aporte y apoyo incondicional para el desarrollo de la presente tesis.

A los miembros del jurado, porque gracias a ellos fortalecí mis conocimientos.

Al Ing. Marco Vera Zuñiga, por su apoyo y colaboración en el desarrollo de la presente tesis.

A mi familia y amigos por su acompañamiento y motivación en cada uno de mis objetivos.

Lizeth C.D.

RESUMEN

El presente estudio está enmarcado en la línea de investigación de contaminación por relaves mineros, tiene el propósito de realizar comparaciones a partir de sus medias cuando sus variables independientes son analizadas individualmente, respecto a la variable dependiente. Las variables estudiadas son: bancos naturales, tipos de metales pesados, especies bioacumuladoras y grupos etarios de estas especies. El estudio se realizó en la zona de Punta Meca y Santa Rosa, los datos recogidos proceden de un muestreo no probabilístico.

La intención analítica, es contrastar las hipótesis, de medias diferentes para la hipótesis alterna y medias iguales para la hipótesis nula. Se empleó el análisis de varianza con un factor inter sujeto y el análisis de la varianza de Kruskal Wallis para el procedimiento estadístico.

Del contexto de los bancos naturales el valor significancia asintótica es 0.866, esto con respecto al objetivo general, con ello se puede concluir que con un nivel de confianza del 95% no presentan diferencias estadísticas. Para los objetivos específicos, las combinaciones de las variables independientes conformaron 06 pares, al comparar los resultados de estas interacciones no se encontraron diferencias entre los grupos evaluados, exceptuando para el caso del cadmio como metal pesado; con el segundo objetivo específico, de la combinación de las variables se conformaron 03 grupos, al comparar los resultados de las interacciones múltiples, se concluye que las interacciones presentan diferencia estadística para el caso de 2 y 4 variables asociadas.

Las especies con mayor bioacumulación son: el caracol y la tolina del banco Punta Meca, mostrando valores de 1.02 mg/g y 0.34 mg/g respectivamente en cadmio. En el banco Santa Rosa, las especies bentónicas con mayor bioacumulación son el caracol, la tolina y la lapa mostrando valores de 0.46 mg/g, 0.84 mg/g y 0.42 mg/g respectivamente en cadmio. De todos ellos el caracol con 1.02 mg/g en cadmio supera los límites máximos permitidos establecidos por la Unión Europea, que indica como límite 1.0 mg/g.

Finalmente, la contratación de la hipótesis concluyó que, los resultados estadísticos en general se ajustaron mejor a la hipótesis alterna, esto se debe a la contribución de la variable tipo de metales pesados específicamente la participación del cadmio.

Palabras Clave: Banco Natural, metales pesados, bioindicadores, concentración.

ABSTRACT

The present study is framed within the line of research on contamination by mining tailings, with the purpose of making comparisons based on their means when their independent variables are analyzed individually, with respect to the dependent variable. The variables studied are: natural banks, types of heavy metals, bioaccumulator species and age groups of these species. The study was carried out in the area of Punta Meca and Santa Rosa, the data collected came from a non-probabilistic sampling.

The analytical intention is to contrast the hypotheses of different means for the alternative hypothesis and equal means for the null hypothesis. The analysis of variance with an inter-subject factor and the Kruskal Wallis analysis of variance were used for the statistical procedure.

From the context of the natural banks the asymptotic significance value is 0.866, this with respect to the general objective, with this it can be concluded that with a confidence level of 95% there are no statistical differences. For the specific objectives, the combinations of the independent variables formed 06 pairs, when comparing the results of these interactions no differences were found between the evaluated groups, except for the case of cadmium as a heavy metal; with the second specific objective, the combination of the variables formed 03 groups, when comparing the results of the multiple interactions, it is concluded that the interactions present statistical differences for the case of 2 and 4 associated variables.

The species with the highest bioaccumulation are: the snail and the dogfish of Punta Meca bank, showing values of 1.02 mg/g and 0.34 mg/g respectively in cadmium. In the Santa Rosa bank, the benthic species with the highest bioaccumulation are the snail, the dogfish and the limpet showing values of 0.46 mg/g, 0.84 mg/g and 0.42 mg/g respectively in cadmium. Of all of them, the snail with 1.02 mg/g in cadmium exceeds the maximum permitted limits stablished by the European Union, which indicates a limit of 1.0 mg/g.

Finally, the contracting of the hypothesis concluded that the statistical results in general were better adjusted to the alternative hypothesis, this is due to the contribution of the variable type of heavy metals, specifically the participation of cadmium.

Key words: Natural bank, heavy metals, bioindicators, concentration.

INDICE GENERAL

CONTENIDO

RESUMEN IV
INTRODUCCION 1
CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 4
1.1 DESCRIPCION DE LA REALIDAD PROBLEMATICA 4
1.2 FORMULACION DEL PROBLEMA 5
1.3 FORMULACION DE OBJETIVOS 6
1.4 FORMULACION DE HIPOTESIS 7
CAPITULO II: MARCO TEORICO 8
2.1 ANTECEDENTES DEL ESTUDIO 8
2.2 BASES TEORICAS 14
2.3 MARCO NORMATIVO 26
2.4 ABREVIATURAS 26
CAPITULO III: MARCO METODOLÓGICO 27
3.1 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN 27
3.2 TIPO DE INVESTIGACIÓN 27
3.3 NIVEL DE INVESTIGACIÓN 28
3.4 ÁMBITO TEMPORAL Y ESPACIAL 29
CAPITULO IV: PRESENTACION DE RESULTADOS 34
4.1 PRUEBAS DE NORMALIDAD Y HOMOGENEIDAD 37
4.2 ANÁLISIS ESTADÍSTICO CON LAS VARIABLES DEL ESTUDIO 39
4.3 PROCESAMIENTO ESTADÍSTICO DE LOS DATOS CON SPSS 41
4.4 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS ESTADISTICOS 60
4.5 RESUMEN DEL ANALISIS E INTERPRETACION DEL ESTUDIO (Pre conclusión) 73
CONCLUSIONES 79
RECOMENDACIONES 81
BIBLIOGRAFÍA 82
ANEXOS 87

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Gráfico de concentración y bancos naturales..... 44
Figura 2. Gráfico de concentración y especies bioacumuladoras.... 46
Figura 3. Gráfico de la concentración y tipo de metales pesados ... 48
Figura 4. Gráfico de la concentración y grupos etarios 50
Figura 5: Gráfico de concentración y especies bioacumuladoras.... 75
Figura 6. Zona de Muestreo Santa Rosa..... 90
Figura 7. Zona de Muestreo Santa Rosa..... 90
Figura 8. Zona de Muestreo Punta Meca 90
Figura 9. Zona de Muestreo Punta Meca 90
Figura 10. Muestras..... 91
Figura 11. Muestra del recurso tolina 91
Figura 12. Recepcionando las muestras 91
Figura 13. Marcando las coordenadas 91
Figura 14. Selección del recursos tolina etariamente..... 92
Figura 15. Medición de las muestras con vernier 92
Figura 16. Seleccionando las muestras..... 92
Figura 17. Seleccionando las muestras..... 92
Figura 18. Selección del recurso lapa etariamente..... 92
Figura 19. Selección del recurso tolina etariamente..... 92
Figura 20. Desvalvamiento de las muestras..... 93
Figura 21. Selección del recurso caracol etariamente..... 93
Figura 22. Lavado después del desvalvado 93
Figura 23. Peso de las muestras para el envío al laboratorio..... 93

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Marco Normativo Metales Pesados sobre los Moluscos ... 26
Tabla 2. Pruebas de normalidad para la concentración y especies 37
Tabla 3. Prueba de homogeneidad de varianzas para la concentración y especies bioacumuladoras 37
Tabla 4. Prueba de homogeneidad de varianza para la concentración y tipo de metales pesados 38
Tabla 5. Prueba de normalidad para concentración y grupos etarios 38
Tabla 6. Prueba de homogenidad de varianza para concentración y grupos etarios 39
Tabla 7. Configuración de las Interacciones de las Variables Independientes para Realizar las Comparaciones de las Medias. .. 41
Tabla 8. Cantidad de datos (N) en bancos naturales que registran la concentración de los metales pesados 42
Tabla 9. Determinación del estadístico F y el p-valor para los bancos naturales 42
Tabla 10. Análisis de varianza para la concentración de metales pesados en los bancos naturales 43
Tabla 11. Estadísticos de prueba[a,b] 43
Tabla 12. Cantidad de datos (N) en las especies bioindicadores que registran la concentración de los metales pesados. 44
Tabla 13. *Determinación del estadístico F (Fisher) y el p-valor para la concentración vs las especies Bioacumuladoras* 44
Tabla 14. Análisis de varianza para la concentración de las especies bioacumuladoras 45
Tabla 15. Estadísticos de prueba 45
Tabla 16. Cantidad de datos (N) en los metales pesados que registran la concentración de los metales pesados 46
Tabla 17. Determinación del estadístico F (Fisher) y el p-valor para los diferentes metales pesados 47

Tabla 18. Análisis de varianza para la concentración y tipos de metales pesados 47
Tabla 19. Estadísticos de prueba[a,b] 48
Tabla 20. Cantidad de datos (N) en los grupos etario que registran la concentración de los metales pesados 49
Tabla 21. Determinación del estadístico F (fisher) y el p-valor para los grupos etarios 49
Tabla 22. Análisis de varianza para la concentración y los grupos etarios 49
Tabla 23. Estadísticos de prueba[a,b] 50
Tabla 24. Cantidad de datos (n) en los bancos naturales y las especies bioacumuladores 51
Tabla 25. Determinación del estadístico F (fisher) y el p-valor para la interacción de bancos naturales y las especies bioindicadores 51
Tabla 26. Cantidad de datos (N) en los bancos naturales y los grupos etarios 52
Tabla 27. Determinación del estadístico F (fisher) y el p-valor para la interacción de bancos naturales con los grupos etarios 52
Tabla 28. Cantidad de datos (N) en los bancos naturales y los metales pesados 53
Tabla 29. Determinación del estadístico F (Fisher) y el p-valor para interacción de los bancos naturales con los metales pesados 53
Tabla 30. Cantidad de datos (n) en las especies bioacumuladoras con metales pesados 54
Tabla 31. Determinación del estadístico F (Fisher) y el p-valor para la interacción por parejas de las especies bioacumuladores y los metales pesados 54
Tabla 32. Cantidad de datos (n) en las especies bioacumuladoras con grupos etarios 55
Tabla 33. Determinación del estadístico F (fisher) y el p-valor para la interacción por parejas de las especies bioacumuladores y los grupos etarios 55

Tabla 34. Cantidad de datos (n) en los metales pesados y los grupos etarios que registran la concentración de los metales pesados 56
Tabla 35. Determinación del estadístico F (Fisher) y el p-valor para la interacción por parejas de los grupos etarios y los metales pesados 56
Tabla 36. Cantidad de datos (n) en los bancos naturales, especies basculadoras, y grupos etarios que registran la concentración de los metales pesados 57
Tabla 37. Determinación del estadístico F (fisher) y el p-valor para la interacción múltiple de las variables bancos naturales, especies bioindicadores y grupos etarios 57
Tabla 38. Cantidad de datos (N) en los metales pesados, especies bioacumuladoras y bancos naturales 58
Tabla 39. Determinación del estadístico F (fisher) y el p-valor para la interacción múltiple de las variables bancos naturales, la especies bioindicadores y metales pesados..... 58
Tabla 40. Cantidad de datos (n) en los bancos naturales, especies bioacumuladoras, grupos etarios y metales pesados 59
Tabla 41. Determinación del estadístico F y el p-valor para la interacción múltiple de las variables bancos naturales, especies bioindicadores, grupos etarios y metales pesados 59
Tabla 42. Comparación del P- valor de cada variable independiente con el nivel de significancia del 5% o α= 0.05 y su efecto en la variable dependiente..... 62
Tabla 43. Comparación del P- valor de la interacción de 02 variables independientes con el nivel de significancia del 5% = 0.05 y su efecto sobre la variable dependiente. 63
Tabla 44. Comparación del P-valor de la interacción de 03 variables independientes 65
Tabla 45. Comparación del P- valor de la interacción de 04 variables independientes con el nivel de significancia del 5% = 0.05 66

Tabla 46. Comparaciones múltiples de las medias de los metales pesados 68
Tabla 47. Comparaciones múltiples de la media de la variable metales pesados con el test de Tukey. 69
Tabla 48. Comparaciones múltiples de la media del tipo de especies bioacumuladoras con el test de Tukey. 70
Tabla 49. Comparaciones múltiples de la media de la variable tipo de especies bioacumuladoras con el test de Tukey. 71
Tabla 50. Comparaciones múltiples de la media del grupo etario de las especies bioacumuladoras con el test de Tukey. 72
Tabla 51. Comparaciones múltiples de la media de la variable grupos etarios con el test de Tukey. 73
Tabla 52. Comparación del P- valor de cada variable independiente con el nivel de significancia del 5% o α= 0.05 y su efecto en la variable dependiente. 74

INTRODUCCION

En estas últimas décadas, la contaminación marina global se ha venido incrementando por acción de diferentes fuentes, dentro de las principales podemos mencionar a los relaves mineros que, en sus contenidos llevan diferentes químicos, que son tóxicos para el ambiente y para el ser humano. Muchas veces estos relaves como consecuencia llegan a colapsar los ecosistemas marinos al no tener ningún control por parte de las entidades que deben fiscalizar las descargas de estos efluentes y los seguimientos ambientales sobre los depósitos de relaves existentes.

En el Perú hay un aproximado de 540 empresas mineras en operación según la revista del Proveedor Minero y el Directorio Minero del Perú (2016), con un número desconocido de depósitos de relaves activos e inactivos, la revista identifica que la mayor deficiencia de depósitos es la prevención de eventos extremos y la tecnología que usan. Son pocas las empresas que recirculan el agua de sus proceso hacia la concentradora (MEM, 2000), la mayoría tienden a descargar en arroyos y ríos, algunos como destino final a la mar, impactado así flora y fauna marina.

Al Sur del Perú, se encuentra la zona marino costera de la Bahía de Ite, esta zona se ha visto sometida a una fuerte presión por contaminación minero metalúrgica por un aproximado de 50 años, por la descarga de relaves de sus procesos de la planta concentradora ha sido dispuesta hacia

el cuerpo de agua del mar y a lo largo de su trayecto ha generado un deterioro de su flora y fauna, creando depósitos de relaves en la bahía de Ite.

En el litoral de la zona marino costera del distrito de Ite, se encuentran dos bancos naturales importantes para la conservación del ecosistema marino, el Banco Natural Punta Meca y el de Santa Rosa, bancos que albergaban grandes comunidades bentónicas con importancia comercial y de consumo directo por el hombre, como el *Concholepas Concholepas* (tolina), *Fissurella Latimarginata (*lapa), el *Thais Chocolata* (caracol)*,* entre otros, los cuales han sido extraídos desde tiempos pasados por los pescadores artesanales. De estos hechos, surge la necesidad de realizar el presente estudio comparativo, el cual está estructurado en 4 capítulos:

En el capítulo 1, se expone el planteamiento del problema, formado por cuatro tópicos: la descripción de la realidad problemática, la formulación del problema, los objetivos y el planteamiento de la hipótesis. Todos estos puntos tienen el mismo fin, realizar comparaciones a partir de sus medias cuando sus variables independientes son analizadas individualmente, respecto a la variable dependiente concentración de metales pesados.

En el capítulo 2, se encuentra el marco teórico formado por dos subcapítulos principales: los antecedentes investigativos (a nivel internacional y nacional) y las bases teóricas que servirán para comprender

el presente estudio, adicionalmente se incluye un marco normativo que permitirá realizar una comparación de los resultados del estudio con la normativa nacional de SANIPES y exterior como de la Unión Europea y la Legislación australiana, como último punto se encuentra un listado de abreviaturas de los términos necesarios al presente estudio. El marco metodológico se encuentra en el capítulo 3, formado con tres subcapítulos, el tipo o nivel de investigación al cual es definido como nivel explicativo porque aparte de tener más de dos variables busca las causas que expliquen las diferencias o semejanzas en el propósito de comparar la contaminación de los bancos naturales, el diseño de investigación que se define como un estudio no experimental pero si observacional, con respecto ámbito temporal y espacial se menciona la fecha de realización del trabajo de campo y el lugar del área de estudio.

En el capítulo 4, la presentación de resultados está conformado por tres partes importantes: el análisis estadístico con las variables de estudios, análisis e interpretación de los datos estadísticos, la cual permitirá comparar y contrastar la hipótesis planteada como propósito del estudio, en este sentido se elabora un resumen del análisis e interpretación del estudio como parte de una pre conclusión. Finalmente, se presenta las conclusiones y recomendaciones en este último punto, se expone algunas sugerencias para la ampliación de posteriores investigaciones en esta línea de investigación.

CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 DESCRIPCION DE LA REALIDAD PROBLEMATICA

Los Bancos Naturales Punta Meca y Santa Rosa ubicados en el litoral costero de la bahía de Ite de la provincia de Jorge Basadre de la Región Tacna, fueron impactados por el discurrimiento de relaves mineros hacia la mar desde hace un aproximado de cincuenta años, mediante el rio Locumba, este río desemboca en la Bahía de Ite, y por causa de la deposición de materiales del relave, se formó una franja en el litoral costero de un aproximado de quince kilómetros causando así un deterioro en los ecosistemas, afectando la flora y la fauna de los Bancos Naturales; sin embargo estos bancos han logrado resistir, pero en la actualidad no se han podido recuperase completamente, algunas especies lograron adaptarse a los cambios, cabe mencionar que ya no existe la misma diversidad que existía en esos tiempos de mayor impacto, aun así la población y pescadores artesanales siguen extrayendo especies para el comercio y el consumo propio, poniendo en riesgo la salud de la población que consumen estas especies.

Actualmente, el conocimiento que se tiene sobre la concentración de metales pesados que contienen las especies de *Concholepas concholepas, Fissurella latimarginata y Thais chocolata* es mínima, el presente trabajo se limita a estudiar dos áreas de estudio que se consideran importantes, debido a la proximidad de límites de la bahía de Ite, estas condiciones van a permitir determinar la bioacumulación de cadmio, plomo y mercurio en los bioindicadores en los Bancos Naturales Punta Meca y Santa Rosa, con el fin de cuantificar cada metal en cada especie, se ha considerado incluir los estadios por bancos, realizando comparaciones a partir de sus medias cuando sus variables independientes son analizadas individualmente, respecto a la variable dependiente concentración de metales pesados.

1.2 FORMULACION DEL PROBLEMA

1.2.1 Interrogante general

¿Existen diferencias en las medias de concentración de los metales pesados Cd, Pb y Hg en los bioindicadores *Concholepas concholepas, Fissurella latimarginata* y *Thais chocolata* en las variables especies de bioindicadores, grupos etarios, metales pesados para los bancos naturales de Punta Meca y Santa Rosa del distrito de Ite, año 2018?

1.2.2 Interrogantes específicas

- ¿Tiene algún efecto comparativo la concentración de metales pesados cuando se dan las interacciones por pares de las variables especies de bioindicadores, grupos etarios, metales pesados para

los bancos naturales de Punta Meca y Santa Rosa del Distrito de Ite, año 2018?

▪ ¿Tiene algún efecto comparativo la concentración de metales pesados cuando se dan las interacciones múltiples de las variables especies de bioindicadores, grupos etarios, metales pesados para los bancos naturales de Punta Meca y Santa Rosa del Distrito de Ite, año 2018?

1.3 FORMULACION DE OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo general

Determinar comparativamente las diferencias de las medias en la concentración en los metales pesados Cd, Pb y Hg en los bioindicadores *Concholepas concholepas, Fissurella latimarginata* y *Thais chocolata* para las variables especies de bioindicadores, grupos etarios, metales pesados para los bancos naturales de Punta Meca y Santa Rosa del Distrito de Ite, año 2018.

1.3.2 Objetivos específicos

▪ Analizar las varianzas de las medias para la comparación de las interacciones por pares de las variables especies de bioindicadores, grupos etarios, metales pesados para los bancos naturales de Punta Meca y Santa Rosa del Distrito de Ite, año 2018.

▪ Analizar las varianzas de las medias para la comparación de las interacciones múltiples de las variables especies de bioindicadores, grupos etarios, metales pesados para los bancos naturales de Punta Meca y Santa Rosa del Distrito de Ite, año 2018.

1.4 FORMULACION DE HIPOTESIS

Para el contraste de igualdad de medias y cumplir con los objetivos planteados en el estudio, se debe formular la hipótesis del estudio.

El análisis de la varianza permite comparar múltiples medias, pero lo hace mediante el estudio de las varianzas. La hipótesis nula de la que parten los diferentes tipos de análisis de la varianza es que, la media de la variable estudiada es igual en los diferentes grupos, en contraposición con la hipótesis alterna que, es la hipótesis del investigador, que propone y quiere demostrar que al menos dos medias difieren de forma significativa.

Ho = Todas las medias de los parámetros o grupos son iguales
Ha = Todas las medias de los parámetros o grupos son diferentes

En este sentido, la representación estadística de las hipótesis que se desea contrastar en el presente estudio, es la siguiente:

$$H_0: \mu_i = \mu_j$$
$$H_0: \mu_i \neq \mu_j$$

CAPITULO II: MARCO TEORICO

2.1 ANTECEDENTES DEL ESTUDIO

2.1.1 A nivel internacional

Jitar et al. (2014), realizaron la investigación: *Bioacumulación de metales pesados en organismos marinos del sector rumano del Mar Negro – 2014,* en el Instituto Nacional de Investigación Marina de Georgia Antipa, llegando a la siguiente conclusión:

> A mayor profundidad la concentración de metales pesados ira en aumento; por tanto, las algas y los moluscos están relacionados directamente. Las algas, tiene propiedades que le permite adsorber los metales pesados, y en su mayor cantidad los moluscos se alimentan de algas. Se especifica que un organismo es capaz de presentar mayor capacidad de bioacumulación para un elemento que para otros, por ello, son considerados como bioindicadores de la contaminación.

Li y Zhang (2013), realizo el estudio: *Concentración y evaluación de metales pesados en bentos en el área de Lianyungang – 2013,* en la Universidad Tecnológica de Michigan, Houghton, USA, concluyendo que:

> Los organismos poseen diferentes capacidades de acumulación para diferentes metales pesados, los moluscos bioacumulan en mayor cantidad el cadmio y los crustáceos tienden a bioacumular el mercurio.

Sobrino et al. (2013), realizaron la investigación: *Evaluación del riesgo por consumir moluscos contaminados con cadmio, cromo y plomo, presentado en la revista Hidrobiológica de México - 2007, determinaron que:*

> En los moluscos bivalvos como son las almejas tienen la capacidad de bioacumular metales pesados en sus tejidos de los cuales los más resaltantes son la concentración promedio de cadmio de 1.760ug/g y del plomo 3.340ug/g, estos superaron los límites establecidos en la Norma Oficial Mexicana y estándares internacionales.

Wang et al. (2012), realizaron el *Estudio sobre las características de contaminación de los metales pesados en el agua de mar de la bahía de Jinzhou – 2012,* en la Escuela de Medio Ambiente de la Universidad Normal de Pekin. Concluyendo que:

> La distribución de los metales se ve afectada por la contaminación y la fuerza hidrodinámica de la mar, se encontró mayor concentración en el fondo del mar que en la superficie.

Jin et al. (2011), realizaron la investigación: *Determinación de Cadmio en moluscos bivalvos por digestión por microondas con espectrometría de masas de plasma de acoplamiento inductivo – 2011,* publicado en la revista Scientific. Concluyendo que:

> La almeja de lodo (3.20 mg/g) y la vieira (2.99 mg/g) tienen la capacidad de acumulación relativamente alta, lo que conlleva que los moluscos tienen la capacidad de bioacumular metales pesados.

Figueroa et al. (2007), realizaron la investigación: *Evaluación del riesgo por consumir moluscos contaminados con cadmio, cromo y plomo – 2007,* publicado en la revista de la Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa. Concluyendo que:

> El consumo de moluscos constituye un aporte de metales parcialmente tóxicos a la dieta humana, es poco probable un envenenamiento agudo por su ingesta, pero si pueden constituir un riesgo de intoxicación crónica para los habitantes de zonas costeras que tengan un consumo interdiario de estos moluscos.

2.1.2 A nivel nacional

Rebasa (2015), realizo la investigación: *Evaluación de la contaminación por bioacumulación de Cd, Pb y Hg en moluscos bivalvos en la zona de amortiguamiento de la bahía de Sechura – 2015,* en la Universidad Nacional de Trujillo, concluyó que:

> El Ostión del norte bioacumuló en promedio 0.205 mg/g de cadmio, la Navajuela 0.088 mg/g de plomo y la almeja 0.09 mg/g de mercurio, estas concentraciones no superaron los límites máximos permisibles fijados por la Unión Europea, considerando que hay riesgo de contaminación por actividades de desembarque, por combustibles, y por fondeadero de embarcaciones.

Guzmán (2014), realizo la investigación: *Cobre total en organismos bentónicos y su relación con acciones antrópicas y naturales – 2014,* en la Universidad Nacional Federico Villareal, concluyendo que:

> La biodisponibilidad de cobre es alta para los moluscos, debido a que estas especies tienen una relación directa con los sedimentos de mar y de rio. El sedimento muestra lo acumulado por la acción natural y antrópica, de la actividad volcánica o de la lixiviación de mineralizaciones.

Rodríguez (2013), realizó la investigación: *Bioacumulación de metales pesados trazas cadmio, cobre y plomo en chondracanthus chamissoi procedente del litoral del departamento La Libertad – 2007, presentado en la Universidad Nacional de Trujillo, concluyo que:*

Las mayores concentraciones de cadmio y plomo en el alga se dieron en el mes de febrero con 1.27 ug/g y 7.16 ug/g respectivamente.

Chang et al. (2013), realizaron la investigación: *Características del medio marino, fuentes y evaluación de la contaminación en la Bahía de Ilo, Costa de Ite a rio Sama 1995, presentado en la en el informe progresivo del Instituto del Mar del Perú, concluyeron que:*

> Hay una pobre presencia de moluscos, y que en la bahía de ite se identificó que la biomasa fue pobre, presentan a Ite como un área de impacto en lo que respecta a la comunidad bentónica. Los valores en metales pesados de cadmio (0.10 a 1.34 ug/g) y plomo (0.12 a 3.71 ug/g) en organismos marinos no superaron estándares internacionales.

Barriga et al. (2013), realizaron la investigación: *Metales pesados (Pb, Cd y Hg) en moluscos bivalvos presentado en el boletín de investigación del Instituto Tecnológico de la Producción Perú – 2007, concluyendo que:*

> La cuantificación de metales pesados en moluscos como en palabritas con una concentración de 0.5mg/g en plomo y 0.3mg/g en cadmio, almeja con 0.74mg/g en cadmio y 0.06 mg/g en mercurio, choro con 0.48mg/g en plomo y la concha de abanico estuvieron por debajo de los contenidos máximos establecidos.

Ibarcena (2011), realizo el trabajo: *Estudio de la contaminación por metales eco tóxicos en sedimentos en la bahía de Ite, Tacna – 2011, publicado en la revista Ciencia y Desarrollo,* llegando a las siguientes conclusiones:

> Los resultados en sedimento de cobre (608,063), hierro (33078.63) y arsénico (8.66) mg/g, superaron los límites máximos permisibles estipulados por la EPA. Los resultados para cadmio, plomo y mercurio fueron (0.41), (8.472), (0.01) mg/g respectivamente, con ello catalogan al área de estudio como contaminada, debido a la existencia de contaminación antropogénica.

Jacinto & Aguilar (2007), realizaron el estudio: *Concentraciones traza de metales en especies marinas de la bahía de Huarmey, Ancash – 2007,* publicado en la revista Perú biol de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, concluyó que:

La lapa *(Fisurella latimarginata)* con 1.27 mg/g de mercurio, presentó afinidades hacia el plomo y cadmio. Hay mayor tendencia a concentrarse los metales pesados en las vísceras de los moluscos.

2.2 BASES TEORICAS

2.2.1 Zona marino costera

Area de aguas costeras en donde se produce la interacción del hombre con el ecosistema, se considera como un recurso natural único, frágil y limitado de un país (PANOCI, 2000). Sistema de transición de las aguas dulces de ríos y de las aguas saladas de mar (Aguilar & Iza, 2009), constituyen espacios de importancia para la población desde un punto de vista natural, social y económico (MINAM, 2018).

2.2.2 Bancos naturales de especies bentónicas

El banco natural es el área geográfica en donde se da la coexistencia de varias especies bentónicas, las cuales están determinadas por áreas de sustrato, que son necesarias para que las especies existan, el banco se caracteriza por que las especies que existen, tienen un dinamismo entre un espacio temporal de tal modo que es influenciado por varios factores ambientales, antrópicos y biológicos (D.S. N°030-2001-PE, 2001).

2.2.3 Moluscos Gasterópodos

Los moluscos gasterópodos pertenecen al segundo phylum animal de mayor diversidad en términos de riqueza de especies (Lydeard et al., 2004). Tienen una gran importancia ecológica y enorme diversidad, por ello son considerados adecuados para uso como bioindicadores, exhiben gran distribución dentro del ecosistema marino, cualquier efecto negativo sobre sus poblaciones afectará a todo el ecosistema. (Oehlmann & Schulte, 2003).

La extracción de estas especies se realiza con apoyo de un buzo profesional y/o artesanal, para ello se utiliza embarcaciones equipadas con compresora y equipos de buceo (Barahona N., Olguin C., Salas , Araya, & Muñoz, 2009). Los moluscos bioacumulan y toleran altas concentraciones de metales pesados y más aún en el medio marino (Sarkar K., Bhattacharya, & Debnath, 1994), estos moluscos se han utilizado ampliamente en la investigación y el seguimiento de la contaminación marina (Hartwell S., Wright D., Takacas, & Hocutt C., 1991).

2.2.3.1 Especie bentónica Tolina *(Concholepas concholepas)*

Castilla (1979), menciona que ésta especie se encuentra dentro de la siguiente clasificación taxonómica:

Reino: Animal
Sub reino: Metazoo
Phyllum: Mollusca
Clase: Gasterópoda
Orden: Neo gasterópoda
Familia: Muricidae
Género: Concholepas
Especie: *Concholepas concholepas*
Nombre común: Loco, chanque, tolina.

Es una especie dioica sin dimorfismo sexual externo y con fecundación interna (Gallardo, 1973). El cuerpo está constituido por cabeza, masa visceral y pie, su pie es masa musculosa que cubre casi toda la superficie de la concha, posee un sistema digestivo, respiratorio, circulatorio, nervioso y excretor, se caracteriza por tener una concha gruesa. (Lozada, Cañas, & Schuffeneger, 1989). Algunas veces se alimentan por canibalismo, reportan hábitos carroñeros (Lozada, Cañas, & Schuffeneger, 1989). La distribución geográfica parte desde el departamento de Pisco hasta Valparaíso – Chile, como distribución vertical varía desde el intermareal hasta los 40 metros, se encuentran sobre substratos duros o rocosos, grietas y mochos o rocas sumergidas (Flores, 1987).

2.2.3.2 Especie bentónica Lapa *(Fissurella latimarginata)*

El IMARPE (2013), menciona que ésta especie se encuentra dentro de la siguiente clasificación taxonómica:

Reino: Animal
Sub reino: Metazoo
Phyllum: Mollusca
Clase: Gasterópoda
Orden: Archaeogatropoda
Familia: Fissurellidae
Género: Fissurella
Especie: *Fissurella latimarginata*
Nombre común: Lapa, diodóra áspera

Especie herbívora, dioica que no presenta hermafroditismo. Tiene una concha cónica (Bretos, 1988). Tiene un crecimiento lento, la madurez sexual es a los dos o tres años, su fecundación es externa, y su primera etapa es larval pelágica, su asentamiento ocurre en temporadas de invierno y verano con un tamaño de 35 a 45 mm aproximadamente (Bretos, 1988). Tiene un crecimiento de 65 mm alrededor de los 2.8 años (Olguin, Andrade, Cortes, & Gonzales, 1997). Su distribución geográfica parte en el litoral de Piura hasta Valparaíso – Chile.

2.2.3.3 Especie bentónica Caracol *(Thais chocolata)*

El IMARPE (2013), menciona que ésta especie se encuentra dentro de la siguiente clasificación taxonómica:

Reino: Animal
Sub reino: Metazoo
Phyllum: Mollusca
Clase: Gasterópoda
Orden: Muricoidae
Familia: Thaididae
Género: Thais
Especie: *Thais Chocotala*
Nombre común: Caracol, locate

Su habitad en el meso e infra litoral rocoso, es carnívoro y carroñero, dioico y no tiene un dimorfismo sexual externo (Flores, 1987), tiene un carácter saprófago, es favorecido por el fenómeno del niño debido a la alta mortalidad de especies presa (Arntz & E., 1996). Su concha es grande y gruesa. Migra verticalmente hasta la zona de marea, tienen como principal alimento a los mitilidos (Robles, 1991). Tienen un desove todo el año, con un mayor porcentaje en temporada de primavera y otoño (Garcia , 2008). Su distribución geográfica parte en el litoral de Piura finalizando en Valparaíso - Chile (Osorio, 2002).

2.2.4 Bioacumulación

Es el resultado de la captación, absorción, distribución y retención de una sustancia química en un organismo que se encuentra expuesto por agua, alimentos, sedimentos y aire (Loaiza, 2011).

Absorción de metales pesados mediante mecanismos de acumulación al interior de las células de biomasas vivas (Duffus, 1983). Las concentraciones de metales pesados en los últimos niveles de la cadenas trófica pueden llegar a superar los límites permitidos, esto a consecuencia de la bioacumulación (Chiang, 1988).

2.2.5 Metales Pesados

Los metales pesados son los elementos que tienen una densidad igual o superior a 5 g/cm3, con número atómico superior a 20 g/cm3, el termino de metales pesados es utilizado para describir metales que son contaminantes medioambientales (Luoma S. & Rainbow P., 2008). Son relativamente abundantes ocasionando graves perturbaciones a los ciclos biogeoquímicos (Bautista, 1999).

2.2.5.1 Cadmio

Dentro de las propiedades físicas es considerado como un metal blanco plateado, brillante, dúctil y maleable (Camean, 1995), y químicas debido a su peso atómico 112.4, se funde a 320ºC hierve a 780ºC formando vapores anaranjados, por el calor se cubre de una capa de óxido, su densidad es de 8.2 (Vidal, 1984). Como fuente natural se encuentra distribuido en la corteza terrestre, en las rocas sedimentarias, se encuentran en pequeñas cantidades cuando está

asociado a minerales de zinc, y otros (Saldivar, Tovar, & Fortoul, 1997).

Como fuente antropogénica es utilizado por la industria metalúrgica, para la fabricación de baterías níquel – cadmio, en pigmentos como estabilizante de plástico y en aleaciones metálicas con el cobre, aluminio y plata (Ramirez A. , 2002), se utiliza también en pinturas, esmaltes, plásticos, textiles, vidrios, tintas de impresión (Vidal, 1984), fertilizantes fosfatados, incineración de residuos de madera, carbón o plásticos, y en la combustión de aceite y gasolina (Saldivar, Tovar, & Fortoul, 1997).

Sus efectos en el ambiente y la salud son graves, es considerado uno de los mayores agentes tóxicos asociados a la contaminación, tiene efectos adversos para el hombre y el ambiente, se bioacumula en pescados, crustáceos, moluscos tanto bivalvos como gasterópodos, y en animales en general en el riñón y el hígado, se distribuye a grandes distancias con el viento y el agua (Ramirez A. , 2002).

2.2.5.2 Mercurio

Sus propiedades físicas lo describen como un metal blanco plateado, brillante, en temperatura ambiente se conserva en estado líquido, se evapora fácilmente, se puede considerar volátil a

temperaturas bajas (PNUMA, 2010). Se solidifica a -40°C y llega a un punto de ebullición a 350°C, su densidad es de 13,59. Tiende a alterarse lentamente en el aire, se cubre de una capa grisácea de óxido mercúrico y se amalgama con otros metales (Vidal, 1984). Como fuente natural es generado por los movimientos de la corteza terrestre, por actividad volcánica o erosión de rocas (PNUMA, 2010). Como fuente antropogénica está asociado a la movilización de impurezas de mercurio en materia prima, como combustibles fósiles (Vidal, 1984). Se utiliza en la metalúrgica del oro y la plata, para la construcción de termómetros y barómetros, preparación de algunos explosivos, producción de biocidas, plaguicidas y pesticidas agrícolas, y en mayor producción la fabricación de lámparas y baterías (PNUMA, 2010).

Es muy toxico, cuando se libera al aire, se deposita en todas partes y es acumulado por la mayoría de los seres vivos (Ramirez A. V., 2008); virtualmente todo el mercurio que se encuentra en los tejidos animales están en forma de metilmercurio, que es la forma en la que llegan a los alimentos (PNUMA, 2010).

Por ser un compuesto orgánico, es generado por microrganismos o bacterias acuáticas, se bioacumula y biomagnifica en la cadena trófica, las concentraciones mercuriales aumentan en algas, zooplancton, peces y organismos que comen pescado

(Hernandez, 1999). La principal fuente de contaminación por mercurio son los alimentos del mar, la mayoría de peces tienen una concentración inferior a 0.05 ppm y en lugares con mayor contaminación pueden ser de 5 ppm para peces y de 25 ppm para moluscos (Hernandez, 1999).

2.2.5.3 Plomo Pb

Sus propiedades físicas se describe de color blanco plateado y se vuelve de color gris azulado cuando se expone al aire, grisáceo cuando entra en contacto con el agua o la humedad, brillante en las superficies recientes, maleable y menor tenaz en comparación con otros metales (Ubillus, 2003). Dentro de sus propiedades químicas se funde a 335°C, con una densidad de 11.35, es resistente a los ácidos y a la corrosión (Vidal, 1984). Como fuente natural es poco probable que se pueda encontrar en su estado natural, generalmente se encuentra en forma de sulfuros (Vidal, 1984). Como fuente antropogénica es utilizado en pinturas y gasolina con plomo, fabricación de baterías de plomo-ácido para vehículos de motor (OMS, 2015), en refinación de petróleo con químicos, en material de soldadura, vidrios, esmaltes químicos y juguetes (PNUMA, 2010)

Se considera al plomo como una sustancia toxica que se va acumulando en el organismo, esto produce efectos dañinos especialmente a niños de corta edad, se distribuye por el organismo

hasta alcanzar el cerebro, el hígado, los riñones y se deposita en dientes y huesos. Para poder evaluar el grado de exposición humana, se suele medir la concentración de plomo en la sangre (OMS, 2015).

La bioacumulación en los mariscos se encuentran más en las cascaras ricas en calcio, que en el tejido blando, considerando que el plomo tiende a engañar al organismo, pasando como calcio (Baird, 2001).

2.2.6 Relaves mineros

Los relaves se consideran una mezcla de roca triturada y fluidos de procesamiento de lavaderos o concentradores de restos después de la extracción de metales, minerales, combustibles, carbón, entre otros (Kossoff, Alfredsson, Stephen, & Hudson, 2014). Estos relaves generalmente contienen contaminantes potencialmente peligrosos, por ello suelen almacenarlos en represas para que no entren en contacto con el medio ambiente (Kossoff, Alfredsson, Stephen, & Hudson, 2014).

La reserva de los relaves de Ite se encuentra ubicado en el Distrito de Ite, Provincia de Jorge Basadre Grohman de Tacna, aproximadamente a 50 km al Suroeste del Puerto de Ilo, se extiende desde Punta Alfarillo hasta Punta Meca con un aproximado de 12 km de largo y 2 km de ancho. Aproximadamente hay 320 millones de toneladas, éstos forman parte de la

Reserva de Relaves de Ite, con una extensión de 1670 hectáreas con un espesor promedio de 12 metros, y se han depositado mar adentro debido a la dinámica de los sedimentos en la zona de la costa (Walsh Peru S.A., 2008).

La Bahía de Ite, está formada por una playa artificial de relaves mineros, la zona cuenta con vegetación, formando los denominados humedales de Ite, en la zona no existen descarga antropogénica de origen doméstico. El agua que alimenta los humedales proviene de las filtraciones de la represa de Quebrada Onda, en la actualidad se almacenan los relaves mineros que generan las minas de Cuajone y Toquepala, en esa represa (Ibárcena Fernandez, 2011).

2.2.7 Origen de los metales pesados en zonas marino costeras

Las actividades mineras generan residuos después de haber pasado por distintos procesos y tratamientos para la extracción final de metales. Lo importante se resalta cuando luego de pasar por todo ese proceso se genera partículas de polvo finamente molidas con altas concentraciones de metales pesados, el cual se erosiona y en temporada de lluvia un fuerte impacto negativo (Jacob & Otte, 2004), debido a que éstos son disueltos y arrastrados por la lluvia y la escorrentía llegando así a caudales de ríos, quien termina desembocando en el mar. En su mayoría los metales pesados que llegan al medio marino terminan sedimentados, de esta forma, es evidente que en el litoral costero los sedimentos constituyen el lugar

donde se acumulan los metales pesados, resultando así su caracterización en varios estudios (DelValls & Chapman, 1998), antecedentes mencionados líneas arriba. La presencia y concentraciones de los metales pesados es producto de la intervención humana en las labores de minería, dentro de las actividades antrópicas, en su mayoría la minería a cielo abierto genera mayor impacto al medio ambiente que la minería subterránea (Doria A. & Deluque V. , 2015). La contaminación por metales en los sedimentos es un problema ambiental muy extenso, que puede representar una amenaza potencial para los ecosistemas acuáticos y la salud humana (USEPA, 2002), dado que son elementos poco o nada biodegradables, los cuales tienden a bioacumularse en los tejidos de animales y vegetales acuáticos, permaneciendo en ellos por largos periodos de tiempo, causando la biomagnificación, cabe mencionar que con ello se genera una alteración metabólica y transformaciones anatómicas en especies animales, incluido el hombre (Paneblanco, 2011).

2.3 MARCO NORMATIVO

Tabla 1.

Marco Normativo de los Metales Pesados sobre los Moluscos

Producto	Metal Pesado	SANIPES*	UE**	LAN***
		ug/g	ug/g	ug/g
Moluscos	Cadmio	2	1	-
	Mercurio	0.2	-	0.5
	Plomo	1.5	1.5	-

Nota:

** Resolución de Dirección Ejecutiva N°057-2016-Sanipes: Indicadores sanitarios y de Inocuidad para los alimentos de origen pesquero y acuícola de consumo humano directo.

** Unión Europea 2014. Contenidos máximos en metales pesados en productos alimenticios

*** Legislación australiana y neozelandesa de metales pesados (Australian New Zealand Food Standard Code).

2.4 ABREVIATURAS

ANOVA : Análisis de varianza

Cd : Cadmio

DS : Decreto Supremo

EPA : Agencia de Protección Ambiental

Hg : Mercurio

IMARPE : Instituto del Mar del Perú

LAN : Legislación Australiana y Neozelandesa

MINAM : Ministerio del Ambiente

NTP : Norma Técnica Peruana

Pb : Plomo

Ppm : Partes por millón

SANIPES : Organismo Nacional de Sanidad Pesquera

UE : Unión Europea

USEPA : Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos

CAPITULO III: MARCO METODOLÓGICO

3.1 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

En termino de diseño se refiere al plan o estrategia concebida para obtener la información que se desea, es el plan de acción a seguir en el trabajo de campo, y se considera si será experimental o no experimental (Hernandez Sampieri, 2014). En ese contexto se define el estudio como no experimental debido a que no hay una manipulación de variable. El diseño apropiado es investigación no experimental, prospectiva y transversal.

3.2 TIPO DE INVESTIGACIÓN

El nivel del estudio se define como nivel explicativo, porque el estudio presenta más de dos variables y busca determinar las causalidades que explican los resultados de la variable dependiente (concentración de los metales pesados, medidos en mg), el tipo de investigación es no experimental (porque no manipula ni intenta manipular las variables independientes), es observacional, porque al no estudiar los fenómenos o problemas tal como se presenta en el contexto estudiado, es prospectivo

(porque los resultados recogidos obedecen a una planificación anticipada), es transversal (se refiere a que se realizó un solo muestreo y recojo de la información en los 02 bancos naturales) y comparativo (busca comparar la variable dependiente en las dos áreas de estudio y comparar los parámetros de estudio de las variable independientes.

3.3 NIVEL DE INVESTIGACIÓN

Según Caballero (2009), el nivel de investigación está determinado por el grado de profundidad con la que se estudia ciertos fenómenos o hechos de la realidad en el marco de una investigación. Adicionalmente podemos clasificar a los estudios por el alcance y según el número de variables que presentan: los estudios que tienen una sola variable las denominan descriptivos o invariables, a los estudios que tienen 2 variables las denominan estudios relacionales o bivariados y a los que tienen más de dos variables las denomina explicativos estos a su vez se su clasifican en observacionales y en experimentales. En este sentido y siguiendo la taxonomía expuesta se puede afirmar que la presente investigación se considera del tipo explicativo – observacional que busca la causalidad sin pretender manipular la variable, siendo el análisis de los datos predominantemente cuantitativo, por lo tanto, tienen su propio procedimiento estadísticos para este nivel de estudio.

De acuerdo a la naturaleza del estudio de la investigación, se busca determinar e interpretar los factores causales (variable independiente) para explicar la variable dependiente.

3.4 ÁMBITO TEMPORAL Y ESPACIAL

El área de estudio se localiza en la Provincia Jorge Basadre de la Región Tacna, comprendido en dos Bancos Naturales Punta Meca y Santa Rosa. El estudio se realizó en agosto 2018.

3.4.1 Población

Según Sampieri (2014), para seleccionar una muestra, se debe definir la unidad de muestreo (si se trata de individuos, organizaciones, periodos, comunidades, situaciones, piezas producidas, eventos, etc.). Una vez definida la unidad de muestreo se delimita la población. Es en este sentido que, se procedió a la identificación de las siguientes categorías poblacionales:

- **Unidad de muestreo:** Especies bioindicadores (muestras de tres especies).

- **Unidad de análisis:** Especie bioindicadores en tres estadios de crecimiento (grupos etarios).

3.4.2 Muestra

Todas las muestras (en el enfoque cuantitativo) deben ser representativas; por tanto, el uso de los términos al azar y aleatorio sólo denota un tipo de procedimiento mecánico relacionado con la probabilidad y con la selección de elementos o unidades, pero no aclara el tipo de muestra ni el procedimiento de muestreo (Hernandez Sampieri, 2014). El procedimiento no es mecánico ni se basa en fórmulas de probabilidad, sino que depende del proceso de toma de decisiones de un investigador o de un grupo de investigadores basado y sustentado por la experiencia y, desde luego, las muestras seleccionadas obedecen a otros criterios de investigación. Elegir entre una muestra probabilística o una no probabilística depende del planteamiento del estudio, del diseño de investigación y de la contribución que se piensa hacer con ella.

3.4.3 Procedimientos empleados en el estudio

La investigación se realizó en campo y en laboratorio. Asimismo, se realizó un conjunto de procedimientos estadísticos que permiten contrastar la hipótesis planteada.

3.4.4 Procedimiento de campo para el muestreo

El muestreo se realizó en tres transectos (técnica de observación y registro de datos) del Banco Natural Punta Meca y Santa Rosa individualmente. Se realizó en el borde costero de la bahía de Ite,

específicamente en dos Bancos Naturales Punta Meca y Santa Rosa; un ambiente importante por sus características físicas y por la diversidad biológica que alberga, aseguran la continuidad del ciclo biológico de moluscos. Para realizar el recojo de las muestras como parte del trabajo de campo, se rentó una embarcación pesquera y con el apoyo de un buzo a compresora, se inició con la extracción de los moluscos.

3.4.5 Procedimientos de Laboratorio

La metodología empleada para el análisis de concentración de metales se realizó por ICP, EPA Method 200.7.1994. Se procedió a calibrar el equipo (espectrofotómetro) y, luego se empezó a trabajar con las muestras, se secaron las muestras a 105°C para mantener un tejido seco. Las muestras secas se trituraron a polvo fino y se homogenizaron suficientemente en un mortero.

3.4.6 Procedimiento estadístico para el tratamiento de los datos

La técnica de análisis de varianza también conocida como análisis factorial y desarrollada por Fisher en 1930, constituye la herramienta básica para el estudio del efecto de uno o más factores (cada uno con dos o más niveles) sobre la media de una variable continua. Es, por lo tanto el test estadístico a emplear cuando se desea comparar las medias de dos o más grupos. Esta técnica puede generalizarse también para estudiar los

posibles efectos de los factores sobre la varianza de una variable (Joaquín Amat, R. p.1).

3.4.7 Procedimiento formulado para el ritual de la significancia estadística

El presente estudio presenta el siguiente ritual de la significancia estadística, el ritual sigue la secuencia planteada, esta secuencia va seguir los procedimientos estadísticos que permiten contrastar la hipótesis. Para desarrollar los procedimientos estadísticos, se realizó los 05 pasos de FISHER, que sugiere se incorporen en los estudios de nivel explicativo que busca conocer la causalidad de una variable dependiente. Para este caso se siguió los siguientes pasos.

1) Plantear la hipótesis:

$$H_0: \mu_i = \mu_j$$
$$H_0: \mu_i \neq \mu_j$$

2) Establecer el nivel de significancia: los niveles de significación pueden ser: 0.1, 0.05 o 0.01, para éste estudio se decidió por:

$$\alpha = 5\% = 0.05$$

3) Elegir el estadístico de prueba o estadígrafo:

   Para nuestro estudio se ha considerado el uso de la distribución F de Fisher como parte del contraste de hipótesis.

4) Lectura del P- Valor (probabilidad) de los resultados del análisis de varianza:

   Consideraciones para aceptar o rechazar la hipótesis del investigador. Si este valor “P valor” es menor de 0.05, se rechaza la Ho (hipótesis nula), y nos quedamos con la hipótesis alterna. Y según sea su valor crítico se aceptará o no la hipótesis planteada. Si el P valor es menor a 0.05, significa que al menos uno de los tratamientos es diferente a los demás, por tanto, se ajustaría a la hipótesis alterna.

5) Es este paso se refiere a la toma de decisión del investigador de quedarse con la hipótesis alterna.

Nota: Para encontrar cual tratamiento es el más eficiente es necesaria hacer una comparación de medias.

CAPITULO IV: PRESENTACION DE RESULTADOS

PROCEDIMIENTOS ESTADÍSTICOS APLICADOS PARA CUBRIR EL OBJETIVO GENERAL, LOS OBJETIVOS ESPECÍFICOS Y CONTRASTAR LA HIPÓTESIS

En estadística, el análisis de la varianza es una colección de modelos estadísticos con sus procedimientos asociados, en el cual la varianza es la clave para encontrar las diferencias entre grupos, en este sentido el análisis de varianza, puede ser empleado para comparar, explicar, predecir y evaluar. Se constituye la herramienta básica para el estudio del efecto de uno o más factores sobre la media de una variable continua, esta técnica puede generalizarse también para estudiar los posibles efectos de los factores sobre la varianza de una variable. (Joaquín, R., 2016. p.1)

De igual modo, para probar la hipótesis se emplea el análisis de la varianza, que tiene como objetivo comparar, pero para comparar existe diversos procedimientos estadísticos. El interés es cumplir con el propósito del estudio y contrastar la hipótesis, por tal razón se va seguir el procedimiento para el análisis de varianza con un factor inter sujetos, que está diseñado para estudios que tienen como objetivos estadísticos comparar, con un estudio transversal se pretende comparar más de dos grupos independientes, como es el caso del presente estudio, se exige cumplir tres criterios para aplicar pruebas paramétricas:

1. El primer criterio es que sea una variable numérica.
2. El segundo criterio es que tenga una distribución normal en cada grupo.
3. El tercer criterio se refiere a determinar y probar que debe demostrar homogeneidad de varianza.

En este sentido, antes de realizar el procedimiento estadístico se ha planteado la hipótesis de normalidad para los datos de las variables aleatorias, para los casos de bancos naturales. Cuyas decisiones están basadas en el P-valor, si el valor es menor a 0.05 se quedará con la hipótesis alterna y se rechazará la nula.

Planteamiento de la hipótesis para comprobar la normalidad de la distribución de los datos:

- Ho= La distribución de los datos de las variables aleatorias no es distinta a la distribución normal.
- H1= La distribución de los datos de las variables aleatorias es diferente a la distribución normal.

En caso de no cubrir con estos tres criterios, se permite trabajar con su equivalente análisis de varianza de Kruskal-Wallis, que es un procedimiento para pruebas no paramétricas. Considerando que el procedimiento estadístico estándar por defecto es el análisis de la varianza.

Todos estos criterios y recomendaciones se cumplieron, cuyos procedimientos y resultados se presentan en las siguientes tablas, en primer lugar, se presenta la hipótesis de normalidad y en segundo lugar el procedimiento para una distribución normal con el estadístico de Kolmogorov-Smirnova y para la prueba de homogeneidad de varianzas se empleó el Estadístico de Levene.

Planteamiento de la hipótesis para comprobar la homoceasticidad (homogeneidad) de los datos.

- Ho= La variabilidad de un grupo no es distinta a la variabilidad del otro grupo.
- H1= La variabilidad de un grupo es distinta a la variabilidad del otro grupo.

4.1 PRUEBAS DE NORMALIDAD Y HOMOGENEIDAD

4.1.1 Para la concentración y las especies bioacumuladoras

Tabla 2.

Pruebas de normalidad para la concentración y especies

	Especies	Kolmogorov-Smirnov[a]		
		Estadístico	gl	Sig.(P-valor)
Concentración	Tolina	0,278	18	0,001
	Lapa	0,431	18	0,000
	Caracol	0,298	18	0,000

a. Corrección de significación de Lilliefors

El P-valor es menor que 0.05, por lo tanto, se acepta la hipótesis alterna que en resumen dice: que los datos no tiene distribución normal.

Tabla 3.

Prueba de homogeneidad de varianzas para la concentración y especies bioacumuladoras

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.(P-valor)
Concentración	Se basa en la media	4,943	2	51	0,011
	Se basa en la mediana	1,608	2	51	0,210
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	1,608	2	40,36	0,213
	Se basa en la media recortada	4,402	2	51	0,017

4.1.2 Para la concentración y tipo de metales pesados

Tabla 4.

Prueba de homogeneidad de varianza para la concentración y tipo de metales pesados

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Concentración	Se basa en la media	21,475	2	51	0,000
	Se basa en la mediana	17,654	2	51	0,000
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	17,654	2	24,861	0,000
	Se basa en la media recortada	21,251	2	51	0,000

Si el P-valor es menor que 0.05 se acepta la hipótesis alterna que dice: La variabilidad de un grupo es distinta a la variabilidad del otro grupo.

4.1.3 Para la concentración y grupos etarios

Tabla 5.

Prueba de normalidad para concentración y grupos etarios

	Grupo Etario	Kolmogorov-Smirnov[a]		
		Estadístico	gl	Sig.
Concentracion	Juvenil	0,343	18	0,000
	Mediano	0,358	18	0,000
	Adulto	0,298	18	0,000

a. Corrección de significación de Lilliefors

Para este caso el P-valor es menor que 0.05, por lo tanto, se acepta la hipótesis alterna que en resumen dice: que los datos no tiene distribución normal.

Tabla 6.

Prueba de homogenidad de varianza para concentración y grupos etarios

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Concentración	Se basa en la media	0,444	2	51	0,644
	Se basa en la mediana	0,187	2	51	0,830
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	0,187	2	46,052	0,830
	Se basa en la media recortada	0,319	2	51	0,728

Si el P-valor es menor que 0.05 se acepta la hipótesis alterna, pero si es mayor que 0.05 se aceptaría la hipótesis nula. En este caso los valores son mayores que 0.05, por lo tanto, es un indicador que la variabilidad de un grupo no es distinta a la variabilidad del otro grupo, en resumen, los datos son homogéneos.

En conclusión, el procedimiento a emplear es la prueba no paramétrica por tal razón, para este análisis se calcula el estadístico de Kruskal-Wallis y se compara el P-valor con el nivel de significancia de 0.05.

4.2 ANÁLISIS ESTADÍSTICO CON LAS VARIABLES DEL ESTUDIO

4.2.1 Análisis univariado de la varianza

El análisis univariado de la varianza, es el modelo factorial de un solo factor, es el tipo de análisis que se emplea cuando los datos no están pareados y se quiere estudiar si existen diferencias significativas entre las

medias de una variable aleatoria continua en los diferentes niveles de otra variable cualitativa o factor.

El análisis estadístico tiene el propósito de investigar la influencia de dos o más Variables Independientes, junto o no a una o más variables asociadas sobre una o más Variables Dependientes

4.2.2 Variables de estudio

4.2.2.1 Variable dependiente

V. D = Concentración (en mg) de los metales pesados

4.2.2.2 Variables independientes

Análisis univariado de la varianza para las variables independientes (04 pruebas):

X1 = Bancos naturales
X2 = Especies bioindicadores
X3 = Grupos etarios
X4 = Tipo de metales pesados

4.2.3 Análisis multivariado de la varianza para las variables independientes

El esquema para representar la interacción de la variable por pares y por interacción múltiples busca estudiar si existen diferencias significativas entre las medias de una variable aleatoria continua en los diferentes niveles con la otra variable cualitativa o factor.

4.2.3.1 Comparaciones múltiples de las medias en estadística

Las comparaciones múltiples de las medias, permiten examinar en combinación, para conocer que medias son diferentes y estimar el grado de diferencias. Los intervalos de confianza permiten evaluar la significancia práctica de las diferencias entre las medias, teniendo en cuenta la significancia estadística.

Tabla 7.
Configuración de las Interacciones de las Variables Independientes para Realizar las Comparaciones de las Medias.

Interacción de pares o en parejas para las comparaciones de las variables (total 06 pruebas			**Interacción para comparaciones múltiple de las variables**
X1.X2	X2.X3	X3.X4	X1.X2.X3
X1.X3	X2.X4		X1.X2.X4
X1.X4			X1.X2.X3.X4

Nota: xi son las variables independientes en estudio

4.3 PROCESAMIENTO ESTADÍSTICO DE LOS DATOS CON SPSS

4.3.1 Análisis univariado de las variables independientes

Para cumplir con el primer objetivo específico, se desarrolla las siguientes pruebas para casos de las variables independientes.

4.3.1.1 Para los bancos naturales

Tabla 8.

Cantidad de datos (N) en bancos naturales que registran la concentración de los metales pesados

		Etiqueta de valor	N
Bancos Naturales	1	Santa Rosa	27
	2	Punta Meca	27

Nota: Factores inter-sujetos

Tabla 9.

Determinación del estadístico F y el p-valor para los bancos naturales

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregidc	0,013[a]	1	0,013	0,224	0,638
Intersección	1,652	1	1,652	28,766	0,000
Bancos Naturales	0,013	1	0,013	0,224	0,638
Error	2,986	52	0,057		
Total	4,651	54			
Total corregido	2,999	53			

Nota: a. R al cuadrado = ,004 (R al cuadrado ajustada = -0,015)
Pruebas de efectos inter-sujetos
Variable dependiente: Concentración de metales pesados

Cuando se calcula la homogeneidad de varianza a partir de la prueba de levene, sus resultados presentan el análisis de varianza para la concentración de los bancos naturales.

Tabla 10.

Análisis de varianza para la concentración de metales pesados en los bancos naturales

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	0,013	1	0,013	0,224	0,638
Dentro de grupos	2,986	52	0,057		
Total	2,999	53			

Para este caso el valor F de Fisher es 0.224 y el P-valor es 0.638 en ambos casos son iguales.

Empleando la prueba de Kruskal Wallis para variables no paramétricas, los resultados se muestran en la tabla siguiente.

Tabla 11.

Estadísticos de prueba[a,b]

	Concentración
H de Kruskal-Wallis	0,029
gl	1
Sig. asintótica	0,866

a. Prueba de Kruskal Wallis
b. Variable de agrupación: BANCO

El valor sig. Asintótica (P-valor) es 0.866, superior al α=0.05, por lo tanto, se puede afirmar estadísticamente que los bancos naturales no presentan diferencias por lo tanto son iguales, se descarta la hipótesis alterna. Esta afirmación se muestra en la siguiente figura:

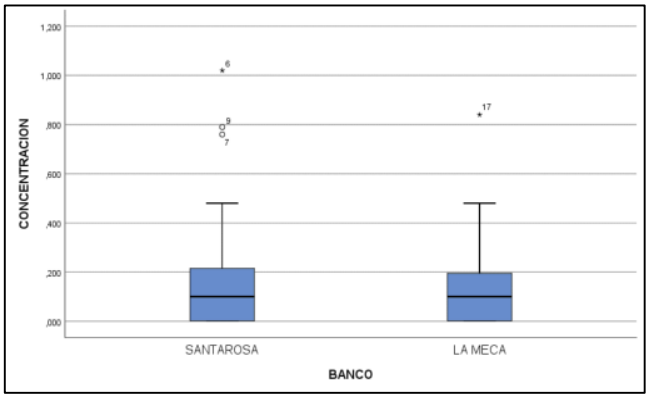


Figura 1: Gráfico de concentración y bancos naturales

4.3.1.2 Para las especies bioacumuladoras

Tabla 12.

Cantidad de datos (N) en las especies bioindicadores que registran la concentración de los metales pesados.

		Etiqueta de valor	N
Especies Bioacumuladoras	1	Tolina	18
	2	Lapa	18
	3	Caracol	18

Tabla 13.

Determinación del estadístico F (Fisher) y el p-valor para la concentración vs las especies Bioacumuladoras

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	0,160a	2	0,080	1,441	0,246
Intersección	1,652	1	1,652	29,679	0,000
Especies Bioacumuladoras	0,160	2	0,080	1,441	0,246
Error	2,839	51	0,056		
Total	4,651	54			
Total corregido	2,999	53			

Nota: Pruebas de efectos inter-sujetos

Cuando se calcula la homogeneidad de varianza a partir de la prueba de levene, sus resultados presentan el análisis de varianza para la concentración de las especies bioacumuladoras.

Tabla 14.

Análisis de varianza para la concentración de las especies bioacumuladoras

	Suma de cuadrados	**gl**	**Media cuadrática**	**F**	**Sig.**
Entre grupos	0,160	2	0,080	1,441	0,246
Dentro de grupos	2,839	51	0,056		
Total	2,999	53			

Para este caso el valor F de Fisher es 1.441 y el P-valor es 0.246 en ambos casos son iguales. Empleando la prueba de Kruskal Wallis para variables no paramétricas, los resultados se muestran en la tabla siguiente.

Empleando la prueba de Kruskal Wallis, los resultados se muestras en la siguiente tabla:

Tabla 15.

Estadísticos de prueba

	Concentración
H de Kruskal-Wallis	2,440
gl	2
Sig. asintótica	0,295

a. Prueba de Kruskal Wallis

b. Variable de agrupación: ESPECIES

El valor sig. Asintótica (P-valor) es 0.295, superior al α=0.05, por lo tanto, podemos afirmar estadísticamente que las especies bioacumuladoras no presentan diferencias por lo tanto son iguales, descartando la hipótesis alterna.

Esta afirmación la mostramos la ubicación de las medias para los diferentes tipos especies bioacumuladoras

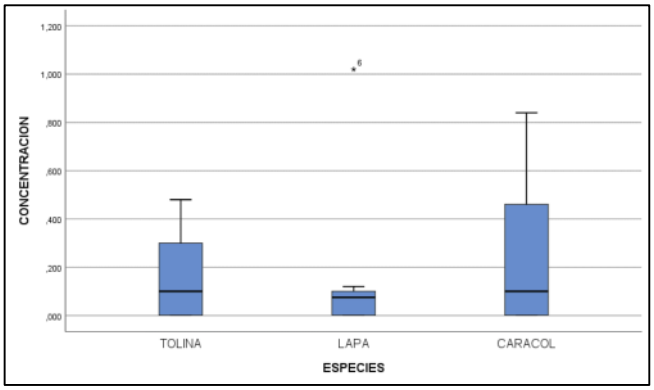


Figura 2. Gráfico de tallo y hojas para concentración vs especies bioacumuladoras

4.3.1.3 Para tipos de metales pesados

Tabla 16.

Cantidad de datos (N) en los metales pesados que registran la concentración de los metales pesados

		Etiqueta de valor	N
Metales Pesados	1	Cadmio	18
	2	Mercurio	18
	3	Plomo	18

Nota: Análisis univariado de varianza
Factores Inter-sujetos

Tabla 17.

Determinación del estadístico F (Fisher) y el p-valor para los diferentes metales pesados

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	1,397[a]	2	0,698	22,227	0,000
Intersección	1,652	1	1,652	52,578	0,000
Metales Pesados	1,397	2	0,698	22,227	0,000
Error	1,602	51	0,031		
Total	4,651	54			
Total corregido	2,999	53			

Nota: Pruebas de efectos inter-sujetos
Variable dependiente: concentración
a. R al cuadrado = ,466 (R al cuadrado ajustada = ,445)

Cuando se calcula la homogeneidad de varianza a partir de la prueba de Levene, sus resultados presentan el análisis de varianza para la concentración y los tipos de metales pesados.

Tabla 18.

Análisis de varianza para la concentración y tipos de metales pesados

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	1,397	2	0,698	22,227	0,000
Dentro de grupo	1,602	51	0,031		
Total	2,999	53			

Para este caso el valor F de Fisher es 22.227 y el P-valor es 0.000 en ambos casos los resultados son iguales.

Empleando la prueba de Kruskal Wallis para variables no paramétricas, los resultados se muestran en la tabla siguiente.

Tabla 19.

Estadísticos de prueba[a,b]

	Concentración
H de Kruskal-Wallis	37,054
gl	2
Sig. asintótica	0,000

Nota: a. Prueba de Kruskal Wallis
b. Variable de agrupación: METALES PESADOS

El valor sig. Asintótica (P-valor) es 0.000, es menor al α=0.05, por lo tanto, podemos afirmar estadísticamente que los tipos de metales presentan diferencias por lo tanto no son iguales, descartando la hipótesis nula.

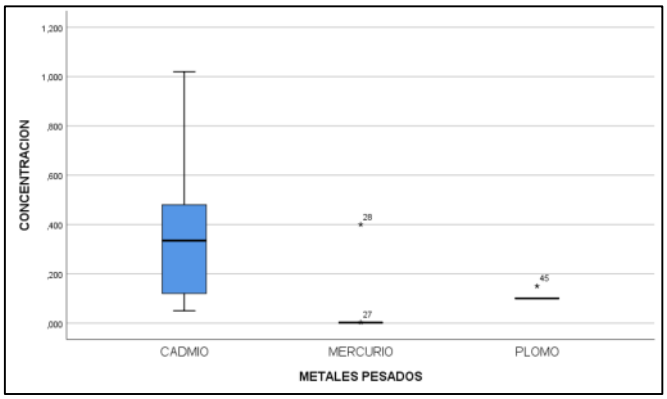


Figura 3. Gráfico de tallo y hojas de la concentración y tipo de metales pesados

4.3.1.4 Para los grupos etarios

Tabla 20.

Cantidad de datos (N) en los grupos etario que registran la concentración de los metales pesados

		Etiqueta de valor	N
Grupo Etarios	1	Juvenil	18
	2	Mediano	18
	3	Adulto	18

Nota: Factores inter-sujetos

Tabla 21.

Determinación del estadístico F (fisher) y el p-valor para los grupos etarios

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregi	,012a	2	0,006	0,100	0,905
Intersección	1,652	1	1,652	28,202	0,000
Grupos Etarios	0,012	2	0,006	0,100	0,905
Error	2,987	51	0,059		
Total	4,651	54			
Total corregido	2,999	53			

Nota: Pruebas de efectos inter-sujetos
Variable dependiente: Concentración

Cuando se calcula la homogeneidad de varianza a partir de la prueba de Levene, nos muestran también la tabla del análisis de varianza para la concentración vs los grupos etarios.

Tabla 22.

Análisis de varianza para la concentración y los grupos etarios

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	0,012	2	0,006	0,100	0,905
Dentro de grupos	2,987	51	0,059		
Total	2,999	53			

Para este caso el valor F de Fisher es 0.100 y el P-valor es 0.905, en ambos casos mostrados en las 02 tablas los resultados son iguales.

Empleando la prueba de Kruskal Wallis para variables no paramétricas, los resultados se muestran en la tabla siguiente.

Tabla 23.

Estadísticos de prueba[a,b]

	Concentración
H de Kruskal-Wallis	0,034
gl	2
Sig. asintótica	0,983

Nota: a. Prueba de Kruskal Wallis
b. Variable de agrupación: GRUPO ETAREO

El valor sig. Asintótica (P-valor) es 0.983, superior al α=0.05, por lo tanto, podemos afirmar estadísticamente que los grupos etarios no presentan diferencias por lo tanto son iguales, descartando la hipótesis alterna. Esta afirmación se grafica en la siguiente figura.

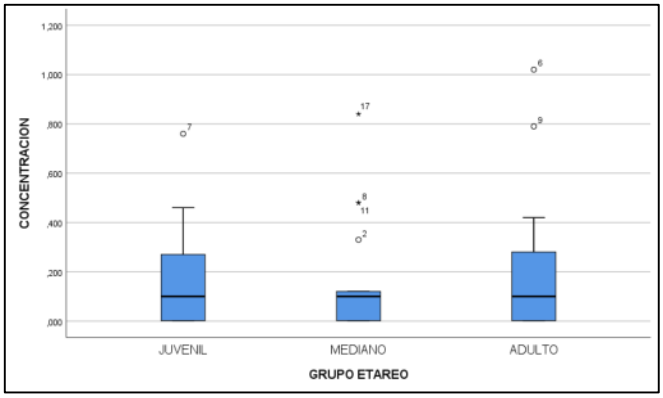


Figura 4. Gráfico de tallo y hojas para la concentración y grupos etarios

4.3.2 Análisis multivariado para analizar la influencia de pares o en parejas sobre la variable dependiente

4.3.2.1 Para bancos naturales con especies bioacumuladoras

Tabla 24.

Cantidad de datos (n) en los bancos naturales y las especies bioacumuladores

		Etiqueta de valor	N
Bancos Naturales	1	Santa Rosa	27
	2	La Meca	27
Especies bioacumuladoras	1	Tolina	18
	2	Lapa	18
	3	Caracol	18

Nota: Factores inter-sujetos

Tabla 25.

Determinación del estadístico F (fisher) y el p-valor para la interacción de bancos naturales y las especies bioindicadores

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	0,234[a]	5	0,047	0,811	0,548
Intersección	1,652	1	1,652	28,673	0,000
Bancos	0,013	1	0,013	0,223	0,639
Especies Bioacumuladoras1	0,160	2	0,080	1,392	0,258
Bancos * Especies1	0,060	2	0,030	0,525	0,595
Error	2,765	48	0,058		
Total	4,651	54			
Total corregido	2,999	53			

Nota: Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: Concentración (variable respuesta)

a.R al cuadrado = 0,078 (R al cuadrado ajustada = -0,018)

4.3.2.2 Para bancos naturales y grupos etarios

Tabla 26.

Cantidad de datos (N) en los bancos naturales y los grupos etarios

		Etiqueta de valor	N
Bancos Naturales	1	Santa Rosa	27
	2	La Meca	27
Grupo Etarios	1	Juvenil	18
	2	Mediano	18
	3	Adulto	18

Nota: Factores inter-sujetos

Tabla 27.

Determinación del estadístico F (fisher) y el p-valor para la interacción de bancos naturales con los grupos etarios

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	0,131[a]	5	0,026	0,437	0,820
Intersección	1,652	1	1,652	27,644	0,000
Bancos Naturales	0,013	1	0,013	0,215	0,645
Grupos Etarios1	0,012	2	0,006	0,098	0,907
Banco * Etarios1	0,106	2	0,053	0,887	0,418
Error	2,869	48	0,060		
Total	4,651	54			
Total corregido	2,999	53			

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: Concentración

Nota: a. R al cuadrado = 0,044 (R al cuadrado ajustada = -0,056)

4.3.2.3 Para bancos naturales con metales pesados

Tabla 28.

Cantidad de datos (N) en los bancos naturales y los metales pesados

		Etiqueta De Valor	N
Bancos Naturales	1	Santa Rosa	27
	2	La Meca	27
Metal Pesados	1	Cadmio	18
	2	Mercurio	18
	3	Plomo	18

Nota: Factores inter-sujetos

Tabla 29.

Determinación del estadístico F (Fisher) y el p-valor para interacción de los bancos naturales con los metales pesados

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	1,483[a]	5	0,297	9,390	0,000
Intersección	1,652	1	1,652	52,300	0,000
Bancos Naturales	0,013	1	0,013	0,407	0,527
Metales Pesados	1,397	2	0,698	22,109	0,000
Banco * Tipos De Metales	0,073	2	0,037	1,162	0,322
Error	1,516	48	0,032		
Total	4,651	54			
Total corregido	2,999	53			

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: Concentración

Nota: a. R al cuadrado = 0,494 (R al cuadrado ajustada = 0,442)

4.3.2.4 Para las especies bioacumuladoras con diferentes metales pesados

Tabla 30.

Cantidad de datos (n) en las especies bioacumuladoras con metales pesados

		Etiqueta de valor	N
Especies Bioacumuladoras	1	Tolina	18
	2	Lapa	18
	3	Caracol	18
Metales Pesados	1	Cadmio	18
	2	Mercurio	18
	3	Plomo	18

Nota: Factores inter-sujetos

Tabla 31.

Determinación del estadístico F (Fisher) y el p-valor para la interacción por parejas de las especies bioacumuladores y los metales pesados

Origen	Tipo III De Suma De Cuadrados	gl	Media Cuadrática	F	Sig.
Modelo Corregido	1,908[a]	8	0,239	9,839	0,000
Intersección	1,652	1	1,652	68,144	0,000
Especies1	0,160	2	0,080	3,308	0,046
Metales Pesados	1,397	2	0,698	28,807	0,000
Especies1 * Metales	0,351	4	0,088	3,621	0,012
Error	1,091	45	0,024		
Total	4,651	54			
Total Corregido	2,999	53			

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: CONCENTRACION

Nota: a. R al cuadrado =0,636 (R al cuadrado ajustada = 0,572)

4.3.2.5 Para especies bioacumuladoras con grupos etarios

Tabla 32.

Cantidad de datos (n) en las especies bioacumuladoras con grupos etarios

		Etiqueta de valor	N
Especies Biocumuladoras	1	Tolina	18
	2	Lapa	18
	3	Caracol	18
Grupos Etarios	1	Juvenil	18
	2	Mediano	18
	3	Adulto	18

Nota: Factores inter-sujetos

Tabla 33.

Determinación del estadístico F (fisher) y el p-valor para la interacción por parejas de las especies bioacumuladores y los grupos etarios

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	0,268[a]	8	0,034	0,552	0,811
Intersección	1,652	1	1,652	27,221	0,000
Especies Acumuladoras1	0,160	2	0,080	1,321	0,277
Grupos Etarios1	0,012	2	0,006	0,097	0,908
Especies1 * Etarios1	0,096	4	0,024	0,396	0,811
Error	2,731	45	0,061		
Total	4,651	54			
Total corregido	2,999	53			

Nota: Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: Concentración

Nota. a. R al cuadrado = 0,089 (R al cuadrado ajustada = -0,072)

4.3.2.6 Para metales pesados con grupos etarios

Tabla 34.

Cantidad de datos (n) en los metales pesados y los grupos etarios que registran la concentración de los metales pesados

		Etiqueta de valor	N
Metales Pesados	1	Cadmio	18
	2	Mercurio	18
	3	Plomo	18
Grupos Etareo	1	Juvenil	18
	2	Mediano	18
	3	Adulto	18

Nota: Factores inter-sujetos

Tabla 35.

Determinación del estadístico F (Fisher) y el p-valor para la interacción por parejas de los grupos etarios y los metales pesados

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	1,487[a]	8	0,186	5,529	0,000
Intersección	1,652	1	1,652	49,152	0,000
Metales Pesados	1,397	2	0,698	20,779	0,000
Grupos Etarios1	0,012	2	0,006	0,175	0,840
Metales * Etarios1	0,078	4	0,020	0,582	0,677
Error	1,512	45	0,034		
Total	4,651	54			
Total corregido	2,999	53			

Nota:

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: Concentración

Nota. a. R al cuadrado = 0,496 (R al cuadrado ajustada = 0,406)

4.3.3 Comparaciones múltiples con interacción de 03 variables (02 pruebas)

4.3.3.1 Para bancos naturales, especies bioacumuladoras y grupos etarios

Tabla 36.
Cantidad de datos (n) en los bancos naturales, especies bioaculmuadoras, y grupos etarios que registran la concentración de los metales pesados

		Etiqueta de valor	N
Bancos Naturales	1	Santa Rosa	27
	2	La Meca	27
Especies Bioacumuladoras	1	Tolina	18
	2	Lapa	18
	3	Caracol	18
Grupos Etario	1	Juvenil	18
	2	Mediano	18
	3	Adulto	18

Nota: Factor inter-sujetos

Tabla 37.
Determinación del estadístico F (fisher) y el p-valor para la interacción múltiple de las variables bancos naturales, especies bioindicadores y grupos etarios

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	0,513[a]	17	0,030	0,437	0,965
Intersección	1,652	1	1,652	23,920	0,000
Banco	0,013	1	0,013	0,186	0,669
Especies Bioacumuladoras1	0,160	2	0,080	1,161	0,325
Grupos Etarios1	0,012	2	0,006	0,085	0,919
Bancos * Especies1	0,060	2	0,030	0,438	0,649
Bancos * Etarios1	0,106	2	0,053	0,768	0,471
Especies1 * Etarios1	0,096	4	0,024	0,348	0,844
Bancos * Especies1 * Etarios1	0,065	4	0,016	0,237	0,916
Error	2,486	36	0,069		
Total	4,651	54			
Total corregido	2,999	53			

Nota. a. R al cuadrado = 0,171 (R al cuadrado ajustada = -0,220)
Prueba de efectos inter-sujetos
Variable dependiente: Concentracion

4.3.3.2 Para metales pesados, especies bioacumuladoras y bancos naturales

Tabla 38.

Cantidad de datos (N) en los metales pesados, especies bioacumuladoras y bancos naturales

		Etiqueta de valor	N
Metales Pesados	1	Cadmio	18
	2	Mercurio	18
	3	Plomo	18
Especies Bioacumuladoras	1	Tolina	18
	2	Lapa	18
	3	Caracol	18
Bancos Naturales	1	Santa Rosa	27
	2	La Meca	27

Nota: Factores inter-sujetos

Tabla 39.

Determinación del estadístico F (fisher) y el p-valor para la interacción múltiple de las variables bancos naturales, la especies bioindicadores y metales pesados

Origen	ipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	2,110[a]	17	0,124	5,022	0,000
Intersección	1,652	1	1,652	66,852	0,000
Metales Pesados	1,397	2	0,698	28,261	0,000
Especies1	0,160	2	0,080	3,245	0,051
Bancos Naturales	0,013	1	0,013	0,520	0,475
Metal * Especies1	0,351	4	0,088	3,552	0,015
Metal * Bancos	0,073	2	0,037	1,485	0,240
Especies1 * Banco	0,060	2	0,030	1,223	0,306
Metal*Especies1*Banco	0,055	4	0,014	0,553	0,698
Error	0,890	36	0,025		
Total	4,651	54			
Total corregido	2,999	53			

Nota: Pruebas de efectos inter-sujetos
Variable dependiente: Concentración
a. R al cuadrado = 0,703 (R al cuadrado ajustada = 0,563)

4.3.4 Comparaciones múltiples con interacción de 04 variables independiente

4.3.4.1 Interacción de bancos naturales, especies bioacumuladoras, grupos etario y metales pesados

Tabla 40.

Cantidad de datos (n) en los bancos naturales, especies bioacumuladoras, grupos etarios y metales pesados

		Etiqueta de valor	N
Bancos Naturales	1	Santa Rosa	27
	2	La Meca	27
Especies Bioacumuladoras	1	Tolina	18
	2	Lapa	18
	3	Caracol	18
Grupo Etarios	1	Juvenil	18
	2	Mediano	18
	3	Adulto	18
Metales Pesados	1	Cadmio	18
	2	Mercurio	18
	3	Plomo	18

Nota: Factor inter-sujetos

Tabla 41.

Determinación del estadístico F y el p-valor para la interacción múltiple de las variables bancos naturales, especies bioindicadores, grupos etarios y metales pesados

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	2,999[a]	53	0,057		.
Intersección	1,652	1	1,652		.
Banco	0,013	1	0,013		.
Especies1	0,160	2	0,080		.
Etarios1	0,012	2	0,006		.
Metal	1,397	2	0,698		.
Bancos * Especies1	0,060	2	0,030		.
Bancos * Etareo1	0,106	2	0,053		.
Bancos * Metal	0,073	2	0,037		.
Especies1 * Etareo1	0,096	4	0,024		.

Especies1 * Metales	0,351	4	0,088	.
Grupos Etareos1 * Metales Pesados	0,078	4	0,020	.
Bancos * Especies1 * Grupos Etareo1	0,065	4	0,016	.
Bancos * Especies1 * Metales Pesados	0,055	4	0,014	.
Bancos * Etareo1 * Metales Pesados	0,191	4	0,048	.
Especies1 * Etareo1 * Metales Pesados	0,162	8	0,020	.
Bancos * Especies1 * Grupos Etareo1 * Metales Pesados	0,179	8	0,022	.
Error	0,000	0	.	
Total	4,651	54		
Total corregido	2,999	53		

Nota: a. R al cuadrado = 1,000 (R al cuadrado ajustada = 0.0)

4.4 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS ESTADISTICOS

El análisis de la varianza consiste en mostrar y analizar comparativamente si hay un par de grupos distintos entre ellos, la cual nos permitirá comparar y contrastar la hipótesis planteada, que “la media de la variable referida a la concentración de metales pesados es diferente”. El análisis está basado fundamentalmente en contrastar el P-valor calculado para cada proceso con el nivel de significancia del 5% o α = 0.05.

La presente sección, tiene el propósito de realizar el análisis e interpretación de los datos producto del procesamiento estadístico aplicando el programa SPSS y una estrategia para el análisis e interpretación. Se ha decidido crear nuevas tablas donde se resume y expone los resultados encontrados en el procedimiento estadístico desarrollados en los ítems I y II del presente capítulo. Esta información presentada a manera de resumen la misma que guarda relación y coherencia con los objetivos planteados y con la formulación de la

hipótesis. Para realizar la interpretación de los resultados exponemos 04 criterios que guían el análisis y la interpretación.

1) Para cubrir el análisis, se ha extraído el P-valor para cada variable independiente sean emparejadas y en combinación múltiple, para tal efecto se buscó consolidar los resultados en una nueva tabla, esto permitió analizar la información. Teniendo en cuenta que los valores del P-valor son determinados a partir de la prueba F de Fisher (previamente se determinó si la variabilidad entre las medias de los grupos es mayor que la variabilidad de las observaciones dentro de los grupos), si este cociente es lo suficientemente grande, se puede concluir que no todas las medias son iguales, sin embargo, hoy tenemos la facilidad de que los programas estadísticos nos proporcionen directamente un P-valor, producto del cálculo interno que realiza el software, de esta manera nos facilitan realizar solo una comparación con el nivel de significancia del 5% o $\alpha = 0.05$, elegido como estadígrafo en el ritual de la significancia estadística.

2) Para cumplir con el primer objetivo específico de comparar, se desarrollaron pruebas individualizadas para todos casos de las variables independientes y su efecto en la variable dependiente, referida a la concentración de los metales pesados.

3) Para cumplir con el segundo objetivo específico de comparar, se analiza la influencia de dos o más variables independientes cuando interactúan conformando pares o cuando estas interacciones conforman variables múltiples, para ambos casos se analiza su efecto en relación a la concentración de los metales pesados.

4) Así como el análisis de varianza, permiten probar la hipótesis a partir de que las medias de dos o más grupos de poblaciones son

iguales (Ho). El análisis de varianza también permite evaluar la importancia de uno o más factores al realizar la comparación de las medias de la variable respuesta, en los diferentes niveles de los factores. Para este caso en el análisis de varianza, se utilizó el test o método de Tukey (prueba post hoc) que crea intervalos de confianza para todas las diferencias entre las parejas evaluadas, entre las medias de los niveles de factores, mientras controla la tasa de error por grupos o familias en un nivel especificado.

4.4.1 Cálculo del análisis univariado de la varianza para cada una de las variables independientes y su efecto en la variable dependiente referida a la concentración de los metales pesados. (04 pruebas)

Tabla 42.
Comparación del P- valor de cada variable independiente con el nivel de significancia del 5% o α= 0.05 y su efecto en la variable dependiente.

Items	Variables independientes	P- valor o Sig.
1	Bancos naturales	0.638
2	Especies bioacumuladoras	0.246
3	Grupos etarios	0.905
4	**Tipo de Metales pesados**	**0.000**

Nota. Los P-valor corresponden a los valores extraídos de las tablas

La Tabla 42, corresponde al cálculo del análisis de varianza, donde muestra la relación de las variables independientes y su efecto en la variable dependiente referida a la concentración de los metales pesados, esto permite resumir y comparar el P-valor correspondiente a un nivel de significancia asintótica. Para los bancos naturales el resultado es de 0.638, para las especies bioacumuladoras el valor es de 0.246, para los grupos etarios es de 0.905 y para los tipos de metales pesados el P-valor es de 0.000, lo que interesa es saber si este último P- valor está por debajo del nivel de significancia del 5%, cuando esto ocurre se acepta la hipótesis

alterna o del investigador, estadísticamente, los tipos de metales pesados influyen en la concentración, es decir que el tipo de metales pesados tiene un efecto en los resultados de la variable concentración de metales.

Analizando desde el contexto de comparar los bancos naturales, el comportamiento de cada variable independiente se puede presumir que estadísticamente la variable tipo de Metales pesados produce un efecto en la variable dependiente.

Por esta razón, se realiza las pruebas Post-hoc para determinar cuál de estos metales pesados influyen significativamente en el valor de la variable dependiente.

4.4.2 Análisis multivariado para analizar la influencia de las interacciones de dos (pares) o más variables independientes (múltiples) sobre la variable dependiente

4.4.2.1 Comparaciones múltiples por interacción de 02 variables. (06 pruebas)

Tabla 43.
Comparación del P- valor de la interacción de 02 variables independientes con el nivel de significancia del 5% = 0.05 y su efecto sobre la variable dependiente.

Items	Pares de variables independientes	P- valor o Sig.
1	Bancos naturales con especies bioacumuladoras	0.595
2	Bancos naturales con grupos etarios	0.418
3	Bancos naturales con tipo de metal pesado	0.322
4	**Especies bioacumuladoras con tipo de metal pesado**	**0.012**
5	Especies bioacumuladoras con grupos etarios	0.811
6	Tipo de metal pesado con grupos etarios	0.677

Nota. Los P-valor corresponde a extraídos de las tablas del Anexo 5.

Con respecto a la Tabla 43, corresponde a la interacción de 02 variables independientes, generándose 06 pares de interacciones, esta información permite comparar el P-valor con el nivel de significancia del 5%, de esta información se destaca el Item 4, se refiere a la interacción de las especies bioacumuladoras con el tipo de metal pesado, el P- valor muestra un resultado de 0.012, cuyo valor está por debajo de 0.05, Por lo tanto, se puede presumir que esa interacción tiene una influencia significativa en la variable dependiente, lo que significa que al emparejar las 02 variables (especies bioacumuladoras con tipo de metal pesado) genera un efecto sobre la variable concentración, lo que permite concluir estadísticamente que los valores de concentración de metales pesados depende de la interacción de estas 02 variables al estar emparejadas.

Con la aplicación de las pruebas Post-hoc en las variables emparejadas, se busca individualizar e identificar cuál de las especies bioacumuladoras tiene mayor influencia sobre la concentración de la variable dependiente. De igual modo, se aplica las pruebas Post-hoc para las variables múltiples y tienen el mismo propósito, conocer que elemento tiene mayor influencia en la concentración de la variable dependiente.

Analizando desde el contexto de los bancos naturales, se observa que el comportamiento de las variables combinadas (especies bioacumuladoras con tipo de metal pesado) presenta un resultado de

0.012, este valor permite presumir estadísticamente que la combinación, produce comparativamente un efecto en la variable dependiente.

4.4.2.2 Comparaciones múltiples con interacción de 03 variables (02 pruebas)

Tabla 44.

Comparación del P-valor de la interacción de 03 variables independientes

Items	Interacción de Variables independientes	P- valor o Sig.
1	Bancos naturales con especies bioacumuladoras y grupos etarios	0.916
2	Tipos de metales pesados con especies bioacumuladoras y bancos naturales	0.698

Nota: La interacción se realiza con el nivel de significancia del 5% = 0.05

Con respecto a la Tabla 44, donde la interacción son de 03 variables independientes, se puede observar la interacción múltiple y su efecto en la variable dependiente, al comparar los P-valor con el nivel de significancia del 5%, se desprenden que los valores en los ítems 1 y 2, no muestran ninguna significancia estadística, porque sus valores están por encima de 0.05, para el primer caso de interacción (Bancos naturales con especies bioacumuladoras y grupos etarios) su resultado es de 0.916 y para el segundo caso de interacción (Tipos de metales pesados con especies bioacumuladoras y bancos naturales) el resultado es de 0.698.

Analizando la comparación desde el contexto de los bancos naturales, se puede observar que el comportamiento de la interacción de

estas 03 variables no produce estadísticamente ningún efecto en la variable dependiente, esto se repite en los dos casos.

4.4.2.3 Comparaciones múltiples con interacción de 04 variables independiente.

Tabla 45.

Comparación del P- valor de la interacción de 04 variables independientes con el nivel de significancia del 5% = 0.05

Items	Interacción de variables independientes	P- valor o Sig.
1	Bancos naturales, especies bioacumuladoras, grupos etarios y tipos de metales pesados.	0.022

Nota: La interacción se realiza con el nivel de significancia del 5% = 0.05

Con respecto a la Tabla 45, referida a la única interacción de las 04 variables independientes definida como una interacción múltiple (Bancos naturales, especies bioacumuladoras, grupos etarios y tipos de metales pesados) presenta como resultado un P-valor de 0.022, siendo menor al α = 0.05, de esto se desprende que estadísticamente muestran una diferencia estadística entre los banco naturales.

Analizando desde el contexto de los bancos naturales, se observa que el comportamiento de la interacción de estas 04 variables asociadas, sí produce estadísticamente un efecto en la variable dependiente.

4.4.3 Pruebas Post-hoc o pruebas posteriores para evaluar cuáles son las categorías de las variables independientes que presenta una diferencia con las otras variables.

La prueba de rango Post-hoc, identifica los subconjuntos homogéneos de medias que no se diferencian entre sí. La prueba de Tukey,

es una prueba estadística general que es utilizada conjuntamente con el análisis de varianza, se usa en un número elevado de comparaciones.

En un análisis Post-hoc, se examina críticamente el proceso real de desarrollo y se contrasta con el proceso planificado para identificar aquellos aspectos del proceso que vale la pena conservar, profundizar, mejorar, modificar o eliminar.

- Interpretación de la prueba de Tukey, ésta prueba calcula el intervalo de confianza (1-alfa) al 100% para el caso se aplica al 95%, permite conocer las diferencias entre medias para cada par de grupos mostrados en el intervalo de confianza.

- Si el intervalo contiene cero (o tiene diferentes signos en los límites), entonces las medias en los grupos serán iguales.

4.4.3.1 Pruebas Post-hoc o pruebas posteriores para comparaciones múltiples de la media de la variable metales pesados

Las pruebas Post-hoc se emplea para la comparación de más de 02 grupos cuando la variable aleatoria o medida (V.D.) es numérica, partiendo de las medias del parámetro o variable evaluada, así mismo se calcula un intervalo de confianza para la media al 95%.

a) Test de Tukey

Tabla 46.

Comparaciones múltiples de las medias de los metales pesados

	(I) Metales	(J) Metales	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
						Límite inferior	Límite superior
SD Tukey	Cd	Hg	0,37361*	0,059086	0,000	0,23098	0,51624
		Pb	0,29500*	0,059086	0,000	0,15237	0,43763
	Hg	Cd	0,37361*	0,059086	0,000	0,51624	-0,23098
		Pb	0,07861	0,059086	0,385	-0,22124	0,06402
	Pb	Cd	0,29500*	0,059086	0,000	-0,43763	-0,15237
		Hg	0,07861	0,059086	0,385	-0,06402	0,22124

Nota. Se basa en las medias observadas.
El termino de error es la media cuadrática (error) = 0.31
*La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05

Aplicando el análisis Post-hoc, se examina críticamente los resultados de la Tabla 46, teniendo en cuenta que el software estadístico marca con un asterisco (*) en la columna diferencia de media (I-J) aquellas combinaciones que tienen un P-valor por debajo del 5%, teniendo en cuenta que es el nivel de significancia para probar nuestra hipótesis. Se observa 04 combinaciones que muestran los asteriscos en la diferencia de medias (I-J). En el primer grupo se observar el par Cd - Hg y el par Cd - Pb; en segundo grupo se observa solo un par con asterisco (Hg - Pb) y en el último grupo es el par (Pb - Cd). En estos pares el P-valor muestra un resultado de 0.000, porque en realidad son los mismos componentes que se presenta en orden inverso.

Con estos resultados mostrados se afirma que existen diferencias entre cadmio y mercurio, estas diferencias también se presentan entre el entre cadmio y plomo, asimismo existen diferencias en el mismo par presentadas en orden inverso. Además, teniendo en cuenta las recomendaciones de la prueba de Tukey: si el intervalo contiene cero (o tiene diferentes signos en los límites), entonces las medias en los grupos serán iguales. Finalmente, se observa que el elemento cadmio provoca una media diferente en los grupos evaluados.

Tabla 47.

Comparaciones múltiples de la media de la variable metales pesados con el test de Tukey.

	Metal	N	Subconjunto	
			1	2
HSD Tukey[a,b]	Mercurio	18	0,02417	
	Plomo	18	0,10278	
	Cadmio	18		0,39778
	Sig.		0,385	1,000

Nota:Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 18,000.

b. Alfa = 0.05.

En la Tabla 47, se puede observar 02 subconjuntos homogéneos y se descubre que el mercurio y el plomo no tienen diferencias porque son parte de un mismo subconjunto homogéneo, distinto al elemento cadmio.

4.4.3.2 Pruebas Post-hoc o pruebas posteriores para comparaciones múltiples de la media de la variable especies bioacumuladoras

Tabla 48.

Comparaciones múltiples de la media del tipo de especies bioacumuladoras con el test de Tukey.

	(I) Especies	(J) Especie	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
						Límite inferior	Límite superior
HSD Tukey	Tolina	Lapa	0,05489	0,0523	0,552	-0,07319	0,18297
		Caracol	0,07794	0,0523	0,309	-0,20602	0,05014
	Lapa	Tolina	0,05489	0,0523	0,552	-0,18297	0,07319
		Caracol	0,13283*	0,0523	0,041	-0,26091	-0,00475
	Caracol	Tolina	0,07794	0,0523	0,309	-0,05014	0,20602
		Lapa	0,13283*	0,0523	0,041	0,00475	0,26091

Nota: Se basa en las medias observadas.
El término de error es la media cuadrática (Error) = 0,025.
*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Aplicando el análisis Post-hoc, se examina críticamente los resultados de la Tabla 48, teniendo en cuenta que el software marca con un asterisco aquellas comparaciones que tienen un P-valor por debajo del 5%, nivel de significancia para probar la hipótesis. Analizando los resultados la Tabla 48, se observa solo 02 combinaciones que muestran los asteriscos en la diferencia de medias (I-J), en el segundo grupo se observa el par (lapa – caracol) y en el tercer grupo también se observa un par con asterisco el caracol – lapa. En estos pares el P- valor muestran un resultado de 0.041 para ambos casos.

Entonces, se puede afirmar que hay diferencias entre lapa – caracol. Por otra parte, teniendo en cuenta las recomendaciones para la prueba Tukey: si el intervalo contiene cero (o tiene diferentes signos en los límites), entonces las medias en los grupos serán iguales.

Finalmente, se puede presumir en primera instancia que los resultados referido al caracol – lapa, que sus medias en este grupo son diferentes con respecto al resto.

Tabla 49.

Comparaciones múltiples de la media de la variable tipo de especies bioacumuladoras con el test de Tukey.

	Especies	**N**	**Subconjunto**	
			1	**2**
HSD Tukey[a,b]	Lapa	18	0,11233	
	Tolina	18	0,16722	0,16722
	Caracol	18		0,24517
	Sig.		0,552	0,309

Nota: Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.
El término de error es la media cuadrática (Error) = 0,025.
a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 18,000.
b. Alfa = 0.05.

En la Tabla 49, se puede observar 02 subconjuntos homogéneos y se descubre que la combinación lapa-caracol, tiene una diferencia con el resto de combinaciones.

4.4.3.3 Pruebas Post-hoc o pruebas posteriores para comparaciones múltiples de la media en la variable grupos etarios

Tabla 50.

Comparaciones múltiples de la media del grupo etario de las especies bioacumuladoras con el test de Tukey.

	(I) Grupos etarios	(J) Grupos etarios	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
						Límite inferior	Límite superior
HSD Tukey	Juvenil	Mediano	-0,00233	0,080676	1,000	-0,19708	0,19242
		Adulto	-0,03239	0,080676	0,915	-0,22714	0,16236
	Mediano	Juvenil	0,00233	0,080676	1,000	-0,19242	0,19708
		Adulto	-0,03006	0,080676	0,926	-0,22480	0,16469
	Adulto	Juvenil	0,03239	0,080676	0,915	-0,16236	0,22714
		Mediano	0,03006	0,080676	0,926	-0,16469	0,22480

Nota: Se basa en las medias observadas.
El término de error es la media cuadrática (Error) = 0,059

Aplicando el análisis Post-hoc, se examina críticamente los resultados de la Tabla 50, teniendo en cuenta que el software marca con un asterisco aquellas comparaciones que tienen un P-valor por debajo del 5%, teniendo en cuenta el nivel de significancia para probar nuestra hipótesis. Se observa que ningún valor nos muestra los asteriscos en la diferencia de medias (I-J), en este sentido se puede afirmar que, si bien es cierto que la diferencias se muestra al par caracol – lapa, estas diferencias no lo trasladan a los grupos etarios.

Con estos resultados se afirma que no existen diferencias entre los grupos etarios. Por otra parte, teniendo en cuenta las recomendaciones de la prueba de Tukey, que dice que: “si el intervalo contiene cero (o tiene diferentes signos en los límites), entonces las medias en los grupos serán iguales”.

Finalmente, podemos presumir estadísticamente que el total de los resultados de la media en este grupo son iguales.

Tabla 51.

Comparaciones múltiples de la media de la variable grupos etarios con el test de Tukey.

	Grupos etarios	N	Subconjunto 1
HSD Tukey[a,b]	Juvenil	18	0,16333
	Mediano	18	0,16567
	Adulto	18	0,19752
	Sig.		0,915

Nota: Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.
El término de error es la media cuadrática (Error) = 0,059.
a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 18,000.
b. Alfa = 0.05.

En la tabla 51, se puede observar 01 subconjunto homogéneo lo indica que ningún par de los grupos etarios tiene diferencia, esto corrobora el valor mostrado en la tabla 11, además que son parte de un solo subconjunto homogéneo.

4.5 RESUMEN DEL ANALISIS E INTERPRETACION DEL ESTUDIO (PRE CONCLUSIÓN)

Como ya se mencionó al inicio de este capítulo, la segunda etapa tiene el propósito de afinar el análisis e interpretación de los resultados teniendo como insumo la información generada en su primera etapa, de manera que se abordará teniendo en cuenta el marco teórico y los antecedentes investigativos.

Esta segunda etapa se ha definido como una pre-conclusión, teniendo en cuenta que el procesamiento estadístico es extenso y el interés

es abordar la información de manera didáctica en concordancia con lo expuesto en el capítulo II referido al marco teórico.

Seguidamente se trae los objetivos planteados que servirán como guía para el análisis definitivo.

4.5.1 Análisis e interpretación para los objetivos

Objetivo General: Determinar comparativamente las diferencias de las medias en la concentración en los metales pesados Cd, Pb y Hg en los bioindicadores *Concholepas concholepas, Fissurella latimarginata* y *Thais chocolata* para los grupos etarios en los bancos naturales Punta Meca y Santa Rosa del Distrito de Ite, año 2018.

Tabla 52.

Comparación del P- valor de cada variable independiente con el nivel de significancia del 5% o α= 0.05 y su efecto en la variable dependiente.

Items	Variables independientes	P- valor o Sig.
1	Bancos naturales	0.638
2	Especies bioacumuladoras	0.246
3	Grupos etarios	0.905
4	**Tipo de Metales pesados**	**0.000**

Nota. Los P-valor corresponde a los valores extraídos de las tablas

Frente al objetivo general desde el contexto de los bancos naturales se puede concluir estadísticamente que el comportamiento de cada variable independiente sobre la variable concentración produce efectos diferentes como se explica a continuación:

Para los bancos naturales, El valor sig. Asintótica (P-valor) es 0.638, superior al α=0.05, por lo tanto, se puede afirmar estadísticamente que los bancos naturales no presentan diferencias, por lo tanto, son iguales,

descartando la hipótesis alterna. Esta conclusión se muestra la gráfica en la Figura 19.

Esta afirmación lo mostramos en la siguiente figura:

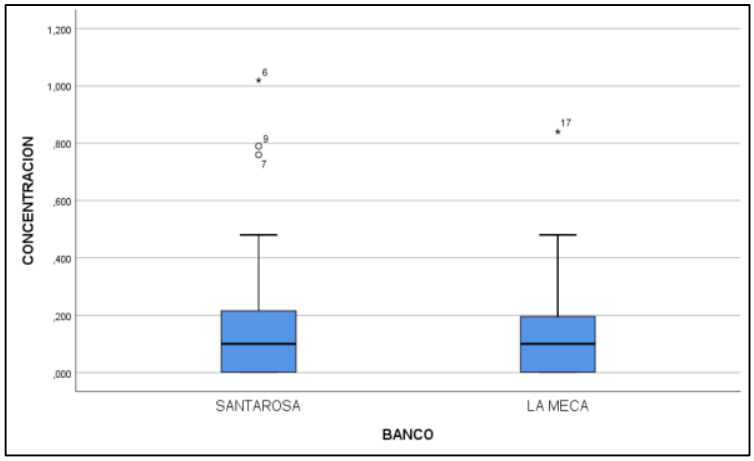


Figura 5: Gráfico de concentración y especies bioacumuladoras

Para el caso de los tipos de especies bioacumuladoras: El valor F de Fisher es 1.441 y el P-valor es 0.246, este último es superior al α=0.05. Estos resultados se dieron en ambas tablas, donde mostraron valores similares (para análisis de varianza con un factor intersujetos y para el análisis aplicando Kruskal Wallis) por lo tanto se descarta la hipótesis alterna.

Para los casos tipo de metales pesados: El valor F de Fisher es 22.227 y el P-valor es 0.000, en este caso el P-valor es menor al α=0.05, en ambos cálculos resultaron similares (para análisis de varianza con un factor intersujetos y para el análisis aplicando Kruskal Wallis), lo que nos conduce afirmar que estadísticamente los tipos de metales pesados,

presentan diferencias en sus medias. Este resultado amerita realizar la prueba Post-hoc, para conocer cuál de estos 03 elementos que constituyen el grupo, influye más en el resultado. Realizado el procedimiento estadístico con la prueba Post-hoc, se determinó que el cadmio influye significativamente en la variable concentración. Con la notoriedad que se da para el cadmio, se afirma que el comportamiento de este elemento no es similar al resto.

Hasta este punto del análisis, se puede presumir que la diferencia en la concentración del cadmio se debe a que los moluscos bioacumulan en mayor cantidad el cadmio, tal como afirma Li y Zhang (2013), en su estudio “Concentración y evaluación de metales pesados en bentos en el área de Lianyungang – 2013” presentada en la Universidad Tecnológica de Michigan, Houghton, USA, el autor afirma que: “Los organismos poseen diferentes capacidades de acumulación para diferentes metales pesados, los moluscos bioacumulan en mayor cantidad el cadmio y los crustáceos tienden a bioacumular el mercurio” del mismo modo el investigador Jin et al.(2011), afirma que los moluscos tienen la capacidad de bioacumular metales pesados. Por otra parte, se manifiesta que realizado el análisis comparativo de los valores de concentración encontrados en los bioindicadores correspondiente a las muestras son superiores a los valores establecidos en la normativa de la SANIPES, UE y LAN, presentada en la tabla 1. "Marco Normativo de los Metales Pesados sobre los Moluscos", podemos afirmar que los bancos naturales de Punta Meca y Santa Rosa

son áreas que albergan diferentes organismos con una cantidad en mg la acumulación de metales pesados, esta afirmación se ajusta a la conclusión de otra investigación en la misma zona de estudio que condujo a la siguiente afirmación “el hecho de haber probado que la presencia del cadmio, plomo y mercurio en las áreas evaluadas, permite catalogarlas como áreas contaminadas por acciones antropogénica” (Ibarcena, 2011).

El siguiente interés es conocer cómo influye la combinación de estas variables independientes cuando forman pares o cuando se combinan más de dos elementos (múltiples), la pregunta es, si estas interacciones pueden mostrar comportamientos iguales o diferentes en la media.

Esta interrogante será cubierta por los 02 objetivos específicos siguientes.

En resumen al primer objetivo específico, se observa que al combinar las variables independientes se conformaron 06 grupos o pares; al comparar los resultados de la media de estas interacciones se encontraron diferencias entre estos grupos evaluados, de estos grupos formados se destaca el par conformado por tipos de especie bioacumuladoras - metales pesados, y al ser sometido a test de Tukey para ver cuál de estos dos elementos tiene mayor participación en el resultado de la media se concluye que esto le corresponde a la variable tipo de metales pesado. Desde ya este resultado se está induciendo y alineando al objetivo general.

En resumen, al segundo objetivo específico, se observa que al combinarse las variables independientes en total se conformaron 03 grupos, al comparar los resultados de sus media para las interacciones múltiples conformado por los 03 elementos, no presentaron ninguna diferencia entre estos grupos, debido a que su P-valor resultante están por encima de 0.05, en contrario a lo mencionado, la combinación de las cuatro variables independientes, el p-valor resulto por debajo de 0.05, por lo tanto, podemos concluir que si existe una diferencia entre los bancos naturales cuando se analizar las variables en conjunto, esto es explicado por la contribución que proporciona la variable metales pesados.

CONCLUSIONES

Con respecto al objetivo general, se concluye:

Que las medias individuales de todas las variables independientes evaluadas, las que internamente están conformadas por sus respectivas categorías no son iguales, destacándose la variable metales pesados que marca la diferencia con el resto, y dentro de sus categorías la que tiene mayor participación es el elemento cadmio, esto se explica porque dentro de la diversidad de metales pesados que existe en las áreas de estudio, los moluscos bioacumulan en mayor cantidad al cadmio, tal como afirma Li y Zhang (2013).

Con respecto a los objetivos específicos, se concluye:

Para el primer objetivo.

De las combinaciones de las variable independientes se conformaron 06 pares, al comparar los resultados de la media de estas interacciones, se encontraron diferencias entre estos grupos evaluados, de estos grupos formados se destaca el par conformado por tipos de especie bioacumuladoras - metales pesados, y al ser sometido a test de Tukey para ver cuál de estos dos elementos tiene mayor participación en el resultado de la media, se concluye que

esto le corresponde a la variable tipo de metales pesado. Desde ya, se está induciendo y alineando al objetivo general.

Para el segundo objetivo.

De las combinaciones de las variables independientes se conformaron en total 03 grupos, al comparar los resultados de la media para las interacciones múltiple formado por 03 elementos, no presentaron ninguna diferencia entre estos grupos, porque sus P-valor resultante están por encima de 0.05, en contrario a lo mencionado, la combinación de las cuatro variables independientes, el p-valor resulto por debajo de 0.05, por lo tanto, podemos concluir que si existe una diferencia entre los bancos naturales cuando se analizar las variables en conjunto, esto es explicado por la contribución que proporciona la variable metales pesados.

Con respecto a la contratación de la hipótesis planteada:

En términos globales para el estudio específico, se puede concluir que se ha demostrado la hipótesis alterna o hipótesis del investigador, que señala que “todas las medias son diferentes”, esta proposición fue determinante la participación de tipo de metales pesados, mostró un peso que modifico los resultados cuando se analizan la interacción de medias de las 4 variables en conjunto.

RECOMENDACIONES

Se recomienda:

- Trabajar a nivel de laboratorio pruebas experimentales, evaluando estas variables.

- Realizar un análisis químico de los sedimentos de las áreas estudiadas, donde se extrajo las muestras, esta información permitirá comparar los datos de los bioindicadores, de manera establecer la diferencia proporcional de los metales pesados que lo conforman.

- Se recomienda hacer un estudio de las zonas contaminadas en humedal de Ite, buscando conocer que elementos contaminantes existen, así como los niveles de concentración que tienen estos elementos pesados producto de los relaves.

- Se recomienda hacer un estudio de las corrientes marinas en los bancos naturales para conocer si esta variable es significativa en la dispersión de los metales pesados en las áreas de estudio.

- Se recomienda realizar estudios en las zonas que geográficamente están al norte de la bahía de Ite, esto permitirá conocer comparativamente a que distancia del foco de contaminación se va degradando o disminuyendo la presencia de metales pesados.

BIBLIOGRAFÍA

Aguilar, G., & Iza, A. (2009). *Gobernanza de aguas compartidas: aspectos jurídicos e institucionales.* Suiza: UICN.

Arntz, W., & E., F. (1996). *El Niño, experimento climatico de la naturaleza.*

ATSDR. (1999). Reseña Toxicológica del Mercurio. *Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de enfermedades (ATSDR)*.

ATSDR. (2007). Reseña toxicológica del plomo. *Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ATSDR)*.

Baird, C. (2001). Quimica Ambiental. 391 - 431. Barcelona, España.

Barahona N., A., Olguin C., V., Salas , G., Araya, P., & Muñoz, G. (2009). Seguimiento del estado de situación de las principales pesquerías nacionales. *Investigacion Situación Pesquerías Bentónicas*. Chile.

Barriga Sanchez, M., & Aranda Pariasca, D. (2013). Metales pesados (Pb, Cd y Hg) en moluscos. *Bol.Invest.Inst.Prod., 11*, 16-26.

Bautista, Z. (1999). *Introducción al estudio de contaminación de suelo por metales pesados.* Mexico.

Bretos, M. (1988). Pesquerias de Lapas en Chile. *Medio Ambiente, 9*(2), 7 - 12.

Camean, A. (1995). *Toxicologia avanzada.* Madrid, España.

Castilla, J., Guisado, C., & Cancino, J. (1979). *Aspectos ecológicos y conductuales relacionados con la alimentación de (Concholepas concholepas), (Gastropoda: Muricidae).* Lima, Peru: Biologia Pesquera.

Chiang, G. (1988). *Niveles de metales pesados en organismos, agua y sedimentos marinos recolectados en la V Region de Chile.* Santiago de Chile: Memorias del Simposio Internacional sobre recursos vivos CPPS.

D.S. N°030-2001-PE. (2001). *Reglamento de la Ley de Promoción y Desarrollo de la Acuicultura*. Lima: Diario El Peruano.

DelValls, T., & Chapman, P. (1998). The use of multivariate analysis to link the sediment quality triad components to site-specific sediment quality values in the Gulf of Cadiz and in San Francisco. *Ciencias Marinas, 24*, 313-336.

Doria A., C., & Deluque V. , C. (2015). Niveles y distribución de metales pesados. *Revista de investigacion agraria y ambiental, 6*.

Duffus, J. (1983). *Toxicología ambiental.* España: Omega S.

Flores, F. (1987). Evaluación para el Procesamiento para Congelado I.Q.F. del Molusco Aductor con Coral (Argopecten purpuratus), Abalón (Concho/epas concho/epas) y Caracol (Thais chocolata). *Tesis para optar el grado académico de Bachiller en Pesquería - Transformación*. Tacna, Peru: UNJBG.

Gallardo, C. (1973). *Desarrollo intracapsular de (Concholepas concholepas), (Brugiere) (Gastropoda: Muricidae).* Publicacion Ocasional del Museo Nacional de Historia Natural.

Garcia , T. (2008). *Análisis y propuesta de manejo sostenible de la pesquería del caracol comun (Thais chocolata) en la Bahia del Callao.* Lima.

Guzman Roca, J. (2014). *Cobre total en organismos bentónicos y su relación con acciones antrópicas y naturales.* Lima: Universidad Nacional Federico Villarreal.

Hartwell S., I., Wright D., A., Takacas, R., & Hocutt C., H. (1991). *Relative respiration and feeding rates of oyster and brackish water clam in variously contaminated waters* (Vol. 4). India: Mar.Poll.Bull.

Hernandez Sampieri, R. (2014). *Metodologia de la Investigación.* Mexico: McGraw.Hill.

Hernandez, R. (1999). Sastre G.A. *Tratado de Nutricion*, 526 - 528. Madrid, España.

Ibárcena Fernandez, L. (2011). Estudio de la contaminación por metales ecotóxicos en sedimentos en la Bahía de Ite, Tacna. *Ciencia & Desarrollo*, 8.

IMARPE. (2013). Recuperado el 22 de Octubre de 2017, de Instituto del Mar del Peru:

http://www.imarpe.pe/imarpe/pag_fichas_detalle.php?id_especie=000010

Jacinto, M., & Aguilar, S. (2007). Concentraciones traza de metales en especies marinas de la Bahia Huarmey, Ancash. *Perú Biol, Universidad Nacional Mayor de San Marcos* , 307-311.

Jacob, D., & Otte, M. (2004). Long-term effects of submerged and wetland vegetation on metals in a 90-year old abandoned Pb-Zn mine tailings pond. *Environmental Pollution*, 337-335.

Jin, G.-w., Gong, Q., Cai, Y.-q., Li, X.-l., Shi, Y.-f., Gu, R.-r., & Yang, Q. (Julio de 2011). Determination of Cadmium in Bivalve Molluscs by Mocrowave Digestion with Inductively Cupled Plasma-Mass Spectrometry. *Scientific Trans Tech Publications, Switzerland* .

Jitar, O., Teodosiu, C., Oros, A., Plavan, G., & Nicoara, M. (2014). Bioaccumulation of heavy metals in marine organisms from the Romanian sector of the Black Sea. *Gheorgie Antipa National Institue for Marine Research*.

Kossoff, D., Alfredsson, M., Stephen, M., & Hudson, M. (2014). Mine Tailings Dams: Characteristics, Failure, Environmental Impacts, and Remediation. *Applied Geochemistry*.

Li, Y., & Zhang , R. (August de 2013). *Concentration and assessment of heavy metals in benthos in Lianyungang area.* USA: Michigan Technological University, Houghton.

Loaiza, A. (2011). Bioacumulacion de Cadmio y Plomo en Concha de Abanico Argopecten Purpuratus (Lamarck, 1819) en cultivo de Fondo, en Parachique - Bahia de Sechura. 10 - 70. Lima, Lima, Peru: Tesis. Universidad Nacional Agraria la Molina.

Lozada, E., Cañas, P., & Schuffeneger, M. (1989). *Ciclo reproductivo del recurso loco (Concholepas concholepas), en H.E.BUSTOS (Ed.) Estudio de repoblamiento de recursos bentónicos* (Vol. AP 89/3bn). Lima, Peru: Instituto de Fomento Pesquero (IFOP).

Luoma S. , N., & Rainbow P., S. (2008). *Metal contamination in aquatic environments: science and lateral management.* California: University of California al Davis.

Lydeard, C., Cowie, R., Ponder, W., Bogan, A., Bouchet, P., Clark, S., . . . Thompson, F. (2004). *Global decline of non-marine molluks.* BioSciense.

M. Gomez, M. (2006). *Introducción a la metodología de la investigacion científica.* Argentina: Editorial Brujas.

MEM. (2000). Programa de Asistencia Técnica al Ministerio de Energía y Minas del Perú. *Guía de Manejo de Relaves Mineros*. Lima: Banco Mundial.

MINAM. (20 de 12 de 2018). *Ministerio del Ambiente Peru*. Obtenido de https://www.minam.gob.pe/ordenamientoterritorial/manejo-integrado-de-zonas-marino-costeras/

Norma Tecnica Peruana. (2012). *Lineamientos y procedimientos de muestreo del pescado y productos pesqueros para inspección.* Lima: Comisión de normalización y de fiscalización - INDECOPI II.

Oehlmann, J., & Schulte, U. (2003). *Endocrine disrupcion in invertebrates.* Pure and Applied Chemistry.

Olguin, A., Andrade, C., Cortes, J., & Gonzales, J. (1997). *Investigacion de aspectos reproductivos del recurso lapa tendientes a esteblecer medidas de regulacion.* Informe final, SERPLAC - IFOP.

OMS, O. M. (2015). *Intoxicacion por plomo y la salud.* Recuperado el 12 de 10 de 2017, de http://who.int/mediacentre/factsheets/fs379/es

Osorio, C. (2002). Moluscos marinos en Chile. *Especies de importancia económica. Universidad de Chile*.

Paneblanco, M. (2011). Análisis de los niveles de metales pesados (Pb, Cu, Cr, Zn, Ni y Cd) y aspectos reproductivos del delfín franciscana (Pontoporia blainvillei). *Universidad de Buenos Aires*.

PANOCI. (2000). *Politica Nacional Ambiental para el Desarrollo Sostenible de los Espacios Oceanicos y las Zonas Costeras e Insulares de Colombia.* Serie de Documentos Generales INVEMAR.

PNUMA, P. D. (2010). Analisis del flujo del comercio y revision de practicas de manejo ambientalmente racionales de productos conteniendo cadmio, plomo y mercurio en America Latina y el Caribe. 1 - 93.

Ramirez, A. (2002). Toxicologia del cadmio. Conceptos actuales para evaluar exposicion ambiental u ocupacional con indicadores biologicos. 51 - 64. Peru.

Ramirez, A. V. (2008). Intoxicacion ocupacional por mercurio. 46 - 51.

Rebaza Fernandez, R. (2015). *Evaluación de la contaminación por bioacumulación de Cd, Pb y Hg en moluscos bivalvos en la zona de amortiguamiento de la bahia de Sechura.* Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo.

Robles, G. (1991). *Algunos aspectos biológicos poblacionales del caracol Thais chocolata durante el año 1987 de la zona de Matarani.* Arequipa: Universidad Nacional de Arequipa.

Saldivar, L., Tovar, A., & Fortoul, V. (1997). *Cadmio.* Mexico.

Sarkar K., S., Bhattacharya, B., & Debnath, S. (1994). The suitaability of tropical marine bivalves as biomonitors of heavy metals in deltaic sundarbans, North East India. *Calcutta University, 29*(4), 759-770.

Sobrino Figueroa, A., Caceres Martinez, C., & Rosas Cedillo, R. (2007). Evaluación del riesgo por consumir moluscos contaminados con cadmio, cromo y plomo. *Laboratorio de ecotoxicología de la Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa*, 49-58.

Ubillus, L. J. (2003). Estudio sobre la presencia de plomo en el medio ambiente de Talara en el año 2003. 19 - 30. Lima, Peru: Tesis. Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

USEPA. (2002). *Short-term methods for estimating the chronic toxicity of effluents and receiving waters to marine and estuarine organisms.* Washington DC: EPA-821-R-02-014.

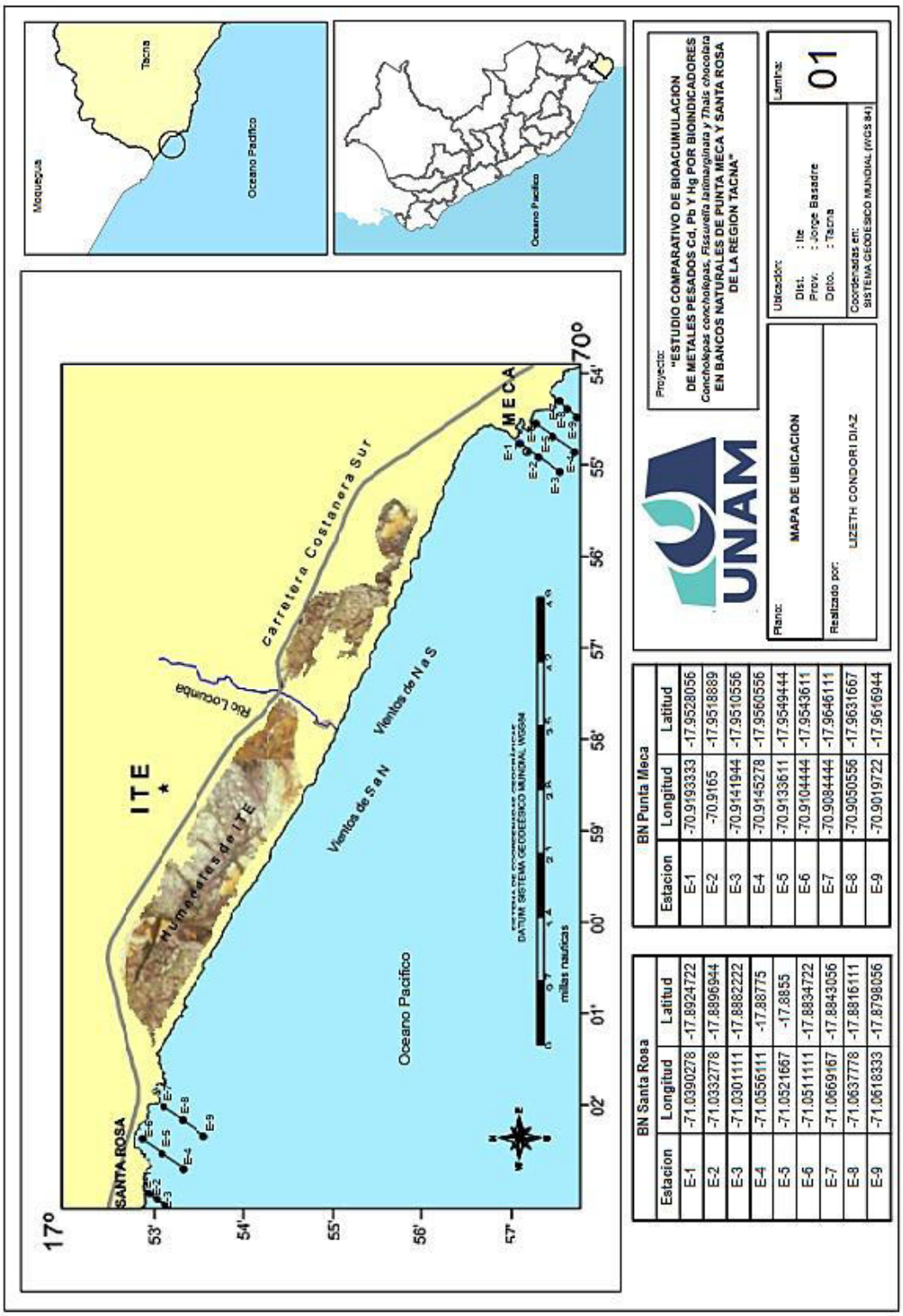
Vidal, J. (1984). Curso de Quimica Inorganica. 409 - 450. Buenos Aires, Argentina.

Walsh Peru S.A. (2008). *Plan de cierre de minas actividades minero metalurgicas Southern Perú Copper Corporation.* Lima: Consultora Walsh Peru S.A.

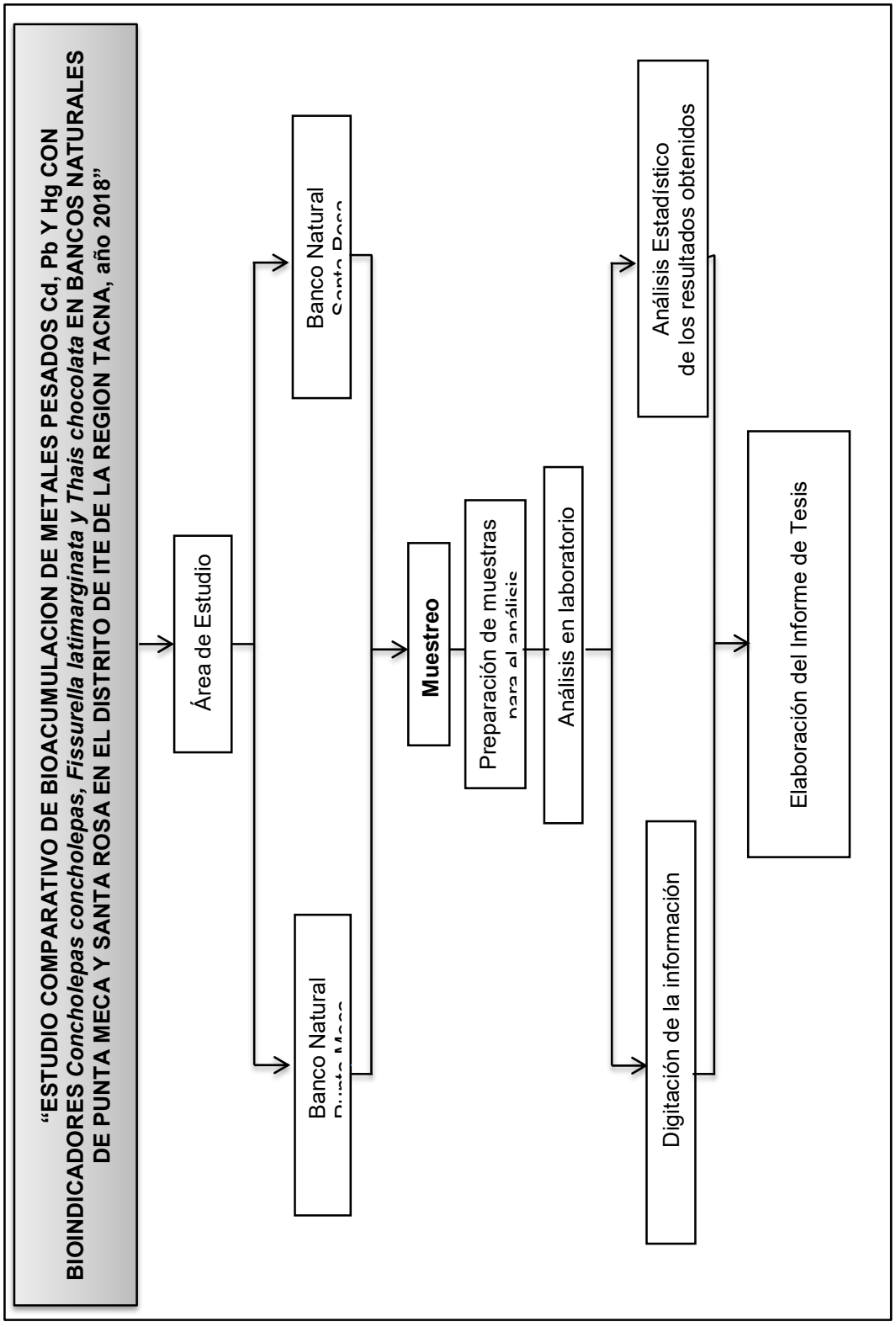
Wang, J., Liu, R., Yu, P., Tang, L., & Wang, J. (2012). Study on the Pollution Characteristics of Heavy Metals in Seawater of Jinzhou Bay. *Sciencedirect*, 1507-1516.

ANEXOS

ANEXO 1. Ubicación de Puntos de Muestreo de las Área Estudiadas



ANEXO 2. Diagrama de flujo referido al Desarrollo del Proyecto



ANEXO 3. Galería de Fotos – Evidencias de la ejecución del muestreo y recojo de las especies en los bancos naturales La Meca y Sta. Rosa



Figura 7. Zona de Muestreo Punta Meca



Figura 6. Zona de Muestreo Punta Meca



Figura 9. Zona de Muestreo Santa Rosa



Figura 8. Zona de Muestreo Santa Rosa

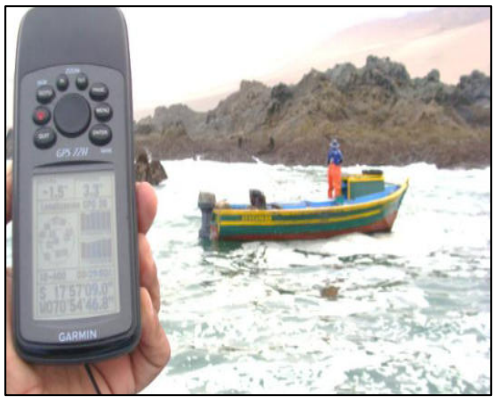


Figura 11. Marcando las coordenadas



Figura 10. Recepcionando las muestras



Figura 13. Muestras



Figura 12. Muestra del recurso tolina



Figura 15. Seleccionando las muestras



Figura 14. Seleccionando las muestras

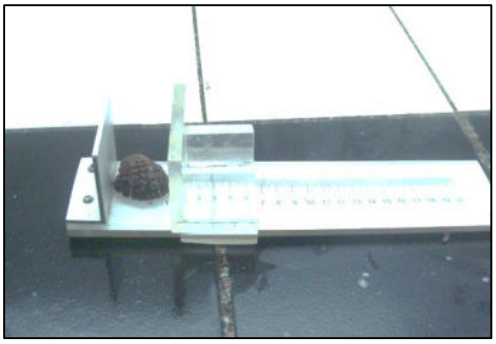


Figura 17. Medición de las muestras con vernier



Figura 16. Selección del recursos tolina etariamente



Figura 19. Selección del recurso tolina etariamente



Figura 18. Selección del recurso lapa etariamente



Figura 21. Selección del recurso caracol etariamente



Figura 20. Desvalvamiento de las muestras



Figura 23. Lavado después del desvalvado



Figura 22. Peso de las muestras para el envío al laboratorio

ANEXO 4. Resultados de los Análisis de Laboratorio del Muestreo, Base de Datos de las Variables y Recodificación para el Procesamiento de Datos

Resultados del Análisis en Laboratorio del Muestreo

CERPER
CERTIFICACIONES DEL PERU S.A.

INFORME DE ENSAYO N° 1-07717/18

Pág. 1/3

Solicitante	:	**INSTITUTO DEL MAR DEL PERU**
Domicilio legal	:	Esq. Gamarra Y Gral. Valle S/n Chucuito - Callao - Callao - Callao
Producto declarado	:	**1) LAPA** **2) CHANQUE** **3) CARACOL**
Cantidad de Muestras para el Ensayo	:	1) 2 muestras x 100 g c/u 2) 3 muestras x 200 g c/u 3) 3 muestra x 200 g c/u **Muestra proporcionada por el solicitante**
Identificación de la muestra	:	**BANCO NATURAL PUNTA MECA (18 08 2018)** Según se indica
Forma de Presentación	:	En bolsa de polietileno cerrada y refrigerada
Fecha de recepción	:	2018 - 08 - 23
Fecha de inicio del ensayo	:	2018 - 08 - 25
Fecha de término del ensayo	:	2018 - 08 - 29
Ensayo realizado en	:	Laboratorio de Físico Química - Alimentos
Identificado con	:	**H/S 18009302 (EXPE-10342-2018)**
Validez del documento	:	Este documento es válido solo para las muestras descritas

1) LAPA

Ensayo		LC	Unidad	Muestras / Resultados	
				JUVENILES -L J (36 EJEMPLARES)	MEDIANOS - L M (20 EJEMPLARES)
Metales por ICP	Aluminio	0,25	mg/kg	2,76	2,50
	Antimonio	0,25	mg/kg	< 0,25	< 0,25
	Arsénico	0,06	mg/kg	1,50	2,01
	Bario	0,05	mg/kg	< 0,05	0,08
	Berilio	0,05	mg/kg	< 0,05	< 0,05
	Boro	0,25	mg/kg	4,62	4,73
	Cadmio	0,05	mg/kg	< 0,05	0,12
	Calcio	2,5	mg/kg	586,45	596,0
	Cerio	0,02	mg/kg	< 0,02	< 0,02
	Cobalto	0,05	mg/kg	< 0,05	< 0,05
	Cobre	0,05	mg/kg	224,09	342,09
	Cromo	0,05	mg/kg	0,27	0,15
	Estaño	0,1	mg/kg	< 0,1	< 0,1
	Estroncio	0,05	mg/kg	8,16	8,16
	Fósforo	0,5	mg/kg	1 207	1 205
	Hierro	0,2	mg/kg	53,68	63,32
	Litio	0,15	mg/kg	0,82	1,23
	Magnesio	0,35	mg/kg	1 465	1 534
	Manganeso	0,05	mg/kg	0,67	0,76
	Mercurio	0,002	mg/kg	< 0,002	<0,002
	Molibdeno	0,05	mg/kg	< 0,05	<0,05
	Niquel	0,05	mg/kg	< 0,05	< 0,05
	Oxido de Silicio	0,54	mg/kg	11,81	9,07

LC: Limite de cuantificación

LABORATORIO V°B° CERPER

CALLAO
Oficina Principal
Av. Santa Rosa 601, La Perla - Callao
T. (511) 319 9000

AREQUIPA
Calle Teniente Rodriguez N° 1415
Miraflores – Arequipa
T. (054) 265572

CHIMBOTE
Urb. José Carlos Mariátegui s/n
Centro Cívico, Nuevo Chimbote
T. (043) 311 048

PIURA
Urb. Angamos A - 2 - Piur
T. (073) 322 908 / 9975 631

info@cerper.com - www.cerper.com

CERPER
CERTIFICACIONES DEL PERU S.A.

INFORME DE ENSAYO N° 1-07717/18

Ensayo		LC	Unidad	Muestras / Resultados	
				JUVENILES -L J (36 EJEMPLARES)	MEDIANOS - L M (20 EJEMPLARES)
Metales por ICP	Plata	0,05	mg/kg	< 0,05	< 0,05
	Plomo	0,1	mg/kg	< 0,1	< 0,1
	Potasio	4,5	mg/kg	2 403	2 387
	Selenio	0,25	mg/kg	<0,25	< 0,25
	Sodio	1,5	mg/kg	10 116	10 023
	Talio	0,25	mg/kg	< 0,25	< 0,25
	Titanio	0,15	mg/kg	< 0,15	< 0,15
	Vanadio	0,05	mg/kg	0,19	0,13
	Zinc	0,05	mg/kg	16,07	12,28

LC: Límite de cuantificación

2) CHANQUE

Ensayo		LC	Unidad	Muestras / Resultados		
				JUVENILES- Ch J (25 EJEMPLARES)	MEDIANOS - Ch M (17 EJEMPLARES)	ADULTOS - Ch A (12 EJEMPLARES)
Metales por ICP	Aluminio	0,25	mg/kg	1,01	0,60	1,39
	Antimonio	0,25	mg/kg	< 0,25	< 0,25	< 0,25
	Arsénico	0,06	mg/kg	2,49	2,68	4,00
	Bario	0,05	mg/kg	< 0,05	< 0,05	< 0,05
	Berilio	0,05	mg/kg	< 0,05	< 0,05	< 0,05
	Boro	0,25	mg/kg	4,15	3,60	3,15
	Cadmio	0,05	mg/kg	0,34	0,33	0,28
	Calcio	2,5	mg/kg	508,01	538,15	544,14
	Cerio	0,02	mg/kg	<0,02	< 0,02	< 0,02
	Cobalto	0,05	mg/kg	< 0,05	< 0,05	< 0,05
	Cobre	0,05	mg/kg	26,70	28,13	22,27
	Cromo	0,05	mg/kg	< 0,05	< 0,05	0,13
	Estaño	0,1	mg/kg	< 0,1	< 0,1	< 0,1
	Estroncio	0,05	mg/kg	5,66	5,69	6,03
	Fósforo	0,5	mg/kg	1 981	1 938	1 846
	Hierro	0,2	mg/kg	12,77	12,82	9,99
	Litio	0,15	mg/kg	0,96	1,16	1,76
	Magnesio	0,35	mg/kg	1 798	1 834	2 027
	Manganeso	0,05	mg/kg	1,24	1,35	0,93
	Mercurio	0,002	mg/kg	< 0,002	< 0,002	< 0,002
	Molibdeno	0,05	mg/kg	< 0,05	< 0,05	< 0,05
	Niquel	0,05	mg/kg	< 0,05	< 0,05	< 0,05
	Oxido de Silicio	0,54	mg/kg	1,58	3,02	3,02
	Plata	0,05	mg/kg	< 0,05	< 0,05	< 0,05
	Plomo	0,1	mg/kg	< 0,1	< 0,1	< 0,1
	Potasio	4,5	mg/kg	4 442	4 353	4 223
	Selenio	0,25	mg/kg	< 0,25	< 0,25	< 0,25
	Sodio	1,5	mg/kg	5 574	5 580	5 608
	Talio	0,25	mg/kg	< 0,25	< 0,25	< 0,25
	Titanio	0,15	mg/kg	< 0,15	< 0,15	< 0,15
	Vanadio	0,05	mg/kg	< 0,05	< 0,05	< 0,05
	Zinc	0,05	mg/kg	17,97	16,37	16,75

LC: Límite de cuantificación

LABORATORIO V°B° CERPER

CALLAO
Oficina Principal
Av. Santa Rosa 601, La Perla - Callao
T. (511) 319 9000

AREQUIPA
Calle Teniente Rodríguez N° 1415
Miraflores – Arequipa
T. (054) 265572

CHIMBOTE
Urb. José Carlos Mariátegui s/n
Centro Cívico, Nuevo Chimbote
T. (043) 311 048

PIURA
Urb. Angamos A - 2 - Piur
T. (073) 322 908 / 9975 631

info@cerper.com - www.cerper.com

CERPER
CERTIFICACIONES DEL PERU S.A.

INFORME DE ENSAYO N° 1-07717/18

3) CARACOL

Ensayo		LC	Unidad	Muestra / Resultados		
				JUVENILES - Ca J (63 EJEMPLARES)	MEDIANOS – Ca M (43 EJEMPLARES)	ADULTO Ca A (33 EJEMPLARES)
Metales por ICP	Aluminio	0,25	mg/kg	0,41	1,39	0,30
	Antimonio	0,25	mg/kg	< 0,25	< 0,25	< 0,25
	Arsénico	0,08	mg/kg	12,75	13,40	13,51
	Bario	0,05	mg/kg	< 0,05	< 0,05	< 0,05
	Berilio	0,05	mg/kg	< 0,05	< 0,05	< 0,05
	Boro	0,25	mg/kg	5,37	4,53	4,78
	Cadmio	0,05	mg/kg	1,02	0,76	0,48
	Calcio	2,5	mg/kg	1 590	1 568	1 555
	Cerio	0,02	mg/kg	< 0,02	< 0,02	< 0,02
	Cobalto	0,05	mg/kg	< 0,05	< 0,05	< 0,05
	Cobre	0,05	mg/kg	17,23	20,52	16,36
	Cromo	0,05	mg/kg	0,09	< 0,05	0,22
	Estaño	0,1	mg/kg	< 0,1	< 0,1	< 0,1
	Estroncio	0,05	mg/kg	12,35	11,45	11,52
	Fósforo	0,5	mg/kg	2 278	2 178	2 044
	Hierro	0,2	mg/kg	28,70	22,71	30,37
	Litio	0,15	mg/kg	0,85	0,09	0,97
	Magnesio	0,35	mg/kg	5 802	5 309	5 623
	Manganeso	0,05	mg/kg	2,03	2,10	2,12
	Mercurio	0,002	mg/kg	< 0,002	< 0,002	< 0,002
	Molibdeno	0,05	mg/kg	< 0,05	< 0,05	< 0,05
	Niquel	0,05	mg/kg	< 0,05	< 0,05	< 0,05
	Oxido de Silicio	0,54	mg/kg	3,79	3,66	3,47
	Plata	0,05	mg/kg	< 0,05	< 0,05	< 0,05
	Plomo	0,1	mg/kg	< 0,1	< 0,1	< 0,1
	Potasio	4,5	mg/kg	4 254	4 710	4 643
	Selenio	0,25	mg/kg	< 0,25	< 0,25	< 0,25
	Sodio	1,5	mg/kg	5 394	4 990	5 060
	Talio	0,25	mg/kg	< 0,25	< 0,25	< 0,25
	Titanio	0,15	mg/kg	< 0,15	< 0,15	< 0,15
	Vanadio	0,05	mg/kg	< 0,05	< 0,05	< 0,05
	Zinc	0,05	mg/kg	27,60	25,84	29,38

LC: Límite de cuantificación

MÉTODO

Metales por ICP: EPA Method 200.7. 1994. Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectrometric Method for trace Element Analysis of Water and Wastes.

OBSERVACIONES

Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin la autorización escrita de CERPER S.A.
Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de la calidad de la entidad que lo produce.

Callao, 04 de septiembre de 2018
AM

CERTIFICACIONES DEL PERU S.A.
ING. ROSA PALOMINO LOO
C.I.P. Nº 48393
JEFE DE COORDINACIÓN DE LABORATORIOS

CALLAO
Oficina Principal
Av. Santa Rosa 601, La Perla - Callao
T. (511) 319 9000

AREQUIPA
Calle Teniente Rodriguez N° 1415
Miraflores – Arequipa
T. (054) 265572

CHIMBOTE
Urb. José Carlos Mariátegui s/n
Centro Cívico, Nuevo Chimbote
T. (043) 311 048

PIURA
Urb. Angamos A - 2 - Piura
T. (073) 322 908 / 9975 6316

info@cerper.com - www.cerper.com

CERPER
CERTIFICACIONES DEL PERU S.A.

INFORME DE ENSAYO N° 1-07716/18

3) CARACOL

Ensayo		LC	Unidad	Muestras / Resultados		
				JUVENILES – Ca J (76 EJEMPLARES)	MEDIANOS - Ca M (38 EJEMPLARES)	ADULTOS - Ca A (32 EJEMPLARES)
Metales por ICP	Aluminio	0,25	mg/kg	1,72	0,76	1,09
	Antimonio	0,25	mg/kg	< 0,25	< 0,25	< 0,25
	Arsénico	0,06	mg/kg	5,39	15,64	21,14
	Bario	0,05	mg/kg	< 0,05	< 0,05	< 0,05
	Berilio	0,05	mg/kg	< 0,05	<0,05	< 0,05
	Boro	0,25	mg/kg	3,38	4,99	5,02
	Cadmio	0,05	mg/kg	0,46	0,84	0,42
	Calcio	2,5	mg/kg	461,06	1 585	3 995
	Cerio	0,02	mg/kg	< 0,02	< 0,02	< 0,02
	Cobalto	0,05	mg/kg	< 0,05	< 0,05	< 0,05
	Cobre	0,05	mg/kg	12,96	17,61	20,07
	Cromo	0,05	mg/kg	0,16	0,19	0,32
	Estaño	0,1	mg/kg	< 0,1	< 0,1	< 0,1
	Estroncio	0,05	mg/kg	5,39	12,14	17,93
	Fósforo	0,5	mg/kg	1 646	1 942	1 883
	Hierro	0,2	mg/kg	16,88	33,64	32,29
	Litio	0,15	mg/kg	1,19	1,08	1,60
	Magnesio	0,35	mg/kg	1 576	5 723	5 946
	Manganeso	0,05	mg/kg	0,94	2,06	2,09
	Mercurio	0,002	mg/kg	< 0,002	< 0,002	< 0,002
	Molibdeno	0,05	mg/kg	< 0,05	<0,05	< 0,05
	Níquel	0,05	mg/kg	<0,05	<0,05	< 0,05
	Oxido de Silicio	0,54	mg/kg	2,33	3,76	4,37
	Plata	0,05	mg/kg	< 0,05	<0,05	< 0,05
	Plomo	0,1	mg/kg	< 0,1	< 0,1	< 0,1
	Potasio	4,5	mg/kg	3 684	4 113	4 391
	Selenio	0,25	mg/kg	< 0,25	< 0,25	< 0,25
	Sodio	1,5	mg/kg	5 306	5 095	5 420
	Talio	0,25	mg/kg	< 0,25	< 0,25	< 0,25
	Titanio	0,15	mg/kg	< 0,15	< 0,15	< 0,15
	Vanadio	0,05	mg/kg	< 0,05	< 0,05	< 0,05
	Zinc	0,05	mg/kg	14,97	27,12	26,34

LC: Límite de cuantificación

MÉTODO

Metales por ICP: EPA Method 200.7. 1994. Inductively Coupled Plasma Atomic Emision Spectrometric Method for trace Element Analysis of Water and Wastes.

OBSERVACIONES

Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin la autorización escrita de CERPER S.A.
Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de la calidad de la entidad que lo produce.

Callao, 04 de septiembre de 2018
AM

CERTIFICACIONES DEL PERU S.A.
ING. ROSA PALOMINO LOO
C.I.P. N° 46302
JEFE DE COORDINACIÓN DE LABORATORIOS

CERPER
CERTIFICACIONES DEL PERU S.A.

INFORME DE ENSAYO N° 1-07716/18

Ensayo		LC	Unidad	Muestras / Resultados		
				JUVENILES - L J (29 EJEMPLARES)	MEDIANOS - L M (25 EJEMPLARES)	ADULTOS - L A (15 EJEMPLARES)
Metales por ICP	Plata	0,05	mg/kg	<0,05	<0,05	<0,05
	Plomo	0,1	mg/kg	<0,1	<0,1	<0,1
	Potasio	4,5	mg/kg	1 866	2 119	1 604
	Selenio	0,25	mg/kg	<0,25	<0,25	<0,25
	Sodio	1,5	mg/kg	8 571	8 016	7 113
	Talio	0,25	mg/kg	<0,25	<0,25	<0,25
	Titanio	0,15	mg/kg	<0,15	<0,15	<0,15
	Vanadio	0,05	mg/kg	<0,05	<0,05	<0,05
	Zinc	0,05	mg/kg	13,61	11,81	12,23

LC: Límite de cuantificación

2) CHANQUE

Ensayo		LC	Unidad	Muestras / Resultados		
				JUVENILES- Ch J (37 EJEMPLARES)	MEDIANOS - Ch M (26 EJEMPLARES)	ADULTOS - Ch A (16 EJEMPLARES)
Metales por ICP	Aluminio	0,25	mg/kg	0,64	0,64	1,66
	Antimonio	0,25	mg/kg	<0,25	< 0,25	< 0,25
	Arsénico	0,06	mg/kg	8,90	6,85	4,64
	Bario	0,05	mg/kg	<0,05	< 0,05	< 0,05
	Berilio	0,05	mg/kg	<0,05	< 0,05	< 0,05
	Boro	0,25	mg/kg	3,90	3,83	3,18
	Cadmio	0,05	mg/kg	0,27	0,48	0,30
	Calcio	2,5	mg/kg	1 147	514,03	618,51
	Cerio	0,02	mg/kg	<0,02	< 0,02	< 0,02
	Cobalto	0,05	mg/kg	<0,05	< 0,05	< 0,05
	Cobre	0,05	mg/kg	19,77	14,33	14,07
	Cromo	0,05	mg/kg	<0,05	0,11	0,15
	Estaño	0,1	mg/kg	<0,1	< 0,1	< 0,1
	Estroncio	0,05	mg/kg	9,01	5,95	6,09
	Fósforo	0,5	mg/kg	1 769	2 225	1 678
	Hierro	0,2	mg/kg	18,35	17,97	14,22
	Litio	0,15	mg/kg	1,13	0,23	0,17
	Magnesio	0,35	mg/kg	4 204	1 716	1 911
	Manganeso	0,05	mg/kg	1,86	0,88	0,67
	Mercurio	0,002	mg/kg	0,04	< 0,002	< 0,002
	Molibdeno	0,05	mg/kg	<0,05	<0,05	< 0,05
	Níquel	0,05	mg/kg	<0,05	<0,05	< 0,05
	Oxido de Silicio	0,54	mg/kg	<0,54	1,09	5,39
	Plata	0,05	mg/kg	<0,05	< 0,05	< 0,05
	Plomo	0,1	mg/kg	<0,1	< 0,1	< 0,1
	Potasio	4,5	mg/kg	3 838	3 886	3 654
	Selenio	0,25	mg/kg	<0,25	< 0,25	< 0,25
	Sodio	1,5	mg/kg	4 377	5 755	5 580
	Talio	0,25	mg/kg	<0,25	< 0,25	< 0,25
	Titanio	0,15	mg/kg	<0,15	< 0,15	< 0,15
	Vanadio	0,05	mg/kg	<0,15	< 0,05	< 0,05
	Zinc	0,05	mg/kg	21,70	15,10	12,03

LC: Límite de cuantificación

LABORATORIO CERPER V°B°

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO..."

CALLAO
Oficina Principal
Av. Santa Rosa 601, La Perla - Callao
T. (511) 319 9000
info@cerper.com - www.cerper.com

AREQUIPA
Calle Teniente Rodríguez N° 1415
Miraflores - Arequipa
T. (054) 265572

CHIMBOTE
Urb. José Carlos Mariátegui s/n
Centro Cívico, Nuevo Chimbote
T. (043) 311 048

PIURA
Urb. Angamos A - 2 - Piura
T. (073) 322 908 / 9975 63161

ANEXO 5: Base de datos extraídos de los análisis de laboratorio de las muestras analizadas – Conformación de las Variables para el procesamiento estadístico de los datos en el SPSS

Variable dependiente

TIPOS DE METALES PESADOS evaluados en los bioacumuladores		
Cd	Hg	Pb

Nota: valores no paramétricas

Variables Independientes

BANCO NATURAL		GRUPO ETARIO EVALUADOS		ESPECIE ACUMULADORA	
Santa Rosa	1	Juveniles	1	Tolina	1
La Meca	2	Medianas	2	Lapa	2
		Adultas	3	Caracol	3

Nota: valores no paramétricos

Variables independientes y dependiente

	Variables independientes			Concentración (V.D.) en mg/200 g.		
Items	Bancos Naturales	Especie Bioacumuladoras	Grupos Etario	Cd	Hg	Pb
1	1	1	1	0.34	0.002	0.10
2	1	1	2	0.33	0.002	0.10
3	1	1	3	0.28	0.002	0.10
4	1	2	1	0.05	0.002	0.10
5	1	2	2	0.12	0.002	0.10
6	1	2	3	1.02	0.002	0.10
7	1	3	1	0.76	0.002	0.10
8	1	3	2	0.48	0.002	0.10
9	1	3	3	0.79	0.003	0.15
13	2	2	1	0.05	0.002	0.10
14	2	2	2	0.12	0.002	0.10
16	2	3	1	0.46	0.002	0.10
17	2	3	2	0.84	0.002	0.10
18	2	3	3	0.42	0.002	0.10

Nota: Recodificacion para el procesamiento de datos.
Concentración de metales en mg/200g. Pulpa.

ANEXO 6. Metodología ICP, EPA Method 200.7.1994 empleada para el Análisis de Concentración de Metales.

METHOD 200.7

DETERMINATION OF METALS AND TRACE ELEMENTS IN WATER AND WASTES
BY INDUCTIVELY COUPLED PLASMA-ATOMIC EMISSION SPECTROMETRY

Revision 4.4
EMMC Version

USEPA-ICP Users Group (Edited by T.D. Martin and J.F. Kopp) - Method 200.7, Revision 1.0, (Printed 1979, Published 1982)

T.D. Martin and E.R. Martin - Method 200.7, Revision 3.0 (1990)

T.D. Martin, C.A. Brockhoff, J.T. Creed, and S.E. Long (Technology Applications Inc.) - Method 200.7, Revision 3.3 (1991)

T.D. Martin, C.A. Brockhoff, J.T. Creed, and EMMC Methods Work Group - Method 200.7, Revision 4.4 (1994)

ENVIRONMENTAL MONITORING SYSTEMS LABORATORY
OFFICE OF RESEARCH AND DEVELOPMENT
U. S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY
CINCINNATI, OHIO 45268

200.7-1

METHOD 200.7

DETERMINATION OF METALS AND TRACE ELEMENTS IN WATER AND WASTES BY INDUCTIVELY COUPLED PLASMA-ATOMIC EMISSION SPECTROMETRY

1.0 SCOPE AND APPLICATION

1.1 Inductively coupled plasma-atomic emission spectrometry (ICP-AES) is used to determine metals and some nonmetals in solution. This method is a consolidation of existing methods for water, wastewater, and solid wastes.[1-4] (For analysis of petroleum products see References 5 and 6, Section 16.0) This method is applicable to the following analytes:

Analyte		Chemical Abstract Services Registry Number (CASRN)
Aluminum	(Al)	7429-90-5
Antimony	(Sb)	7440-36-0
Arsenic	(As)	7440-38-2
Barium	(Ba)	7440-39-3
Beryllium	(Be)	7440-41-7
Boron	(B)	7440-42-8
Cadmium	(Cd)	7440-43-9
Calcium	(Ca)	7440-70-2
Cerium[a]	(Cr)	7440-45-1
Chromium	(Cr)	7440-47-3
Cobalt	(Co)	7440-48-4
Copper	(Cu)	7440-50-8
Iron	(Fe)	7439-89-6
Lead	(Pb)	7439-92-1
Lithium	(Li)	7439-93-2
Magnesium	(Mg)	7439-95-4
Manganese	(Mn)	7439-96-5
Mercury	(Hg)	7439-97-6
Molybdenum	(Mo)	7439-98-7
Nickel	(Ni)	7440-02-0
Phosphorus	(P)	7723-14-0
Potassium	(K)	7440-09-7
Selenium	(Se)	7782-49-2
Silica[b]	(SiO_2)	7631-86-9
Silver	(Ag)	7440-22-4

[a]Cerium has been included as method analyte for correction of potential interelement spectral interference.

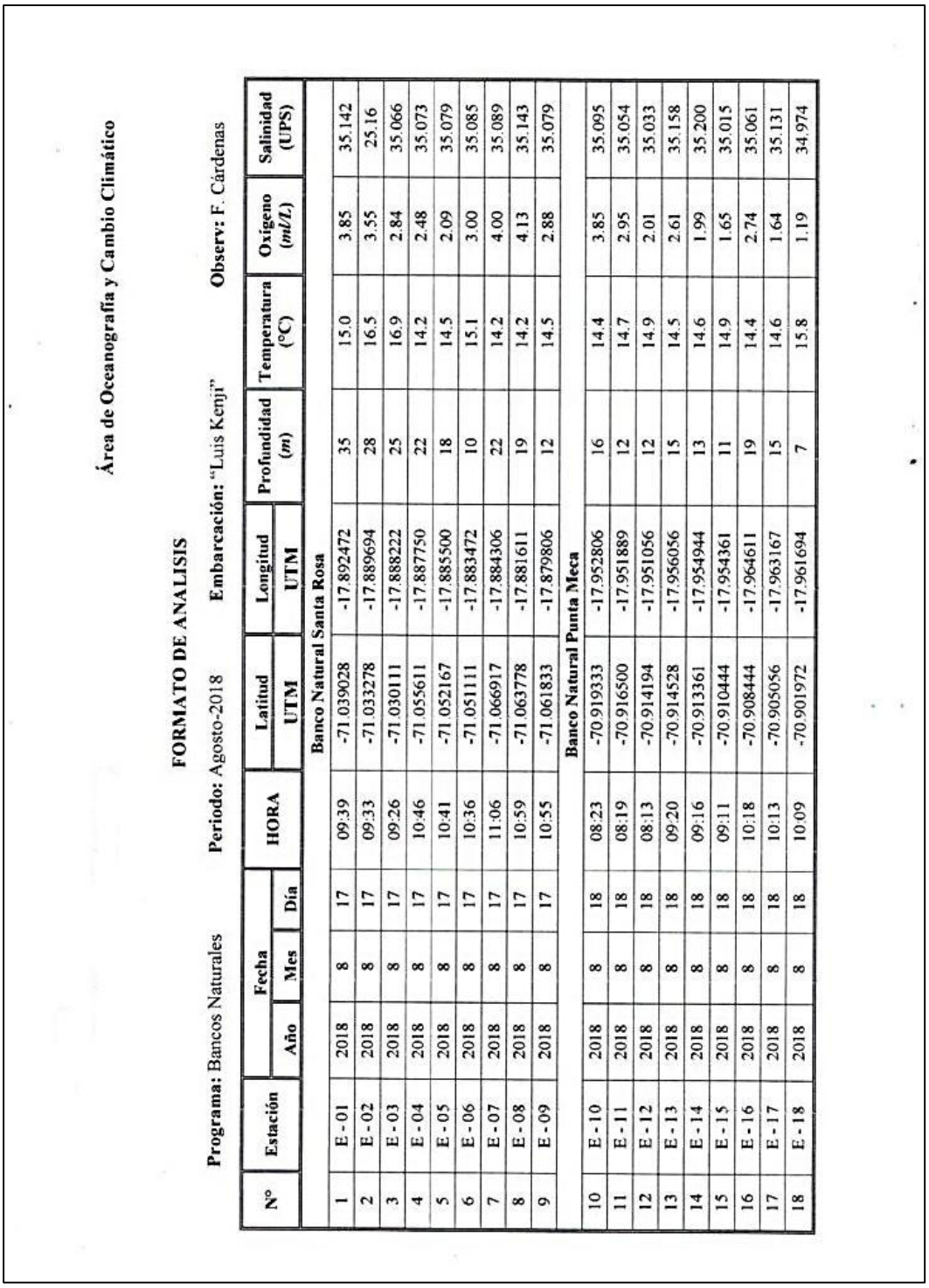
[b]This method is not suitable for the determination of silica in solids.

2.0 SUMMARY OF METHOD

2.1 An aliquot of a well mixed, homogeneous aqueous or solid sample is accurately weighed or measured for sample processing. For total recoverable analysis of a solid or an aqueous sample containing undissolved material, analytes are first solubilized by gentle refluxing with nitric and hydrochloric acids. After cooling, the sample is made up to volume, is mixed and centrifuged or allowed to settle overnight prior to analysis. For the determination of dissolved analytes in a filtered aqueous sample aliquot, or for the "direct analysis" total recoverable determination of analytes in drinking water where sample turbidity is <1 NTU, the sample is made ready for analysis by the appropriate addition of nitric acid, and then diluted to a predetermined volume and mixed before analysis.

2.2 The analysis described in this method involves multielemental determinations by ICP-AES using sequential or simultaneous instruments. The instruments measure characteristic atomic-line emission spectra by optical spectrometry. Samples are nebulized and the resulting aerosol is transported to the plasma torch. Element specific emission spectra are produced by a radio-frequency inductively coupled plasma. The spectra are dispersed by a grating spectrometer, and the intensities of the line spectra are monitored at specific wavelengths by a photosensitive device. Photocurrents from the photosensitive device are processed and controlled by a computer system. A background correction technique is required to compensate for variable background contribution to the determination of the analytes. Background must be measured adjacent to the analyte wavelength during analysis. Various interferences must be considered and addressed appropriately as discussed in Sections 4.0, 7.0, 9.0, 10.0, and 11.0.

ANEXO 7. Parámetros fisicoquímicos de los Bancos Naturales Punta Meca y Santa Rosa.



Área de Oceanografía y Cambio Climático

FORMATO DE ANALISIS

Programa: Bancos Naturales **Periodo:** Agosto-2018 **Embarcación:** "Luis Kenji" **Observ:** F. Cárdenas

N°	Estación	Fecha			HORA	Latitud	Longitud	Profundidad	Temperatura	Oxígeno	Salinidad
		Año	Mes	Día		UTM	UTM	(*m*)	(°C)	(*ml/L*)	(UPS)
Banco Natural Santa Rosa											
1	E - 01	2018	8	17	09:39	-71.039028	-17.892472	35	15.0	3.85	35.142
2	E - 02	2018	8	17	09:33	-71.033278	-17.889694	28	16.5	3.55	25.16
3	E - 03	2018	8	17	09:26	-71.030111	-17.888222	25	16.9	2.84	35.066
4	E - 04	2018	8	17	10:46	-71.055611	-17.887750	22	14.2	2.48	35.073
5	E - 05	2018	8	17	10:41	-71.052167	-17.885500	18	14.5	2.09	35.079
6	E - 06	2018	8	17	10:36	-71.051111	-17.883472	10	15.1	3.00	35.085
7	E - 07	2018	8	17	11:06	-71.066917	-17.884306	22	14.2	4.00	35.089
8	E - 08	2018	8	17	10:59	-71.063778	-17.881611	19	14.2	4.13	35.143
9	E - 09	2018	8	17	10:55	-71.061833	-17.879806	12	14.5	2.88	35.079
Banco Natural Punta Meca											
10	E - 10	2018	8	18	08:23	-70.919333	-17.952806	16	14.4	3.85	35.095
11	E - 11	2018	8	18	08:19	-70.916500	-17.951889	12	14.7	2.95	35.054
12	E - 12	2018	8	18	08:13	-70.914194	-17.951056	12	14.9	2.01	35.033
13	E - 13	2018	8	18	09:20	-70.914528	-17.956056	15	14.5	2.61	35.158
14	E - 14	2018	8	18	09:16	-70.913361	-17.954944	13	14.6	1.99	35.200
15	E - 15	2018	8	18	09:11	-70.910444	-17.954361	11	14.9	1.65	35.015
16	E - 16	2018	8	18	10:18	-70.908444	-17.964611	19	14.4	2.74	35.061
17	E - 17	2018	8	18	10:13	-70.905056	-17.963167	15	14.6	1.64	35.131
18	E - 18	2018	8	18	10:09	-70.901972	-17.961694	7	15.8	1.19	34.974

Fuente: IMARPE Laboratorio Costero Ilo

ANEXO 8. Análisis de Sedimentos en los Bancos Naturales Punta Meca y Santa Rosa.

Resultados De Trazas De Metales En Sedimentos En El Banco Natural P. Meca 09.08.09

Estación	Latitud			Longitud			Prof. (m)	Cd (µg/L)	Pb (µg/L)	Cu (µg/L)	Fe (µg/L)	Mn (µg/g)	Zn (µg/g)
	°	'	"	°	'	"							
E-1	17	58	51,5	70	53	38,0	29	0,28	1,24	54,71	1,05	81,11	69,43
E-2	17	58	43,2	70	53	32,3	24	0,18	1,07	75,62	1,38	98,53	64,02
E-3	17	58	29,6	70	53	29,1	8,5	0,05	1,06	60,75	2,23	131,54	65,83
E-4	17	58	11,9	70	53	36,2	12	0,33	2,04	48,44	1,88	159,97	69,29
E-5	17	58	7,5	70	53	44,8	13	0,42	1,76	50,4	1,57	141,81	58,81
E-6	17	58	0,7	70	54	4,1	21	0,87	1,78	136,99	1,32	84,22	59,76
E-7	17	57	38,7	70	54	11,3	7,5	0,52	3,08	44,37	0,87	64,42	59,07
E-8	17	57	34,3	70	54	15,7	10	0,68	1,54	72,97	0,77	73,33	64,96
E-9	17	57	33,8	70	54	24,4	13,5	0,42	2,14	80,85	0,84	45,08	59,6

Fuente: IMARPE Laboratorio Costero Ilo

Resultados De Trazas De Metales En Sedimentos En El Banco Natural Santa Rosa 08.04.09

Estación	Latitud			Longitud			Prof. (*m*)	Cd (µg/g)*	Pb (µg/g)*	Mn (µg/g)*	Cu (µg/g)*	Zn (µg/g)*	Fe (%)*
	°	'	"	°	'	"							
E-19	17	52	59.2	71	03	32,5	19	0,11	0,96	36,59	270,70	19,53	0,75
E-22	17	53	7,8	71	02	34,0	15	0,29	1,44	20,02	148,95	9,77	0,71
E-25	17	53	03.9	71	02	08.0	10	0,78	1,62	22,56	82,54	9,36	0,56

*Referido a muestra seca

Fuente: IMARPE Laboratorio Costero Ilo

Análisis de Sedimento Se realizó el monitoreo a bordo de la embarcación artesanal Pionero, en los días 25, 26, 27, 28 y 30 de Abril y 01 de Mayo del 2007

Cadmio

Los valores de cadmio total variaron de 0,28 a 0,45 µg/g. Los tres valores registrados no superaron los 4,21 µg/g (Probable Nivel de Efecto) estipulado en la Tabla de Protección Costera de los EE.UU. (Long et al, 1995). En realidad los valores son bajos y se consideran naturales para el área costera de Santa Rosa.

Plomo

Los valores de plomo total variaron de 1,05 a 1,35 µg/g. Los tres valores registrados no superaron el valor umbral de 30,24 µg/g estipulado en la Tabla de Protección Costera de los EE.UU. (Long et al, 1995). Los valores de plomo son bajos y se consideran naturales para el área costera de Santa Rosa.

Manganeso

Los valores de manganeso total variaron de 59,42 a 85,84 µg/g.

Cobre

Los valores de cobre total variaron de 118,63 a 216,94 µg/g. Los valores registrados en las estaciones 12 y 13 superaron el valor de 123,00 µg/g (Probable Nivel de Efecto) estipulado en la Tabla de Protección Costera de los EE.UU. (Long et al, 1995).

Cinc

El nivel de **cinc** varió de 5,38 a 15,06 µg/g. Estos valores se pueden considerar naturales para la zona de Santa Rosa. Muestra la distribución horizontal de cinc cuyo gradiente de concentración va en aumento en sentido este.

Hierro

El nivel de **hierro** varió de 1,14 a 1,82 µg/g. Muestra la distribución horizontal de hierro cuyo gradiente de concentración va en aumento en sentido este.

Fuente: IMARPE Laboratorio Costero Ilo

ANEXO 9. Estudios anteriores de la contaminación en el área de muestreo.

Ciencia & Desarrollo
Recibido: 15/09/2011 Aceptado: 30/11/2011
Volumen 13, 2011

Estudio de la Contaminación por Metales Ecotóxicos en Sedimentos en la Bahía de Ite, Tacna

Study of Pollution by Metals Ecotoxic in Sediments in the Bay of Ite, Tacna

[1] Lorenzo Walter Ibárcena Fernández

RESUMEN:

La costa peruana se han visto sometida a una fuerte presión por contaminación humana e industrial, especialmente en las últimas cuatro décadas, lo que ha afectado seriamente a la integridad del ecosistema marino. En el presente trabajo se hace un estudio de los niveles de contaminación por elementos ecotóxicos en sedimentos marinos por efectos antropogénicos, de los siguiente elementos: Cu, Zn, Cd, As, Hg, Pb y Fe, en la Bahia de Ite, Distrito de Ite, Provincia de Jorge Basadre Grohmann de Tacna, determinando la incidencia que tendrían los mismos sobre la fauna bentónica de la zona, como consecuencia del vertimiento por más de 35 años de los relaves mineros provenientes de las minas de Toquepala y Cuajone. Los resultados obtenidos de los metales ecotóxicos Cu, Zn, As, Cd, Hg, Pb, Fe, analizados que se encuentran en los sedimentos superficiales de la Bahia de Ite, en orden decreciente son: Fe > Cu > Zn > As > Pb > Cd > Hg. Los valores promedios reportados son los siguientes: Cu = 608.063 mg/kg, Zn = 39.923 mg/kg, As = 8.66 mg/kg, Cd = 0.41 mg/kg, Hg < 0.01 mg/kg, Pb = 8.472 mg/kg, Fe = 33078.63 mg/kg. Estos resultados fueron comparados con análisis en sedimentos marinos superficiales efectuados en la zona sur, en el lugar denominado Las Mesas o Punta Mesa, área que consideramos libre de efectos contaminantes antropogénicos. De igual manera se realizo una verificación en la zona norte, Santa Rosa para poder establecer si en la zona existe incidencia de los efectos contaminantes de los relaves mineros depositados en la Bahia de Ite.

Palabras clave: contaminación, ecotóxicos, metales pesados, sedimentos marinos.

ABSTRACT:

The Peruvian coast has been submited to heavy pressure from human and industrial pollution, especially in the last four decades, which has seriously affected the marine ecosystem integrity. This paper presents a study of pollution levels in marine sediments by ecotoxic elements originated by anthropogenic effects, in the following elements: Cu, Zn, Cd, As, Hg, Pb and Fe; in the Bay of Ite, District of Ite, Jorge Basadre Grohmann province of Tacna, determining the incidence they would have on the benthic fauna of the area, as a consequence of the dumping for more than 35 years of tailings from Toquepala and Cuajone. The results of the analysed ecotoxic metals Cu, Zn, As, Cd, Hg, Pb, Fe, found in sediments surface in the Bay of Ite, in descending order are: Fe> Cu> Zn> As> Pb> Cd> Hg. The average values reported are the following: Cu = 608.063 mg/kg, Zn = 39.923 mg/kg, As = 8.66 mg/kg, Cd = 0.41 mg/kg, Hg <0.01 mg/kg, Pb = 8.472 mg/kg, Fe = 33078.63 mg/kg. These results were compared with analysis performed in superficial marine sediments in the south, at a place called Las Mesas or Punta Mesa, an area considered free of anthropogenic pollutants effects. In the same way, a check in the north, on a place called Santa Rosa was made to establish if there was incidence of the polluting effects of mining wastes stored in the Bay of Ite.

Keywords: pollution, ecotoxic, heavy metals, marine sediments

[1] Doctor en Ciencias y Tecnologías Medioambientales, Maestro en Ciencias con Mención en Computación e Informática, Ingeniero Pesquero. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann

Las concentraciones de plomo encontradas en los sedimentos superficiales de la Bahía de Ite, estarían indicando un nivel de degradación de la calidad de estos, aunque los niveles no superen los estándares establecidos por algunas entidades internacionales generan impacto negativo al ecosistema.

4.7. Hierro

La Figura 2e muestra como está distribuido horizontalmente el hierro en los sedimentos superficiales de la Bahía de Ite, el cual fluctúa entre los niveles de 14596.37 mg/kg en la (E-7) y 81106.98 mg/kg en la (E-4) tabla 1, con un valor promedio de 33078.633 mg/kg. La distribución horizontal muestra una similitud con otros metales en los cuales la mayor concentración se encuentra cercana a la desembocadura de los relaves que utilizó el cauce del río Locumba.

También podemos observar que, según los estándares para sedimentos marinos establecidos por la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (USEPA), para el metal pesado hierro las concentraciones encontradas en la Bahía de Ite, están en la categoría de sedimentos contaminados debido a que superan los 17000.00 µg/g. Se hace notar que todas las estaciones de muestreo superaron los niveles antes indicados para este elemento, salvo la E-7, que tiene 14596.37 mg/kg, lo que nos indicaría que toda la zona está en la categoría de contaminada según la USEPA (1991).

Todas las estaciones de muestreo están dentro del rango de sedimentos contaminados para hierro según la Guía de calidad sedimentos adoptado como referencia para el caso de lagos en Ontario, Canadá (Gonzales 2002), que establece un nivel para efecto leve de 2%, y de 4% para un efecto grave. Según los resultados obtenidos la Bahía de Ite se encuentra con 2 estaciones que superan los niveles de efecto grave (E-4) y (E-6), y 6 estaciones que superan los niveles efecto leve, (E-1), (E-2), (E-3), (E-5), (E-8) y (E-9).

Otras investigaciones realizadas reportan los siguientes resultados en la zona, Balbín 1995, indica que para sedimentos marinos un nivel de hierro de 39428.00 mg/kg. PAMA SPCC 1994, a 10 m de profundidad reporta niveles promedios de hierro de 3.63% en sedimentos marinos.

V. CONCLUSIONES

1. Los niveles de contaminación por metales ecotóxicos en los sedimentos marinos superficiales de la Bahía de Ite, provincia de Jorge Basadre Grohmann de Tacna, reportó valores superiores a los límites máximos permisibles, estipulados por la Environmental Protection Agency (EPA) en cobre (608,063 mg/kg), hierro (33 078.63 mg/kg) y arsénico (8.66 mg/kg); catalogando a la zona como contaminada por estos elementos. Los niveles de zinc (39.923 mg/kg), plomo (8.472 mg/kg) y cadmio (0.41 mg/kg) no superaron los límites máximos permisibles para zonas contaminadas establecidos por la EPA, en consecuencia la zona de estudio estaría catalogada como no contaminada por estos metales ecotóxicos.

2. Al efectuar la comparación de los resultados obtenidos en la Bahía de Ite, con los valores reportados en la zona sur de Las Mesas o Punta Mesa, libre de efectos antropogénicos, obtenemos diferencias significativas en las concentraciones en los metales ecotóxicos: Fe, Cu, Zn, As, Pb y Cd. Todos los metales a excepción del Hg, tienen niveles superiores a Las Mesas, lo que significa que existe contaminación antropogénica en la zona. La proyección de la contaminación a la zona norte de Santa Rosa, desde la Bahía de Ite se produce en algunos de los elementos analizados como el cobre, zinc y menor proporción el arsénico.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ahumada, Ramón; Vargas B. José. 1992. Tasas de Sedimentación como ruta de enriquecimiento de metales en el sedimento de una Bahía. Facultad de Ciencias. Universidad Católica de la Santísima Concepción.. Concepción. Chille.

Aranda, S. 1999. Condiciones Geoquímicas de los Sedimentos superficiales de la Ensenada Grande del Obispo. Trab. de Grado de Lic. en Química, Universidad del Oriente, Cumana, Venezuela.

Arias de Díaz, Alicia; García, Jose; 2001. Concentración de los metales pesados Cu y Pb y su relación con la actividad enzimática glucógeno fosforilasa y glucógeno sintetasa en el mejillón (Perna viridis), Zootecnia Trop., 19(2): 115-129.

Balls, P., S. Hull, B. Miller, J. Pirie &W. Proctor. 1997. Trace metal in Scottish estuarine and coastal sediments. Mar. Pol. Bull. 34(1): 42-50.

Bonilla, J. Fermín, B. Gamboa & M Carrera. 1995. Aspectos Geoquímicos de los Sedimentos Superficiales del Ecosistema Marino Costero de Jose, Estado Anzoategui, Venezuela. Bol. Instituto Oceanográfico Venezuela. Univ. Oriente.

Bonilla, J. Aranda, S. Ramírez, C. Moya, J. Márquez A. 2003. Calidad de los Sedimentos Superficiales de la Ensenada Grande del Obispo, Estado Sucre – Venezuela. Instituto Oceanográfico de Venezuela, Universidad del Oriente, Cumaná, Venezuela.

Codina, J. & A. Pérez. 2001. Metales pesados como polucionantes tóxicos. Enviro. Contam. Toxicol. 25: 250-254.

Corporación Departamental de Desarrollo de Tacna, 1984. Estudio Contaminación de Recursos Hídricos e Hidrobiológicos – Tacna. Volumen II, Tacna Perú.

Durán, LL., M.V. Fuentes & J.A. Gómez H. 2004. Concentración de cadmio, plomo y cobre en Anadara tuberculosa del manglar de la Isla Taborcillo, Punta Chame, República de Panamá. Tecnociencia. Vol .6, No2, 91-104.

ANEXO 10. Constancia del IMARPE.

INSTITUTO DEL MAR DEL PERU
IMARPE

"Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional"

CONSTANCIA

EL INSTITUTO DEL MAR DEL PERU SEDE ILO

HACE CONSTAR:

Que, la **Srta. Lizeth Condori Díaz,** identificada con DNI N° 71752841, Bachiller de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la Universidad Nacional de Moquegua participo como Tesista en el Área de Oceanografía y Cambio Climático del Instituto del Mar del Perú Sede Ilo, en los años 2017 y 2018.

Durante su permanencia en el área, ha demostrado eficiencia, capacidad y responsabilidad en las labores encomendadas, por lo cual hace uso de la información de los programas locales que se realizan en el litoral costero de las regiones de Tacna y Moquegua por el Área de Oceanografía y Cambio Climático para el desarrollo de su Tesis.

Se expide la presente a solicitud del interesado, para los fines que estime por conveniente.

Ilo, 03 de enero del 2020

Atentamente,

MSc. YGOR SANZ LUDEÑA
COORDINADOR DEL IMARPE SEDE ILO

C.c.
Archivo