

Metales pesados en sedimentos y su bioacumulación en *Donax sp* y *Olivella colummellaris* del intermareal arenoso de playas del distrito San José - Lambayeque, julio 2021 - abril

Heavy metals in sediments and their bioaccumulation in *Donax sp* and *Olivella colummellaris* from the sandy intertidal beaches of the San José - Lambayeque district, July 2021 - April

Jorge A.Fupuy¹, Víctor Alvitres¹, Jorge Chaname¹

¹Departamento Académico de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo
Calle Juan XXIII s/n Lambayeque -Perú.

Resumen

Los ecosistemas marinos soportan el continuo accionar de las actividades humanas, y como consecuencia aparecen elementos nocivos para la salud ambiental y de las personas. Por lo que han aparecido una serie de enfermedades las cuales tienen como causa la acumulación de elementos químicos pesados: arsénico, cadmio, cobre, molibdeno, mercurio, níquel, plomo, selenio y zinc. En la parte norte de Lambayeque predominan playas arenosas, como las playas de San José, que reciben la descarga de las pozas de tratamiento de aguas residuales domésticas, sumada a las descargar del dren 3100 (al Sur de San José) y del Dren 1000 al norte de San José, cuyas descargas influyen en la calidad de playas y en los organismos que allí habitan, como *Donax sp*, (“palabritas”) y *Olivella colummellaris* (“caracol”), durante julio 2021 a abril del 2022. Durante el tiempo de muestreo, se observa que las condiciones hidrológicas son estables, y fluctúan en los meses de verano, sobre todo cuando hay descargas en los drenes, sin embargo, en algunas de las características si varían significativamente. En la evaluación de metales pesados *Olivella colummellaris*, presentó niveles ínfimos de mercurio y plomo, pero se presentan fluctuaciones de concentración de cadmio y cobre (mg/Kg).

Palabras claves: Metales pesados; bioacumulación; sedimento arenoso; organismos filtradores; intermareal arenoso; LMP's.

Abstract

Marine ecosystems support the continuous action of human activities, and as a consequence harmful elements appear for environmental and human health. Therefore, a series of diseases have appeared which are caused by the accumulation of heavy chemical elements: arsenic, cadmium, copper, molybdenum, mercury, nickel, lead, selenium and zinc. In the northern part of Lambayeque, sandy beaches predominate, such as the beaches of San José, which receive the discharge from the domestic wastewater treatment ponds, added to the discharge from drain 3100 (south of San José) and Drain 1000 to the south. north of San José, whose discharges influence the quality of beaches and the organisms that live there, such as *Donax sp*, (“little words”) and *Olivella colummellaris* (“snail”), during July 2021 to April 2022. During the time from sampling, it is observed that the hydrological conditions are stable, and fluctuate in the summer months, especially when there are discharges in the drains, however in some of the characteristics they do vary significantly. In the evaluation of heavy metals, *Olivella colummellaris* presented negligible levels of mercury and lead, but fluctuations in the concentration of cadmium and copper (mg/Kg) were present.

Key words: Heavy metals; bioaccumulation; sandy sediment; filter organisms; sandy intertidal; LMP's.

Introducción

Los ecosistemas, y en especial los marinos soportan el continuo accionar de las actividades humanas, y como consecuencia aparecen elementos nocivos para la salud ambiental y de las personas; los cuales son un claro indicador que con el proceso de desarrollo de las sociedades se está abusando de los recursos que provee la naturaleza, sin importar los organismos que conviven con los humanos.

Con el avance del desarrollo social y explotación de los recursos de los ecosistemas, también han aparecido una serie de dolencias y enfermedades los cuales tienen como causa la aplicación de elementos químicos que son contaminantes no solo para la naturaleza, sino que también perjudican a la salud de las personas que, en un proceso silencioso de años, conduce finalmente al desarrollo de afecciones diversas.

Entre los elementos químicos, presentes como contaminantes, se encuentran los metales pesados: arsénico (As), cadmio (Cd), cobre (Cu), molibdeno (Mo), mercurio (Hg), níquel (Ni), plomo (Pb), selenio (Se) y zinc (Zn), que son generados en diversos procesos realizados por las actividades humanas, o resultados de diversos procesos geodinámicos principalmente en el aire, y en el agua.

Muchos de estos metales como el Pb es utilizado como fijador de pinturas, estabilizador de combustibles, protector de radiaciones ionizantes, entre otros, que luego pasa al resto de organismos a través de la cadena alimentaria, acumulándose en los mismos hasta alcanzar dosis letales (Galán y Romero, 2018). Siendo el vehículo que transporta a estos elementos el agua proveniente de corrientes naturales, a los cuales se suman los vertidos de las actividades del hombre (Hernández, 2013).

Uno de los principales ámbitos que funciona como sumidero de los metales pesados, son las playas desde donde son ingeridos por organismos filtradores, que bioacumulan y pasan estos contaminantes a organismos de niveles superiores de la cadena alimenticia.

Otro ámbito en que se acumulan metales pesados son los suelos de cultivos que, como indican Doria y Deluque (2015), se encuentran los metales que están en niveles tóxicos: Ni y Zn, en el agua marina y en el suelo el Cu y Zn, aunque aparecen por debajo de los límites. Sin embargo, ciertos metales como Fe y Sn, están directamente relacionados a nutrientes como el nitrato y fosfato, producto principalmente de la agricultura (Londoño, et al 2016).

Una de las actividades antropogénicas que aportan más que la agricultura en la presencia de metales pesado es la actividad minera (Hernández, 2013), la cual genera contaminación desde la cabecera de la cuenca, y esta contaminación es acarreada por las corrientes de los ríos y llegan a las playas como depósito final, siendo captado por organismos filtradores, para luego ascender en la cadena alimenticia. Aunque, en las zonas bajas sobre todo en el intermareal arenoso, como las del litoral de Lambayeque las concentraciones de metales pesados se encuentran por debajo de los Estándares de Calidad Ambiental (ECA's), excepto en puntos frente a Pimentel, Santa Rosa y Zaña, que en ciertos períodos del año alcanzan niveles altos los metales Cu, Cd.

Los medios acuáticos, en especial los ambientes marinos, ya no solo son la reserva de alimento de la humanidad, sino que ahora se han transformado en los "terrenos de cultivo" en varios países. Produciendo una ingente cantidad de productos hidrobiológicos (ostras, mejillones, peces, y otros) los cuales alcanzan la producción anual de 39 000 000 TM para poder sostener la necesidad de alimento por la humanidad. Cultivos que no están exentos de la problemática de contaminación, por lo hay exigencias de contar con formas de minimizar la producción y por ende no perjudicar la salud alimentaria del mundo, ya que los invertebrados cultivados son filtradores, y por ende bioacumuladores en gran medida de los contaminantes por metales pesados (Parra, 2014).

En el caso de las playas de San José, solo el Zn

supera el nivel del ECA para la evaluación realizada en el período 2009 –2016 (Bances, 2018); sin embargo, para el estudio realizado en 2009 se reportó (Romero, 2010) niveles que superan los Límites Máximos Permisibles (LMP) establecidos en el D.S.002-2008 MINAM - Ministerio del Ambiente, en las aguas de las tres acequias que atraviesan la ciudad de Chiclayo, y cuyas aguas son utilizadas para el riego de cultivo de pan llevar, en la parte baja de San José.

Las playas del litoral lambayecano se encuentran en la categoría de playas expuestas con una gran amplitud, En la parte norte del departamento predominan las playas arenosas, dentro de las cuales se encuentran las playas de San José, las que reciben la descarga de las pozas de tratamiento de aguas residuales domésticas, sumado a las descargar del dren 3100 (al Sur de San José) y del Dren 1000 al norte de San José, cuyas descargas influyen en la calidad de playas y sobre los organismos que allí habitan, en especial aquellos recursos que están sujetas a la actividad pesquera (Gobierno Regional Lambayeque, 2016).

Por lo que se consideran puntos de contaminación por metales pesados: desembocadura del Dren Mil - Humedal San José (metales por agroquímicos), desembarcadero de Caleta San José (aceites y derivados petróleo) y las dos lagunas de estabilización facultativas del distrito de San José que vierten sus aguas al dren los cuales terminan en las playas del norte de San José.

En comunicación con el jefe de Control de calidad del Organismo técnico de administración de los servicios de saneamiento – EPSEL - Lambayeque (comunicación personal, mayo 07 de 2021), refiere que las lagunas de estabilización de aguas residuales (Laguna pampa de perros), así como Lagunas San José, transforman las aguas servidas de Chiclayo, La Victoria y José Leonardo Ortiz; luego del proceso de estabilización son utilizadas en la actividad agrícola y no pasan al sistema de drenaje y su vertimiento al mar disminuye, sin embargo

parte de las aguas servidas son derivadas, de forma clandestina a la agricultura y drenaje, antes del proceso de estabilización por los agricultores de Pimentel y San José.

Las playas arenosas por sus características, son hábitat de desarrollo de muchas especies, entre las que sobresalen *Donax sp*, (“palabritas”), y *Olivella columellaris* (“caracol”), entre otras especies que cumplen un rol muy importante no solo en el ecosistema, porque son la base fundamental de la cadena alimenticia; asimismo, son recursos objeto de explotación por los pescadores, para el Consumo humano directo (Chanamé, et al. 1997). Las tres especies son filtradoras (toman su alimento a partir de lo que filtran en el agua) tienen una amplia distribución en las costas del norte peruano y su abundancia es afectada por los eventos del fenómeno El Niño Oscilación Sur –ENSO (Chanamé, 2008).

El consumo de alimentos hidrobiológico per cápita, en las últimas dos décadas ha experimentado un aumento significativo por parte de la población, a la par del aumento de la producción y del consumo de productos que facilitan la calidad de vida de la población. esto a su vez conduce a un evidente incremento de la contaminación de los océanos (Cortez Gomez, 2017), observándose la acumulación de los contaminantes por metales pesado en los diferentes organismos vivos; así como el aumento de problemas de salud particularmente respiratoria (Cáceres, 2015), en pobladores cercanos a las playas.

Las normas técnicas para agua marina: ECAs, actualizado y aprobado por DS. 004-2017, (Presidencia de la República) ubican al ambiente marino costero en la categoría 2: Subcategoría C1: Extracción y cultivo de moluscos, equinodermos y tunicados en aguas marino costeras, estableciendo las concentraciones máximas de los metales pesados en el agua.

Por otro lado, en lo que se refiere a la evaluación del contenido de metales pesados en

productos hidrobiológico en el Perú, se cuenta con la Norma Técnica NTP 700.002, del año 2012, en la que se establece la forma y la cantidad de obtener la muestra para los análisis. Para los niveles máximos de metales pesados en alimentos se tiene la norma establecida por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) en el *CODEX STAN 193-1995* (Codex Alimentario, 2019).

Se ha evaluado la concentración de Cu, Pb y Cd en *Donax sp.*, extraídas para el consumo humano directo en las playas del litoral lambayecano (Manay et al. 2020), determinándose por la presencia de estos metales, aunque en concentraciones que no superan los LMP internacionales. Sin embargo, se resalta que el cobre presentó una clara tendencia acumulativa en *Donax obesulus* alcanzando en julio ($10.1 \mu\text{g g}^{-1}$), y las concentraciones de plomo ($> 0.3 \mu\text{g g}^{-1}$) y cadmio ($> 0.2 \mu\text{g g}^{-1}$).

Por lo cual se ha planteado la pregunta: ¿Cuáles son los niveles de concentración de metales pesados en sedimentos y su bioacumulación en organismos filtradores del intermareal arenoso de playas del distrito San José de Lambayeque, durante julio 2021 a abril del 2022? Y se han propuesto los siguientes objetivos a) Describir las características del intermareal arenoso deplaya, en el litoral del distrito San José de Lambayeque, b) evaluar la concentración de metales pesados Cu, Cd, Hg y Pb en sedimentos del intermareal arenoso, c) evaluar la bioacumulación de metales pesados en organismos filtradores, *Donax sp.* y *O. columellaris* y d) estimar la variabilidad temporal y en áreas críticas, la concentración y bioacumulación de metales pesados en sedimentos y en organismos filtradores del intermareal arenoso, del distrito San José de Lambayeque, durante julio 2021 a abril del 2022.

La investigación realizada nos va permitir evaluar la calidad ambiental de los sedimentos del intermareal arenoso del litoral del distrito San José de Lambayeque, cuyo conocimiento contribuye alertando a las

autoridades locales y regionales (Municipalidad, Dirección General de Salud Ambiental, Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental), del nivel de contaminación, para que se tomen las medidas pertinentes; asimismo, servirá para que del público visitante y consumidor de productos hidrobiológico pueda discernir su pertinencia de solaz en la playa y consumo de mariscos. Se contempla que San José es playa para el ocio durante verano, procesamiento de pescado en playa durante todo el año.

Se hace necesaria la evaluación de organismos filtradores como son *Donax sp* y *Olivella columellaris*, por ser recursos que son explotados el primero con mayor actividad pesquera y los otros por pobladores para consumo. Por ende, son fuentes alimenticias para la población, pero la bioacumulación de metales pesados al alcanzar concentraciones por sobre lo permitido, constituirá un peligro para la salud humana.

Los metales bioacumulados al terminar en los tejidos de las personas, producen una variedad de tipos de dolencias como: alergias, ansiedad e irritabilidad, dificultad para bajar de peso, dolores crónicos inexplicables, sensación de frío en manos y pies, problemas digestivos, fatiga extrema, problemas para conciliar el sueño, pérdida de memoria, problemas de piel o para fijar de vitaminas y minerales, entre otros síntomas que presentan las personas cuando tienen intoxicación por metales pesados; lo cual justifica su estudio (Instituto Nacional de Salud, 2013).

Aunque existe un programa de monitoreo para metales pesados, liderado por El Ministerio de Salud a través del Centro Nacional de Epidemiología, Prevención y Control de Enfermedades, su accionar no es visible hacia la población y las autoridades de salud, por ello se busca a través de esta investigación brindar elementos necesarios para que particularmente las autoridades, así como la población, estén alertas y conscientes del peligro en que se encuentran por la presencia de estos contaminantes, tanto en las playas como en los organismos de consumo (Instituto Nacional de Salud, 2013)

Metodología

El trabajo realizado es Analítico – Ex postFacto (Alvitres, 2000), ya que se ha recopilado datos de las variables en el presente para buscar las explicaciones del porque se presenta una situación de variable concentración de metales pesados en los sedimentos filtradores, así como se trató de ver su relación. Para este trabajo se utilizó un diseño no experimental de un grupo después, prospectivo, ya que se va evaluar a través del tiempo (meses) para poder apreciar los efectos de las variables en los organismos en tres puntos de muestreo, propuesto por Goode y Hatt. (como se citó en Alvitres 2000)

La población objeto de estudio es la extensión del intermareal arenoso y las poblaciones de las *Donax sp* y *Olivella columellaris*, que habitan en el intermareal arenoso del litoral de San José, Las muestras estarán constituidas por la cantidad de organismos (250 g) que se requieren para hacer las determinaciones de metales pesados, los que serán obtenidos de tres puntos de muestreo a lo largo de la playa de San José, previamente identificados. Teniendo en cuenta la NTP 700.002-2012 (Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual, 2012)

Los muestreos se realizaron mensualmente, para lo cual se tomó en cuenta la tabla de mareas publicada en la página de la Dirección de Hidrografía y Navegación de la Marina de Guerra del Perú para muestrear en bajamar (<https://www.dhn.mil.pe/>)

Para el muestreo en áreas críticas, se establecieron tres puntos fijos, en las áreas donde desembocan los drenes dren 3000, dren 2000 y dren Mil, en dichos puntos se realizarán las mediciones de perfil de playa, temperatura superficial, salinidad, pH y conductibilidad eléctrica.

Finalizada la etapa de recolección de datos en campo y laboratorio, se procedió a organizar una base de datos en una hoja de cálculo Microsoft Excel para análisis e

interpretación preliminar de los datos recogidos. Hoja de cálculo Excel del Microsoft Office (versión 2103). El análisis estadístico de normalidad de los datos se realizó a través de la prueba de Kolmogorov – Smirnov, para aplicar pruebas de hipótesis paramétricas, aplicando la extensión Megastat (ver. 10.4) de Excel del Microsoft Office; caso contrario se utilizarán pruebas de hipótesis no paramétrica.

Las diferencias entre los valores de los Límites Máximos Permisibles – Estándares de Calidad de Agua con las concentraciones de metales pesados en organismos filtradores y sedimentos, se determinaron a través de la prueba de t de igualdad de medias.

Para determinar diferencias entre los parámetros de las variables de metales pesados en organismos filtradores y sedimentos, del período estacional del tiempo y por áreas críticas de hábitats de especies de organismos, se aplicó análisis de varianza, y prueba t de promedios, respectivamente.

Resultados

Características del agua de mar

Los muestreos se realizaron mensualmente, teniendo en cuenta las condiciones de marea, es decir, en bajamar (o marea baja), se realizaron las evaluaciones en los tres puntos de muestreo establecidos, al sur de San José (salida de drenaje), al norte del desembarcadero artesanal (a 1km) y en la desembocadura del Dren Mil.

Lugares donde se registraron los datos de Temperatura Superficial del Mar (TSM), Salinidad (o/oo), total de sólidos disueltos (STD), Conductibilidad Eléctrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$) y pH. A lo largo del tiempo, observando que las condiciones hidrológicas son estables, y que solo fluctúan en los meses de verano, sobre todo cuando hay mayores descargas en

ambos drenajes (ver figura 1), por lo que al realizar comparaciones entre los tres lugares no se encuentran diferencias significativas en

las condiciones del agua ($p > 0.05$), sin embargo, en algunas de las características si

varían significativamente a lo largo del período de muestreo (ver tabla 1).

Tabla 1

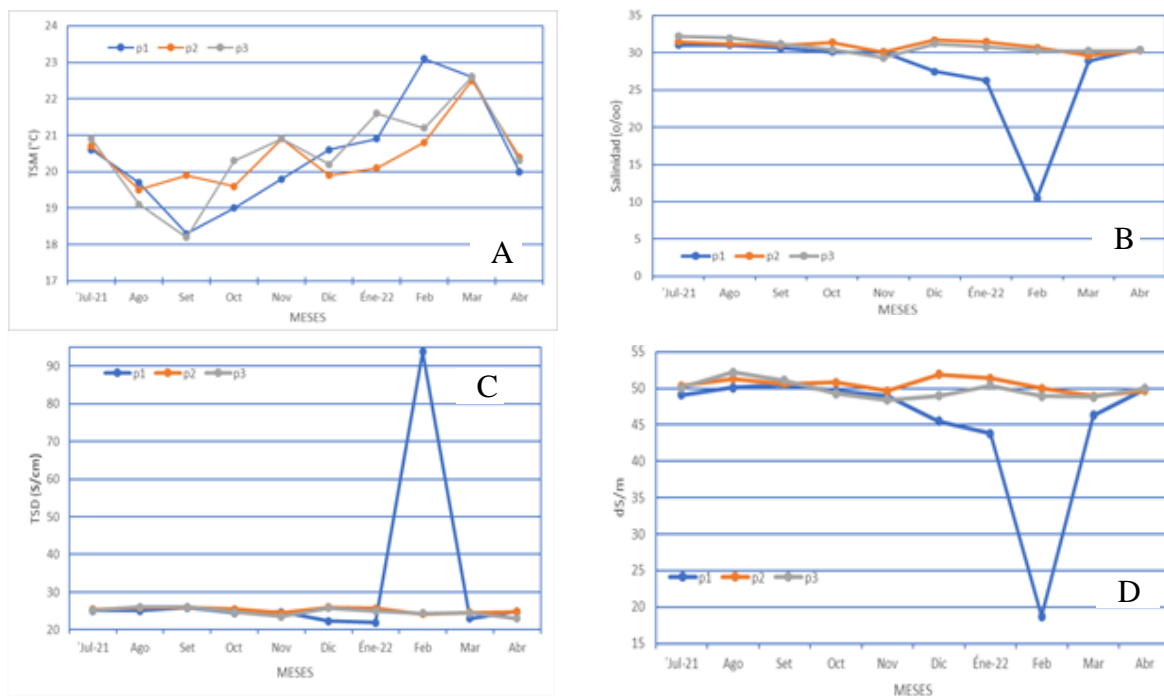
Cantidad promedio de metales pesados (mg/Kg) en organismos filtradores y en el sedimento del intermareal arenoso de San José

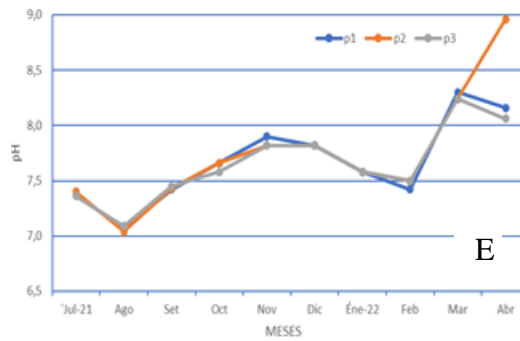
	Punto 1		Punto 2		Punto 3		p-valor
	promedio	D.S	promedio	D.S	promedio	D.S	
Cobre (mg/Kg)							
<i>Donax sp.</i>	2,6313	1,5396	2,9059	1,8047	2,0631	1,7172	,732
<i>Olivella c.</i>	1,7472	0,9595	1,1859	0,8998	1,3873	0,9640	,539
Cadmio (mg/Kg)							
<i>Donax sp.</i>	0,0001	0,0000	0,0001	0,0000	0,0001	0,0000	1,000
<i>Olivella c.</i>	0,2416	0,2071	0,2465	0,1889	0,1863	0,1697	,806
Plomo (mg/Kg)							
<i>Donax sp.</i>	0,0020	0,0000	0,0020	0,0000	0,0020	0,0000	1,000
<i>Olivella c.</i>	0,0020	0,0000	0,0020	0,0000	0,0020	0,0000	1,000

nota: D.S. = Desviación Estándar

Figura 1

Características Físico químicas (A) TSM, (B) Salinidad, (C) TSD, (D) Conductividad Eléctrica, (E) pH del agua de los puntos de muestro de las playas de San José

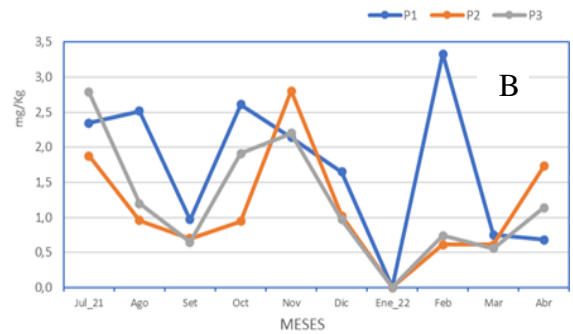




Bioacumulación de metales pesados

Los principales organismos evaluados: *Olivella colummellaris*, fue la especie presente durante todo el período de muestreo, *Donax sp* (palabritas) solo se presentó en algunos meses en el punto sur de San José

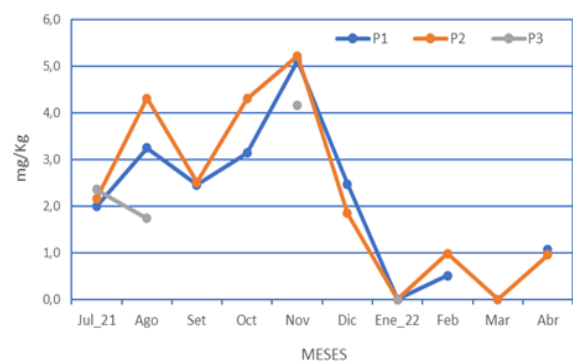
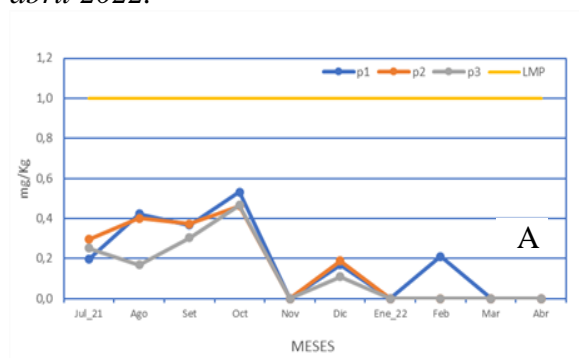
En la evaluación de bioacumulación de metales pesados *Olivella colummellaris*, presentó niveles ínfimos de mercurio y plomo, por lo que se presentan las fluctuaciones de concentración de cadmio y cobre (mg/Kg). Donde en ambos casos se encuentran por debajo del LMP, sin embargo, es necesario resaltar que el cadmio en los tres puntos de muestreo llega a niveles cercanos a 0,6 mg/Kg en el mes de octubre. Para el caso de cobre los niveles de acumulación están por debajo de 5 mg/Kg, que es la sexta parte del límite máximo permisible (30 mg/Kg) que lo podemos observar en la figura 2.



Los niveles de bioacumulación en “palabritas”, ha sido evidente en lo que respecta a cobre que al igual que en *olivella colummellaris* sus niveles máximos alcanzan los 5 mg/Kg, lo que hace pensar que la actividad extractiva disminuye el tiempo de permanencia de los individuos en el ecosistema por lo que sus niveles de acumulación son bajos (ver figura 3).

Figura 2. Acumulación de metales pesados en *Olivella colummellaris* A) Cadmio, B)Cobre, en Playas del litoral de San José, julio 2021-abril 2022.

Figura 3. Acumulación de cobre en *Donax sp.*, en Playas del litoral de San José, julio 2021-abril 2022.

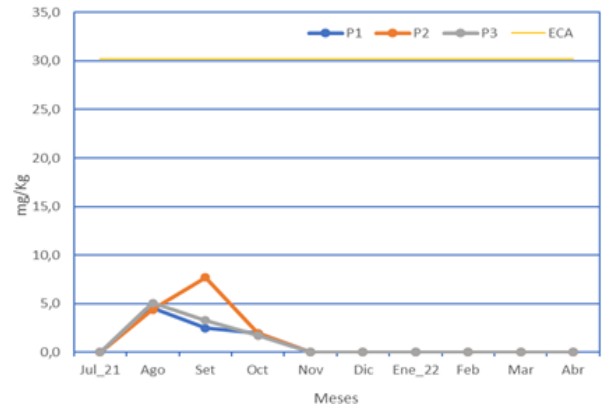
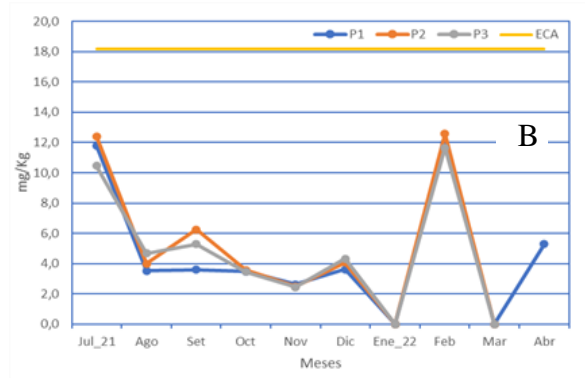
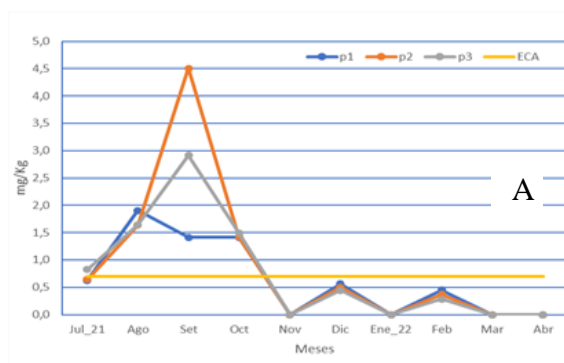


Niveles de metales pesados en Sedimentos

Al realizar las evaluaciones de metales pesados en ecosistema a través de los contenidos en los sedimentos de las playas de San José, se debe acotar que la presencia de mercurio no alcanza valores medibles, lo que es un buen indicador de salud ambiental. Pero no podemos dejar de lado los niveles de plomo que si bien no superan el Estándar de calidad ambiental (<30 mg/Kg), entre agosto y octubre del 2021 presenta valores entre 3 a 8 mg/Kg, y luego de estos meses deja de haber presencia significativa de este metal (ver figura 5).

De los otros dos metales medidos: cadmio en los meses de julio a octubre del 2021, sus niveles superan ampliamente el estándar de calidad ambiental (0,7 mg/Kg), para luego tener niveles por debajo del estándar. En el caso de cobre, los niveles de este en el sedimento de las playas no supera el estándar de calidad ambiental (18 mg/Kg), pero sus valores son bastante variables en el tiempo, que podría tener relación con la descarga de los ríos y drenes en época de lluvia, como se puede observar en la figura 5.

Figura 5.
Acumulación de metales pesados A) Cadmio, B) Cobre C) Plomo en los sedimentos de Playas del litoral de San José, julio 2021-abril 2022



Discusión

En la playa de San José como se observa los niveles de los metales pesados evaluados en el sedimento, sólo cadmio supera el LMP en los primeros meses de muestreo (julio-octubre 2021), luego se mantuvo por debajo de los niveles permitidos, esto se puede deber al hecho de ser una playa expuesta, ya que en otros trabajos como en el Castro y Valdés (2012) quienes encuentran valores por encima de los límites permitidos, pero las playas evaluadas son semi expuestas, lo que no permite un movimiento constante de los sedimentos. Además, por las características del infralitoral, no recibe aportes de metales pesados de la composición rocosa, pero sus niveles de contaminación antrópica son bajas por lo los niveles de metales pesados en los sedimentos superan los ECA's solo en ciertos momentos que se relacionan con las características de las corrientes marinas. Por eso Nour (2019) encuentra los siguientes metales Fe, Mn, Ni y Cd en niveles altos por las rocas sedimentarias del fondo marino de

las playas de la bahía y por la actividad industrial específicamente de plásticos.

Los niveles de los metales pesados evaluados se encuentran dentro de los valores máximos y mínimos que han venido siendo evaluados por el Instituto del Mar del Perú en los sedimentos superficiales del litoral peruano desde el año 2011 a 2019, principalmente bahías (playas protegidas), salvo en el caso de Cobre ya que los valores encontrados alcanzan los valores mínimos de zonas de Bahía, al igual que en Plomo. (Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2021). Es importante resaltar que los niveles de los metales pesados no son diferentes significativamente entre los puntos de muestreo. A pesar que se consideró que deberían existir mayores concentraciones de metales pesados en los puntos de muestreo al norte de la Caleta San José.

Al evaluar las variables ambientales observamos que sus valores muestran homogeneidad de características, las cuales pueden variar por otros factores como el viento, fuerza de corriente que se notorio en el mes de enero y febrero en que la presencia de lluvias, las que aumentaron la descarga de agua a las playas marcó un cambio en las características no solo de la Temperatura Superficial de Mar, sino que también afectó la Salinidad y el pH de las aguas litorales, situación que afecta a la sedimentación de los metales pesados en el sedimento de las playas. (Argumedo & Viloria, 2015), razón por la que los sedimentos tienen una dinámica alta que permite renovación de fondos y por ende los niveles de metales pesados cae significativamente. A esto se debe sumar que el aporte de aguas del sistema de alcantarillado y de los canales de regadíos que cruzan la ciudad de Chiclayo son contaminados con metales pesados de la actividad comercial y metal mecánica que eleva los niveles de estos metales por sobre los LMP de los estándares de Calidad Ambiental, lo cual es reportado por Romero (2010), sin embargo el proceso de las pozas de oxidación y el uso de las aguas de regadíos en cultivos disminuye la concentración de metales pesados y el aporte final en las playas de San José no es significativo, por esa razón no encontramos

que el punto de muestreo tres que es al sur de la Caleta San José presente valores más elevados que en los dos puntos de muestreo al norte de dicha ciudad. Lo que nos lleva a pensar que el tipo de playa y la dinámica de las corrientes marinas en el tiempo genera una renovación de sedimentos por lo que los valores de metales pesados presentes en estos, no llega a valores altos.

Por otro lado al evaluar la bioacumulación de los metales pesados en los organismos del intermareal arenoso, observamos que no constituyen un riesgo directo que afecte la salud de los pobladores que los consumen, sin embargo no podemos olvidar que los metales pesados, como otros contaminantes tiene una característica acumulativa, sumado al gran consumo de organismos bivalvos como *Donax sp.* por parte de la población, si constituyen un riesgo que debe ser evaluado en el tiempo (Manay et al, 2020), consumo de productos hidrobiológicos que viene siendo promovido por el Ministerio de la Producción (2015), con la finalidad de alcanzar mayores fuentes de proteínas a la población.

Los moluscos son el grupo de organismos en lo que se enfocan varios trabajos que evalúan metales pesados (Manay et al, 2020; Tobar et al, 2018; Fuenzalida, 2017), en diferentes ambientes desde playas hasta zonas de manglar, y que son organismos filtradores por lo que son considerados fuente primordial de intoxicación por metales pesados, sin embargo en el caso de *Donax sp* y *Olivella columellaris*, alcanzan valores acumulados en un 20% del valor máximo permitido en lo que es Cu (30 mg/Kg); sin embargo solo *Olivella columellaris*, refleja valores altos de cadmio, cercanos al 60% del valor máximo permitido (1 mg/Kg). Por otro lado, lo que podemos enfocarlo positivamente los valores de Plomo y Mercurio, se podría considerar “cero” en los organismos, aunque si hubo la presencia de plomo en el sedimento en la primera parte del período de muestreo valores cercanos a 8 mg/Kg, pero no por el hecho de estar disponible no fue reflejado en los organismos muestreados.

Conclusiones

- El intermareal arenoso presenta características físico químicas poco fluctuante, salvo en momentos de lluvias que disminuyen la salinidad del agua, así como la Conductibilidad Eléctrica.
- En los sedimentos del intermareal arenoso se encontraron concentraciones de metales pesados Cu y Pb (4,3868; 1,5842 mg/Kg) en sedimentos del intermareal arenoso, niveles por debajo del ECA, en tanto que Cd (1,0444 mg/Kg) supera el ECA en la primera parte del período de muestreo
- Las especies *Donax sp.* y *O. columellaris* presentan niveles de Cu, Cd, por debajo del LMP
- Geográficamente y temporalmente entre los puntos de muestreo los niveles de metales pesados fueron similares, determinado por la característica de las playas de San José: Expuesta.

Referencias

- Alvitres, V. (2000). Método científico: planificación de la investigación. Ciencia. Chiclayo. 205 pp.
- Cáceres, D. D. (2015). Evaluación de los efectos agudos en la función pulmonar por exposición a material particulado fino (MP 2.5) en niños que viven próximos a una playa contaminada con relaciones mineros, Chañaral, Chile. Barcelona: Universitat Autònoma de Barcelona.
- Castro, Gabriel, y Valdés, Jorge. (2012). Concentración de metales pesados (Cu, Ni, Zn, Cd, Pb) en la biota y sedimentos de una playa artificial, en la bahía San Jorge 23°S, norte de Chile. Latin american journal of aquatic research, 40(2), 267-281. Recuperado en 06 de septiembre de 2022, de http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-560X2012000200003&lng=es&tlng=es
- Chanamé, J. (2008). El Ciclo "El Niño" Y Su Influencia Sobre La Comunidad Del Macrozoobentos Intermareal Arenoso De San José, Lambayeque, 1995 – 2005. EPG-Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.
- Chaname, J., V. Alvitres Y J. Fupuy. (1997). Monitoreo de la comunidad del macrozoo bentos de playa San José, junio 1995 - diciembre 1996, Lambayeque-Perú. Res. XII Congreso Peruano de Ecología, Lima - Perú. pag 11.
- Cortez, A. A. (2017). Inorganic elements in marine turtles (*Lepidochelys olivacea*) from La escobilla beach (Mexico) and biomarkers related to heavy metal pollutants). Murcia: Universidad de Murcia.
- Codex Alimentarius, 2019. Norma General para los Contaminantes y las Toxinas Presentes en los Alimentos y Piensos CXS 193-1995. Adoptada in 1995, revisado in 1997, 2006, 2008, 2009, amended in 2010, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019. http://www.fao.org/input/download/standards/17/CXS_193s_2015.pdf
- Dirección de Hidrografía y Navegación (s/f). Tabla de mareas. <https://www.dhn.mil.pe/>
- Fuenzalida, F. (2017). Niveles de Cd, Cu y Zn en la lapa *Fissurella sp.* en el borde costero de la comuna de Chañaral. <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/146536>
- Galán, E., y Romero, A. (2018). Contaminación de Suelos por Metales Pesados. Macla revista de la Sociedad Española de Mineralogía (10), 48-60.
- Gobierno Regional Lambayeque. (2016). Diagnóstico Ambiental de San José. Lambayeque
- Hernández, C. (2013). Estudio de acumulación de metales pesados en los sedimentos de jaulas de peces de crianza y en puertos de la isla de Tenerife. Laguna: Universidad de la Laguna.
- Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual. (2012). Lineamientos y Procedimientos de Muestreo del Pescado y Productos Pesqueros para Inspección NTP 700.002.

- http://www.sanipes.gob.pe/documentos/14_NTP700.0022012LineamientosyProcedimientosdeMuestreodePescadoyProductosPesquerosparaInspeccion.pdf
- Instituto Nacional de Salud. (2013). Efectos de la exposición crónica a metales pesados y su manejo clínico: Revisión Rápida. Nota Técnica 06. https://web.ins.gob.pe/sites/default/files/Archivos/authenticated%2C%20administrador%2C%20editor/publicaciones/2018-07-11/06_SERIE_NOTA_TECNICA_N_06-2013_Efectos_de_la_exposicion_cronica_a_metales_pesados_y_su_manejo_clinico.pdf
- Londoño, L., Londoño, P., y Muñoz, F. (2016). Los riesgos de los metales pesados en la salud humana y animal. *Bioteología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial: BSAA*, 145-153. <http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v14n2/v14n2a17.pdf>
- Manay, R., Fupuy-Chung, J., Iglesias-Osores, S., Chanamé-Céspedes, J. (2020). Bioaccumulation of heavy metals in *Donax obesulus* from the Lambayeque littoral, Peru. *SCIELOpreprints*. <https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.828>
- Ministerio de la Producción. (2015). Patrones de consumo de productos hidrobiológicos en el Perú al 2014. Lima. http://www.acomerpescado.gob.pe/wp-content/uploads/2015/09/Patrones_Consumo_Productos_Hidrobiologicos_PNACP-2015.pdf
- Ministerio de Salud. (2015). Norma Técnica de Salud que Establece La Vigilancia Epidemiológica en Salud Pública de Factores de Riesgo por Exposición e Intoxicación por Metales Pesados y Metaloides RM No 006-2015/MINSA.
- Parra Ochoa, E. (2014). Aves silvestres como bioindicadores de contaminación ambiental y metales pesados. *Revista CES Salud Pública*, 59-69. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4804774>
- Presidencia de la República. (2017a). Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua (ECAS). Decreto supremo N° 004-2017- MINAM. 07 de Junio 2017
- Presidencia de la República. (2017b). Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Suelo (ECAS). Decreto supremo N° 011-2017- MINAM. 02 de Diciembre 2017
- Romero, B (2010), *Impactos ambientales significativos generados por las acequias Cois, Pulen y Yortuque de la ciudad de Chiclayo y propuesta de un plan de mitigación*. Lambayeque - Perú, UNPRG. <http://repositoro.unprg.edu.pe/handle/UNPRG/1246>
- Tobar, J., Ramírez-Muñoz, M., Fermín, I., y Senior, W. (2018). Concentración de Metales Pesados en Bivalvos *Anadara tuberculosa* y *A. similis* del Estero Huaylá, Provincia de El Oro, Ecuador. *Boletín Del Centro De Investigaciones Biológicas*, 51(2), 97-116. Recuperado a partir de <https://produccioncientificaluz.org/index.php/boletin/article/view/23300>