

# Niveles de Mercurio Total en *Cheilodactylus variegatus* Valenciennes, 1833 “Pintadilla” en la zona costera de Chorrillos-Ancón, Lima, Perú

## Levels of Total Mercury in *Cheilodactylus variegatus* Valenciennes, 1833 “Pintadilla” in the coastal zone of Chorrillos-Ancon, Lima, Peru

Sigfredo Alexander Quintana Paetán<sup>1</sup>, Carlos Francisco Cabrera Carranza<sup>2</sup>

Recibido: 20/03/2021 - Aprobado: 16/06/2021 – Publicado: 23/12/2021

### RESUMEN

La “Pintadilla” (*Cheilodactylus variegatus* Valenciennes, 1833) es una especie marina que se desarrolla cerca de la costa y es capturada por la pesca artesanal para consumo humano. El objetivo de este estudio fue determinar la concentración de mercurio en esta especie tanto en tejido muscular como en tejido hepático. Se recolectaron un total de 32 muestras, durante 8 meses, determinándose la concentración de mercurio total mediante espectrofotometría de absorción atómica por vapor frío. En general, la mayor concentración promedio de mercurio total se encontró en las muestras recolectadas en el Mercado Pesquero Artesanal de Chorrillos, tanto para el tejido muscular (0,0563 – 0,2632 mg/kg) como para el tejido hepático (0,0464 – 0,2694 mg/kg), con respecto al Mercado Pesquero Artesanal de Ancón, tanto para el tejido muscular (0,0273 – 0,1193 mg/kg) como para el tejido hepático (0,0488 – 0,1911 mg/kg) todos en base húmeda. Se observó que estos resultados no exceden los niveles máximos permitidos por la OMS (0,5 mg/kg), pero se encontró que hay una mediana correlación positiva entre el tejido muscular y el tejido hepático en ambos puntos de muestreo.

**Palabras claves:** Bioacumulación; contaminación marina; espectrofotometría de absorción atómica; mercurio; Pintadilla.

### ABSTRACT

The “Pintadilla” (*Cheilodactylus variegatus* Valenciennes, 1833) is a marine species that grows near the coast and is caught by artisanal fishing for human consumption. The objective of this study was to determine the concentration of mercury in this species in both muscle tissue and liver tissue. A total of 32 samples were collected, for 8 months, determining the concentration of total mercury using the cold vapor atomic absorption spectrophotometer. In general, the highest average concentration of total mercury was found in the samples collected in the Chorrillos Artisanal Fishery Market, both for muscle tissue (0.0563-0.2632 mg/kg) and for liver tissue (0.0464-0.2694 mg/kg), with respect to the Ancon Artisanal Fisheries Market, both for muscle tissue (0.0273-0.1193 mg/kg) and for liver tissue (0.0488-0.1911 mg/kg) all on a wet basis. It was observed that these results do not exceed the maximum levels allowed by the WHO (0.5 mg/kg), but it was found that there is a positive median correlation between muscle tissue and liver tissue at both sampling points.

**Keywords:** Bioaccumulation; marine pollution; atomic absorption spectrophotometry; mercury; Pintadilla.

1 Docente Universidad Peruana Cayetano Heredia-UPCH. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica, Unidad de Posgrado, Lima, Perú. Egresado.

Autor para correspondencia: [alexander.quintana.paetan@gmail.com](mailto:alexander.quintana.paetan@gmail.com) - ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3389-9238>

2 Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica, Perú, Lima. Docente principal.  
E-mail: [ccabrera@unmsm.edu.pe](mailto:ccabrera@unmsm.edu.pe) - ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5821-5886>

## I. INTRODUCCIÓN

La Pintadilla (*Cheilodactylus variegatus* Valenciennes, 1833) conocida con este nombre comúnmente en Perú, “Bilagay” en Chile (Vargas & Pequeño, 2001), es una especie marina que se desarrolla en la zona comprendida entre Paita, Piura (Perú) y la Región de Los Lagos (Chile) (Pérez D’Angello, 2013; Vargas & Pequeño, 2001). La Pintadilla es una especie bentónica, que permanece en las costas rocosas, que pueden estar cubiertas de algas (Zuñiga, 2002), es un pez de aguas litorales, que vive en pequeños cardúmenes y se desarrollan hasta profundidades de 40 metros (Pérez D’Angello, 2013), siendo la profundidad un punto controversial pues otros autores consideran que se desarrolla a menores profundidades (Palma & Ojeda, 2002). En el Perú, la extracción y pesca de la Pintadilla se realiza dentro de las 5 millas marinas, con el empleo de arpones, redes cortina, anzuelo, entre otros por pescadores artesanales (Gonzales, 2012). La alimentación de esta especie, está compuesta mayormente por crustáceos, moluscos (Medina et al., 2004; Palma & Ojeda, 2002) y platelmintos (Moreno & Flores, 2002).

La Organización Mundial de la Salud (OMS), en su nota informativa de marzo del 2017, considera al mercurio como uno de los diez principales productos químicos que son motivo de gran preocupación en materia de salud pública. La principal vía de exposición humana al elemento mercurio, según la OMS (2017) es el consumo de pescados y mariscos contaminados con mercurio (presente en forma orgánica como metilmercurio). El metilmercurio se forma a partir de las especies inorgánicas del mercurio (depositadas en el océano por actividades antropogénicas) que son transformadas a la forma orgánica por la acción de bacterias reductoras de sulfato (Fitzgerald et al., 2007) y reductoras de hierro, condiciones anóxicas (Obrist et al., 2018; AMAP/UNEP, 2013), presencia de materia orgánica (Driscoll et al., 2013) entre otros.

El estudio sobre la concentración de mercurio en especies marinas del mar peruano es aún insuficiente, aunque hay estudios que evalúan la concentración de mercurio en especies ampliamente consumidas por la población (por lo general especies que no se desarrollan cerca a la costa), sin embargo, estudios de especies marinas que se desarrollan cerca a la costa han sido poco explorados, zona que es impactada por las descargas antropogénicas.

Este trabajo evalúa las concentraciones de mercurio total presente en el tejido muscular y hepático de la especie marina Pintadilla (*Cheilodactylus variegatus* Valenciennes, 1833), especie que aún no ha sido evaluada en este parámetro químico. Se evaluará si el nivel de mercurio presente puede representar un peligro para la población que lo consume, para esto se tomará como referencia el nivel máximo establecido por la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2017) y el contenido máximo establecido por la Unión Europea (EUROPOS BENDRIJŪ KOMISIJA, 2006) y el Organismo Nacional de Sanidad Pesquera (SANIPES, 2016) que, para estas tres instituciones, es de 0,5 mg/kg en peso fresco. Asimismo, se evalúa la correlación que existe en las concentraciones presentes en ambos tipos de tejido.

## II. MÉTODOS

Para este estudio, se utilizó como especie de estudio la Pintadilla (*Cheilodactylus variegatus* Valenciennes, 1833), siendo las muestras colectadas en el Mercado Pesquero Artesanal de Chorrillos y en el Mercado Pesquero Artesanal de Ancón, en el periodo comprendido entre Setiembre 2018 a Marzo 2019. Se recolectaron un total de 32 muestras, con una medida de 23 +/- 2 cm (medida que comprende desde la boca del pez hasta el final de la aleta caudal). de las cuales se separó el tejido muscular y el tejido hepático, los que fueron debidamente preparados. El método de digestión está basado en el método 200.3 (McDaniel, 1991) “Preparación de muestras para la determinación espectroquímica de elementos recuperables totales en tejidos biológicos” sometiendo la muestra a digestión ácida, pesándose aproximadamente 5 g para el tejido muscular y 1 g para el tejido hepático (ambos en base húmeda) con ácido nítrico y peróxido de hidrógeno en caliente (entre 92 a 95 °C) de manera controlada (mediante un lento reflujo) eliminando toda la materia orgánica y llevándose a un volumen final de 50 ml con agua ultrapura.

Con esta solución obtenida, se determinó la concentración de mercurio por el espectrofotómetro de absorción atómica por vapor frío (CVAAS: Cold-Vapor Atomic Absorption Spectrometry) con el equipo FIMS 100 (Sistema de Flujo de Inyección de Mercurio). Mediante esta técnica, se vaporiza el mercurio en frío (por medio de un agente reductor como el SnCl<sub>2</sub> que transforma el Hg (II) disuelto en el extracto ácido a Hg (0) elemental), luego este mercurio elemental es arrastrado por una corriente de gas inerte (Ar) y medida la absorbancia a 253,7 nm, tomándose como referencia el método 245.1 (USEPA, 1974), el que indica las pautas para la medición del Hg en este equipo instrumental. Para la cuantificación del mercurio total se prepararon soluciones de calibración a partir de un estándar certificado de Hg (1 ppb, 2 ppb y 5 ppb) con su respectivo blanco de calibración (0 ppb) en medio nítrico, elaborándose la curva de calibración espectrofotométrica de Absorbancia (En unidades de Absorbancia) vs. Concentración (en ppb).

Junto con las muestras de tejido de pescado, los controles de calidad analítico, propio de una determinación química, contempló el uso de dos blancos de análisis, un duplicado por cada 5 muestras y Patrón certificado: Material de referencia DORM 4 Fish Protein Certified Reference Material for Trace Metals and other Constituent de la National Research Council of Canadá, por cada corrida analítica. Todos estos controles de calidad son sometidos al mismo proceso analítico al igual que las muestras.

## III. RESULTADOS

Para el periodo comprendido entre Setiembre 2018 a Marzo 2019, los resultados obtenidos de los tejidos analizados (32 muestras de tejido muscular y 32 muestras de tejido hepático), se observa que el promedio general de los análisis de tejido muscular de las muestras recolectadas en el Mercado Pesquero Artesanal de Chorrillos es mayor (0,1296 mg/kg) con respecto a las muestras recolectadas en

el Mercado Pesquero Artesanal de Ancón (0,0587 mg/kg), presentándose en la Tabla 1 un resumen de los estadísticos descriptivos para estas muestras. Se corroboró con la prueba de Mann-Whitney que existe diferencia significativa entre las medias de las concentraciones de mercurio de las muestras provenientes de la zona de Chorrillos y Ancón, siendo en el Punto de Chorrillos (Mercado Pesquero Artesanal de Chorrillos) el valor máximo obtenido de 0,2632 mg/kg y el valor mínimo de 0,0563 mg/kg, mientras en el Punto de Ancón (Mercado Pesquero Artesanal de Ancón) el valor máximo obtenido de 0,1193 mg/kg y el valor mínimo de 0,0273 mg/kg.

En el caso del tejido hepático, el promedio general de los análisis de las muestras recolectadas en el Mercado Pesquero Artesanal de Chorrillos es mayor (0,1459 mg/kg) con respecto a las muestras recolectadas en el Mercado Pesquero Artesanal de Ancón (0,1028 mg/kg), presentándose en la Tabla 2 un resumen de los estadísticos descriptivos para estas muestras. Se corroboró con la prueba t de student que existe diferencia significativa entre las medias de las concentraciones de mercurio de las muestras provenientes de la zona de Chorrillos y Ancón, siendo en el Punto de Chorrillos (Mercado Pesquero Artesanal de Chorrillos) el valor máximo obtenido de 0,2694 mg/kg y el valor mínimo de 0,0464 mg/kg, mientras en el Punto de Ancón (Mercado Pesquero Artesanal de Ancón) el valor máximo obtenido de 0,1911 mg/kg y el valor mínimo de 0,0488 mg/kg.

#### IV. DISCUSIÓN

Se evaluó la especie marina Pintadilla (*Cheilodactylus variegatus Valenciennes, 1833*) por ser un pescado consumido por la población (aunque su consumo no es tan difundido como el jurel o el bonito), requerido por restaurantes (cevicherías, comida criolla entre otros) para la preparación de platos marinos. Las muestras de Pintadilla se adquirieron del Mercado Pesquero Artesanal de Chorrillos y del Mercado Pesquero Artesanal de Ancón (Periodo de Setiembre 2018 a Marzo 2019), donde la especie es capturada por pescadores artesanales de la zona.

Comparando las concentraciones de mercurio en los tejidos de la Pintadilla contra los Niveles Máximos Permitidos por la Organización Mundial de la Salud (WHO/FAO, 1995) y el contenido máximo establecido por la Unión Europea (EUROPOS BENDRIJŪ KOMISIJA, 2006) y el Organismo Nacional de Sanidad Pesquera (SANIPES, 2016) que es de 0,5 mg/kg en peso fresco o húmedo, se observa que, en ninguno de los casos este excede dicho nivel, con lo cual se infiere que su consumo por la población es aceptable y que no afecta a la salud. Pero queda, en evidencia, la presencia de mercurio en el tejido muscular y en el tejido hepático de la especie marina Pintadilla. Comparando nuestros resultados con la tesis de (Cajaleon Calixto, Consuelo Clotilde, Concepcion Motta, 2018; Espinoza, D., Falero, 2016; Llerena, 2019; Rios Chamorro, 2020) se muestran concordancias, puesto que, las concentraciones promedio reportadas son menores a

**Tabla 1.** Estadísticos Descriptivos de la Concentración de Mercurio en Tejido Muscular de la Pintadilla (*Cheilodactylus variegatus Valenciennes, 1833*)

Estadístico		Pto. Muest. Ancón Hg (mg/kg)	Pto. Muest. Chorrillos Hg (mg/kg)
Media		0,0587	0,1296
95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	0,0458	0,0985
	Límite superior	0,0717	0,1607
Mediana		0,0513	0,1262
Desviación. Estándar		0,0243	0,0583
Mínimo		0,0273	0,0563
Máximo		0,1193	0,2632

Nota: Pto. Muest. Ancón: Mercado Pesquero Artesanal de Ancón. Pto. Muest. Chorrillos: Mercado Pesquero Artesanal de Chorrillos. Periodo de muestreo: Setiembre 2018 a Marzo 2019.

**Tabla 2.** Estadísticos Descriptivos de la Concentración de Mercurio en Tejido Hepático de la Pintadilla (*Cheilodactylus variegatus Valenciennes, 1833*)

Estadístico		Pto. Muest. Ancón Hg (mg/kg)	Pto. Muest. Chorrillos Hg (mg/kg)
Media		0,1028	0,1459
95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	0,0809	0,1140
	Límite superior	0,1247	0,1778
Mediana		0,0990	0,1536
Desviación. Estándar		0,0411	0,0599
Mínimo		0,0488	0,0464
Máximo		0,1911	0,2694

Nota: Pto. Muest. Ancón: Mercado Pesquero Artesanal de Ancón. Pto. Muest. Chorrillos: Mercado Pesquero Artesanal de Chorrillos. Periodo de muestreo: Setiembre 2018 a Marzo 2019.

0,15 mg/kg y no exceden los límites establecidos por la normativa que se ha tomado como referencia en este estudio (se consideran estos trabajos porque se desarrollaron sobre especies marinas desarrolladas en el mar peruano, aunque sean de especies diferentes a la de nuestro estudio).

La Pintadilla, una especie bentónica que se desarrolla en las cercanías de la costa y se alimenta de una gama de pequeños invertebrados marinos (Moreno & Flores, 2002; Pérez D'Angello, 2013), la dieta de esta especie está compuesta mayormente por crustáceos, moluscos (Medina et al., 2004; Palma & Ojeda, 2002) y platelmintos (Moreno & Flores, 2002) con alta diversidad de especies, además de poliquetos y equinodermos. De acuerdo con esto, la Pintadilla se encuentra en un punto intermedio de la red trófica, lo que le permite bioacumular mercurio, el cual es captado de las especies que consume (AMAP/UNEP, 2013; Driscoll et al., 2013). Las especies que se desarrollan en las cercanías de la costa, que es el hábitat de la Pintadilla, son directamente afectadas por la contaminación por fuentes antropogénicas, básicamente producto de las descargas domésticas e industriales que son vertidas al mar (en algunos casos descargas clandestinas y sin tratamiento previo) en la zona de nuestro estudio, comprendida entre Chorrillos y Ancón, en la costa de Lima.

Comparando los puntos de recolección de la especie marina, se observa que las concentraciones de mercurio total en el punto de recolección de Chorrillos (Mercado Pesquero Artesanal de Chorrillos) son mayores a las concentraciones reportadas en el punto de muestreo de Ancón, en ambos tipos de tejido (muscular y hepático), pudiéndose inferir que la zona de Ancón es menos afectada por la presencia de mercurio, siendo necesario mayores muestreos para corroborarlo. Es importante considerar las corrientes marinas que circulan en la costa, siendo la Corriente Costera Peruana (CCP) la que se desplaza de sur a norte, cerca de la costa hasta Pimentel (Bayóvar) (Volpedo, 2001), por tanto, de acuerdo con la ubicación geográfica, la CCP permitiría el desplazamiento de la masa de agua desde Chorrillos hasta Ancón.

En ambos puntos de recolección se evidenció que, la concentración de mercurio en el tejido hepático es mayor al presente en el tejido muscular, siendo el tejido hepático un buen indicador de la contaminación ambiental, teniendo el hígado la capacidad de acumular contaminantes del entorno donde se desarrolla la especie. El hígado cumple un papel importante en el almacenamiento, redistribución, desintoxicación y transformación de contaminantes (Havelková et al., 2008) a diferencia del tejido muscular cuyo objetivo de evaluación es debido al consumo por la población ya que representa la parte "comestible" de la especie, de ahí que la concentración de mercurio presente en este tejido incide directamente sobre la salud de la población. Es importante considerar que casi todo el mercurio presente en el músculo de los peces está metilado (AMAP/UNEP, 2013; Hurtado, 2010) a diferencia de los órganos internos donde la mayor parte del mercurio acumulado (especialmente en el hígado) existe como mercurio inorgánico, lo que sugiere la posibilidad de que el hígado de los animales acuáticos puede actuar como un órgano para la desmetilación del mercurio y de secuestro de

formas orgánicas e inorgánicas de este elemento del cuerpo (Baêta et al., 2006; Hurtado, 2010).

Con respecto a la correlación que se da entre el tejido muscular y el tejido hepático, se puede decir lo siguiente: Para el punto de recolección de Chorrillos, se evidenció con la prueba de correlación de Pearson, que hay una mediana correlación positiva ( $r = 0,439$ ) entre la concentración de mercurio presente en el tejido muscular y el tejido hepático y para el punto de muestreo de Ancón, se evidenció con la prueba de correlación de Spearman, que también hay una mediana correlación positiva entre la concentración de mercurio presente en el tejido muscular y el tejido hepático, con un  $r = 0,321$ , cercano al límite de baja correlación que es 0,3 (Vinuesa, 2016). Comparando con el estudio desarrollado en la Bahía de Guanabara (Brasil), se encontró una correlación positiva alta entre la concentración de mercurio encontrado en el tejido muscular y el tejido hepático de especies carnívoras ( $r = 0,91$ ), mientras en peces omnívoros e iliofagos no se presentó dicha correlación (Baêta et al., 2006). En el estudio se evidencia una relación positiva mediana en la concentración de mercurio en el tejido muscular y hepático (recordando que la "Pintadilla" es una especie carnívora), lo que podría deberse a determinados factores que pueden afectar la eficiencia con la que la especie marina acumula el mercurio en sus tejidos como la madurez sexual, sensibilidad a la estación, la calidad del agua y la contaminación ambiental (Havelková et al., 2008).

Las muestras de tejido de la especie marina fueron analizadas por el investigador. Se empleó un estándar certificado cuya denominación es Material de referencia DORM 4 Fish Protein Certified Reference Material for Trace Metals and other Constituents de la National Research Council de Canadá para la evaluación de la exactitud y reproducibilidad del análisis instrumental del mercurio total. El valor certificado de mercurio total es de 0,412 +/- 0,036 mg/kg, reportándose el valor promedio de los análisis desarrollados a la par con los análisis de las muestras de tejido en 94,27%, siendo un valor aceptable químicamente hablando, el comprendido entre el 85% y 115%. Con este patrón se asegura la calidad de los resultados instrumentales, tanto la repetibilidad como la reproducibilidad de los resultados analíticos.

## V. CONCLUSIONES

La especie marina Pintadilla (*Cheilodactylus variegatus* Valenciennes, 1833) recolectada en los Mercados Pesqueros Artesanales de Chorrillos y Ancón durante el periodo comprendido entre Setiembre 2018 a Marzo 2019 no presentó concentraciones de mercurio total superiores a los Niveles Máximos Permitidos por la OMS, Unión Europea y el SANIPES (0,5 mg/kg), tanto en el tejido muscular como en el tejido hepático, por tanto, su consumo por la población es aceptable y que no afecta a la salud.

La concentración de mercurio total en el tejido hepático es mayor a la concentración de mercurio total presente en el tejido muscular, en ambos puntos de recolección de la especie Pintadilla (*Cheilodactylus variegatus* Valenciennes, 1833)

La concentración de mercurio total presente en la especie marina Pintadilla (*Cheilodactylus variegatus* Valenciennes, 1833) recolectada en el punto de muestreo de Chorrillos (Mercado Pesquero Artesanal de Chorrillos) es mayor (tejido hepático y tejido muscular) a las recolectadas en el punto de muestreo de Ancón (Mercado Pesquero Artesanal de Ancón).

Se evidenció que existe una correlación positiva mediana entre la concentración de mercurio total en tejido muscular y la concentración de mercurio total en tejido hepático para ambos puntos de recolección de muestra, siendo para el punto de muestreo de Chorrillos  $r = 0,439$  y para el punto de muestreo de Ancón  $r = 0,321$ .

## VI. REFERENCIAS

- AMAP/UNEP. (2013). Technical Background Report for the Global Mercury Assessment 2013. In *Arctic Monitoring and Assessment Programme*. <https://www.amap.no/documents/download/3398/inline>
- Baêta, A. P., Kehrig, H. A., Malm, O., & Moreira, I. (2006). Total mercury and methylmercury in fish from a tropical estuary. *WIT Transactions on Biomedicine and Health*, 10, 183–192. <https://doi.org/10.2495/ETOX060181>
- Cajaleon Calixto, Consuelo Clotilde, Concepcion Motta, D. R. (2018). *DETERMINACION DE LA CONCENTRACION DE ARSENICO Y MERCURIO POR ESPECTROFOTOMETRIA DE ABSORCION ATOMICA EN PECES PROCEDENTES DEL MAR DE HUACHO Y CHORRILLOS* [UNIVERSIDAD INCA GARCILASO DE LA VEGA]. [http://repositorio.uigv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.11818/2678/TESIS\\_CONSUELO\\_CLOTILDE\\_CAJALEON\\_Y\\_DARVIN\\_ROLANDO\\_CONCEPCION.pdf](http://repositorio.uigv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.11818/2678/TESIS_CONSUELO_CLOTILDE_CAJALEON_Y_DARVIN_ROLANDO_CONCEPCION.pdf)
- Driscoll, C. T., Mason, R. P., Chan, H. M., Jacob, D. J., & Pirrone, N. (2013). Mercury as a global pollutant: Sources, pathways, and effects. In *Environmental Science and Technology* (Vol. 47, Issue 10, pp. 4967–4983). <https://doi.org/10.1021/es305071v>
- Espinoza, D., Falero, S. (2016). Niveles de mercurio, cadmio, plomo y arsénico en peces del río Tumbes y riesgos para salud humana por su consumo. *Revista Del Instituto de Investigación de La Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica*, 18(36). <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/iigeo/article/view/12016>
- EUROPOS BENDRIJŲ KOMISIJA. (2006). *EUR-Lex - 32006R1881 - EN - EUR-Lex*. Diario Oficial de La Unión Europea KOMISIJOS REGLAMENTAS (EB) Nr. 1881/2006 2006 m. Gruodžio 19 d. Nustatantis Didžiausias Leistinas Tam Tikrų Teršalų Maisto Produktuose Koncentracijas. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=celex%3A32006R1881>
- Fitzgerald, W. F., Lamborg, C. H., & Hammerschmidt, C. R. (2007). Marine biogeochemical cycling of mercury. In *Chemical Reviews* (Vol. 107, Issue 2, pp. 641–662). <https://doi.org/10.1021/cr050353m>
- Gonzales, A. (2012). PARÁMETROS BIOLÓGICO-PESQUEROS Y TALLA MÍNIMA DE CAPTURA DE *Cheilodactylus variegatus* Valenciennes FISHING. *Instituto Del Mar Del Perú-IMARPE*, 39(1-2), 53–60. <https://repositorio.imarpe.gob.pe/bitstream/20.500.12958/2207/1/Informe%20281-2%20298.pdf>
- Havelková, M., Dušek, L., Némethová, D., Poleszczuk, G., & Svobodová, Z. (2008). Comparison of mercury distribution between liver and muscle - A biomonitoring of fish from lightly and heavily contaminated localities. *Sensors*, 8(7), 4095–4109. <https://doi.org/10.3390/s8074095>
- Hurtado, R. (2010). *Determinacion De Mercurio Total En Higado Y Musculo De Tiburones Provenientes De Las Pesquerias De Sonora Y Sinaloa, Mexico*. 1–43. <https://intranetua.uantof.cl/crea/guia/moluscos.pdf>
- Llerena, T. y M. S. (2019). Concentración de mercurio en productos hidrobiológicos de mayor consumo en la población escolar de las Instituciones Educativas de Mollendo, Arequipa. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 1–43. <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/9116>
- McDaniel, W. (1991). *Method 200.3 Sample Preparation Procedure for Spectrochemical Determination of Total Recoverable Elements in Biological Tissues*. <https://nepis.epa.gov/Exe/ZyPDF.cgi/20017TYT.PDF?Dockey=20017TYT.PDF>
- Medina, M., Araya, M., & Vega, C. (2004). Alimentación y relaciones tróficas de peces costeros de la zona norte de Chile. *Investigaciones Marinas*, 32(1), 33–47. <https://doi.org/10.4067/s0717-71782004000100004>
- Moreno, M., & Flores, H. (2002). CONTENIDO ESTOMACAL DE CHEILODACTYLUS VARIEGATUS VALENCIENNES 1833, PINGUIPES CHILENSIS VALENCIENNES 1833 Y PROLATILUS JUGULARIS VALENCIENNES 1833 EN BAHIA DE LA HERRADURA, COQUIMBO, DURANTE PRIMAVERA DEL 2001. *Gayana (Concepción)*, 66(2), 213–217. <https://doi.org/10.4067/s0717-65382002000200017>
- Obrist, D., Kirk, J. L., Zhang, L., Sunderland, E. M., Jiskra, M., & Selin, N. E. (2018). A review of global environmental mercury processes in response to human and natural perturbations: Changes of emissions, climate, and land use. *Ambio*, 47(2), 116–140. <https://doi.org/10.1007/s13280-017-1004-9>
- OMS. (2017). El mercurio y la salud. In *Centro de Prensa*. Centro de prensa OMS. <https://www.who.int/es/news-room/factsheets/detail/mercury-and-health>
- Palma, Á. T., & Ojeda, F. P. (2002). Abundance, distribution and feeding patterns of a temperate reef fish in subtidal environments of the Chilean coast: The importance of understory algal turf. *Revista Chilena de Historia Natural*, 75(1), 189–200. <https://doi.org/10.4067/S0716-078X2002000100018>
- Pérez D'Angello, V. (2013). PECES DEL SUR DE CHILE Pablo Reyes L. & Mathias Hüne B. *Anales Del Instituto de La Patagonia*, 41(2), 123–123. <https://doi.org/10.4067/s0718-686x2013000200014>
- Rios Chamorro, S. (2020). *Las operaciones de manipuleo influyen en la contaminación del pescado fresco durante su desembarque en el puerto de Huacho - 2015* [Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, Huacho]. <http://repositorio.unjfsc.edu.pe/handle/UNJFSC/3854>
- SANIPES. (2016). Indicadores Sanitarios de Inocuidad y Calidad para los Productos Pesqueros y Acuicolas para Mercado Nacional y de Exportacion. *Resolución de Dirección*

- Ejecutiva N° 057-2016- Diario El Peruano*, 21. <https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/aprueban-manual-indicadores-sanitarios-y-de-inocuidad-para-resolucion-no-057-2016-sanipes-de-1396873-1/>
- USEPA. (1974). *USEPA METHOD 245.1 DETERMINATION OF MERCURY IN WATER BY COLD VAPOR ATOMIC ABSORPTION SPECTROMETRY*. <https://www.epa.gov/esam/epa-method-2451-determination-mercury-water-cold-vapor-atomic-absorption-spectrometry>
- Vargas, L., & Pequeño, G. (2001). Finding of the bilagai (Cheilodactylus variegatus Valenciennes, 1833), in Metri Bay, Chile (Osteichthyes: Cheilodactylidae). *Investigaciones Marinas*, 29(2). [https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0717-71782001000200004&lng=en&nrm=iso&tlng=en](https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-71782001000200004&lng=en&nrm=iso&tlng=en)
- Vinuesa, P. (2016). *Tema 8-Correlación: teoría y práctica R4biosciences*. <http://www.ccg.unam.mx/~vinuesa/>
- Volpedo, A. (2001). *Estudio de la morfometría de las sagittae en poblaciones de sciaenidos marinos de aguas cálidas del Perú y aguas templado-frías de Argentina* [Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina]. [http://digital.bl.fcen.uba.ar/Download/Tesis/Tesis\\_3334\\_Volpedo.pdf](http://digital.bl.fcen.uba.ar/Download/Tesis/Tesis_3334_Volpedo.pdf)
- WHO/FAO. (1995). Codex general standard for contaminants and toxins in food and feed. *Codex Standard, 193*, 1–48. [http://www.codexalimentarius.org/input/download/standards/17/CXS\\_193e2015.pdf](http://www.codexalimentarius.org/input/download/standards/17/CXS_193e2015.pdf)
- Zuñiga, O. R. (2002). *Guía de Biodiversidad No2. Macro Fauna y algas marinas. Crustáceos*. [https://intranetua.uantof.cl/crea/guia\\_moluscos.pdf](https://intranetua.uantof.cl/crea/guia_moluscos.pdf)