

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/357810513>

Lista sistemática de isópodos marinos del Perú, primer registro de *Isocladus bahamondei* Carvacho, 1997 (CRUSTACEA, PERACARIDA) y aportes de su ecología para la costa peruana System...

Article in *Investigaciones marinas* · January 2022

CITATION

1

READS

410

2 authors:



Jorge Gabriel Zuñiga Delgado

University of Havana

5 PUBLICATIONS 5 CITATIONS

SEE PROFILE



Eduardo Gabriel Torres-Conde

Universidad Nacional Autónoma de México

21 PUBLICATIONS 55 CITATIONS

SEE PROFILE

ARTICULO ORIGINAL

Lista sistemática de isópodos marinos del Perú, primer registro de *Isocladus bahamondei* Carvacho, 1997 (CRUSTACEA, PERACARIDA) y aportes de su ecología para la costa peruana

Jorge Gabriel Zúñiga Delgado^{1*}
Eduardo Gabriel Torres Conde¹
Juan Diego Hinojosa Miranda²

Systematic list of marine isopods of Peru, first record of *Isocladus bahamondei* Carvacho, 1997 (CRUSTACEA, PERACARIDA) and contributions of its ecology for the Peruvian coast

¹ Centro de Investigaciones Marinas,
Universidad de La Habana, Calle
16 No. 114, Playa, CP 11300,
Ciudad Habana, Cuba.

² Facultad de Ciencias Biológicas,
Ciudad Universitaria de San
Marcos, Calle Germán Amézaga
N° 375, Lima I, CP 15081,
Cercado de Lima, Perú.

* Autor para correspondencia:
jgzdjgzd@gmail.com

OPEN ACCESS

Distribuido bajo:
Creative Commons CC-BY 4.0

Editor:
Ana María Suárez
Centro de Investigaciones Marinas,
Universidad de La Habana.

Recibido: 13.04.2021

Aceptado: 18.08.2021

Resumen

Existe poco conocimiento sobre los estudios taxonómicos en los ecosistemas marinos del Perú, entre ellos los isópodos marinos son un grupo poco estudiado. El objetivo de esta investigación es actualizar el listado de isópodos marinos del Perú y presentar el nuevo registro de *Isocladus bahamondei* Carvacho, 1977. Se estudiaron tres playas: Tres Hermanas, Malecón Costero y Puerto Inglés. La recolección se realizó de forma manual en la zona mesolitoral con la utilización de un marco cuadrado de 25 x 25 cm. La playa que tuvo mayores valores de abundancia y biomasa de *I. bahamondei* fue Puerto Inglés (179 ind/m² y 1.45 g/m²). El mayor pico de esos valores se encontró entre los meses de agosto y septiembre (final de invierno y principios de primavera). En este trabajo se actualiza el listado sistemático de isópodos peruanos y se amplía el rango de distribución de *I. bahamondei* hacia el norte del ecosistema de Humboldt.

Palabras clave: Abundancia, biomasa, mesolitoral rocoso, Sphaeromatidae, taxonomía.

Abstract

There is little knowledge about taxonomic studies in the marine ecosystems of Peru, among them the marine isopods are a little studied group. The objective of this study is to update the list of marine isopods of Peru and present the new record of *Isocladus bahamondei* Carvacho, 1977. Three beaches were studied: Tres Hermanas, Malecón Costero and Puerto Inglés. The collection was carried out manually in the mesolittoral zone using a square frame of 25 x 25 cm. The beach with the highest abundance and biomass of *I. bahamondei* was Puerto Inglés (179 ind/m² and 1.45 g/m²). The highest abundance and density peaks were found between August and September (late winter

and early spring). In this work the systematic list of Peruvian isopods is updated and the distribution range of *I. bahamondei* is expanded towards the north of the Humboldt ecosystem.

Keywords: Abundance, biomass, rocky intertidal zone, Sphaeromatidae, taxonomy.

Introducción

Los estudios taxonómicos del ecosistema marino de Perú son escasos (Hooker *et al.*, 2005; Paredes *et al.*, 2008). El estado de conservación de la diversidad biológica marina en ese país se da a través de reservas nacionales y áreas naturales protegidas, a pesar de ello, aún se desconoce cuál es el estado y la dinámica de la diversidad biológica en estas áreas protegidas y muchas otras áreas en estado crítico y vulnerables (Uribe *et al.*, 2019). Lógicamente, menos se espera en áreas de libre acceso sin protección. Esto conlleva a gran desconocimiento sobre las especies presentes en diferentes tipos de hábitats, incluso en la zona litoral. Esta zona es de mayor acceso en comparación con otros entornos marinos y no se ha investigado adecuadamente en Perú.

La zona litoral alberga especies que forman grandes agregaciones limitadas a ciertos niveles mareales (Sepúlveda *et al.*, 2003). Un ejemplo es el extenso cinturón de mitílidos formado en la zona mesolitoral (Paredes y Tarazona, 1980), las esponjas en la zona mesolitoral e infralitoral (Frith, 1976), y las agregaciones de ascidias en fondos infralitorales someros y mesolitorales (Gutiérrez y Lay, 1965; Zamorano y Moreno, 1975; Fielding *et al.*, 1994; Sepúlveda, 2001). Estas especies formadoras de agregaciones son llamadas bioingenieros, debido a que forman microhábitats. En estos microhábitats los invertebrados pueden encontrar alimento y protección (Duffy and Hay, 1991; Sepúlveda *et al.*, 2003), facilitando la existencia de un mayor número de organismos con los cuales viven asociados.

Las localidades de Puerto Inglés, Tres Hermanas y Malecón Costero son de origen rocoso y se encuentran protegidas del oleaje por formaciones rocosas que las rodean, lo cual les confiere características particulares, ya que permiten el asentamiento de formas de vida que buscan resguardarse de la energía de las olas. Este nuevo registro corresponde con especies que buscan este tipo de protección, lo cual sugiere la importancia de estudiar y proteger estos ecosistemas, debido a la presencia de los bioingenieros con función de microhábitats de preferencia para diversos organismos bentónicos.

Este trabajo tiene como principal objetivo contribuir al conocimiento taxonómico de los ecosistemas costeros de Perú, al agregar un nuevo registro de isópodo a las anteriormente registradas.

Materiales y métodos

Área de estudio:

Los muestreos fueron realizados durante seis meses entre abril y septiembre, sobre tres organismos bioingenieros: discos adherentes de *Lessonia nigrescens* Bory de Saint-Vincent 1826, arrecifes de *Phragmatopoma virginii* Kinberg, 1866 y agregaciones de *Perumytilus purpuratus* (Lamarck, 1819), en el mesolitoral rocoso de la Bahía de Ilo en las localidades de Puerto Inglés (17°39'49.17"S-71°21'28.18"W), Tres Hermanas (17°39'30.24"S-71°21'20.29"W) y Malecón Costero (17°38'10.79"S - 71°20'30.08"W) ubicadas al sur de Perú (Fig. 1). Estas tres playas de sustrato rocoso son localidades de libre de acceso sin protección por el estado, están expuestas a la sobrepesca y el ecosistema de mayor predominancia son los bosques de macroalgas (Escudero *et al.*, 2020). Tres Hermanas y Malecón Costero se encuentran rodeadas por el área urbana y son afectadas por la contaminación antrópica por aguas albañales (Obregón, 2012; Neyra y Yucra, 2017) y vertimientos de hidrocarburos (Neyra y Yucra, 2017), mientras que Puerto Inglés se encuentra más alejada, ubicada a 1.3 km del área urbana.

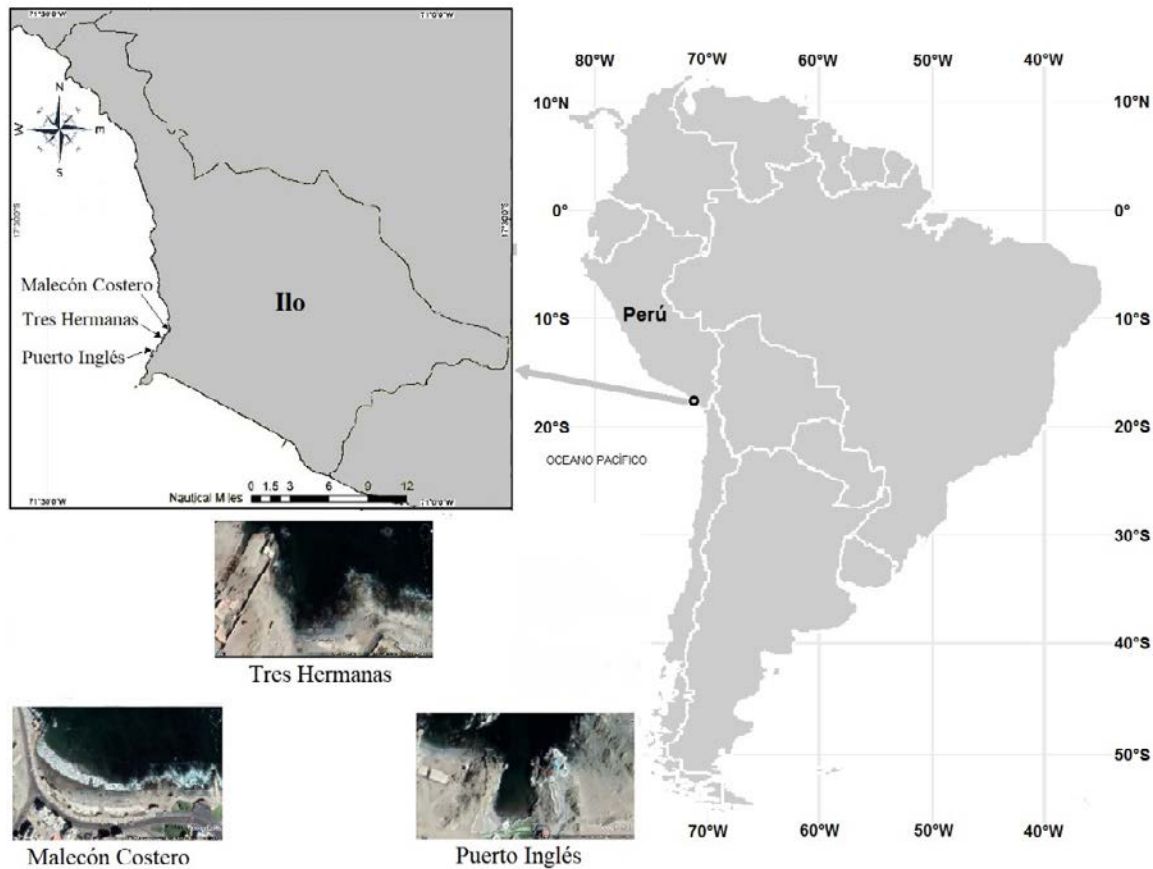


Fig. 1. Área de estudio.

Toma de datos y análisis de muestras:

La recolecta se realizó de forma manual en la zona mesolitoral. Se utilizó la metodología del marco cuadrado de 25 x 25 cm. Las muestras obtenidas fueron llevadas al laboratorio, donde se procedió al lavado y filtrado con un tamiz de 500 micras para separar al macrozoobentos de los sedimentos. La fijación de los organismos fue realizada con alcohol al 70% y fueron identificados con la ayuda de un estereoscopio de 45 aumentos marca Labor-Tech.

Los especímenes que fueron enviados a la Colección de Zoología Acuática (CZA), del Laboratorio de Biología Marina de la Universidad Peruana Cayetano Heredia, correspondieron con seis organismos machos adultos y fueron

depositados con el número de colecta CZA-AR-75 y CZA-AR-76.

Para la determinación de los taxones se siguió la literatura especializada de Menzies (1962), Carvacho (1997) y Goyeneche (2011). Para la lista taxonómica se consultó la base de datos World Register of Marine Species (WoRMS) y World Register of Deep-Sea Species (WoRDSS).

La abundancia y la biomasa se calcularon utilizando la metodología del marco cuadrado de 25 x 25 cm, y los resultados se extrapolaron a número de individuos por metro cuadrado y gramos por metro cuadrado. Para el pesado, se utilizó una báscula digital de dos decimales. Los datos por mes y por playa fueron representados en gráficos utilizando Microsoft Office Excel 2010.

Resultados

Superorden: Peracarida Calman 1904
 Orden: Isopoda Latreille, 1817
 Suborden: Sphaeromatidea Wagele, 1989
 Superfamilia: Sphaeromatoidea Latreille, 1825
 Familia: Sphaeromatidae Latreille, 1825
 Género: *Isocladus* Miers, 1876
 Especie: *Isocladus bahamondei* Carvacho, 1997

Diagnosis. El macho adulto tiene el cuerpo 2.1 veces más largo que ancho. El ancho máximo del cuerpo está en el séptimo pereonito (Fig. 2D), cuyo borde posterior presenta dos dentículos o tubérculos a cada lado de la espina central. Esta espina es grande, aguda y recta, y se estrecha en un extremo afilado y simple, alcanzando 4/5 del telson (Fig. 2 A y D). En cada par de tubérculos el externo es ligeramente más pequeño que el interno (Fig. 2 C). La cabeza tiene una expansión mediana anterior que separa la base de las antenas y entra en contacto con el epistoma (Fig. 2 B). El pleotelson está formado por cuatro segmentos y presenta las dos últimas suturas

incompletas. El telson es triangular, con un extremo distal redondeado y una superficie notablemente tuberculosa. En adición, este tiene bordes casi rectos que forman un ángulo de aproximadamente 75°. La característica más general que distingue los sexos, es la ausencia de tubérculos en el borde posterior del séptimo pereonito de la hembra. La hembra no difiere mucho de los juveniles y los machos jóvenes se pueden distinguir por el desarrollo gradual en cuanto a los dentículos. Los pleópodos IV y V presentan exópodos pelúcidos y delgados, endópodos gruesos y carnosos, con profundos pliegues transversales.

Distribución: Chile, Perú, Reino Marino de Sudamérica Templada.

Hábitat: En el presente estudio se encontró en el mesolitoral rocoso asociado a arrecifes de *P. virgini*.

Material examinado: Seis ejemplares machos adultos, colectados en Puerto Inglés (17°39'49.17"S - 71°21'28.18"W), Tres Hermanas (17°39'30.24"S - 71°21'20.29"W) y Malecón Costero (17°38'10.79"S - 71°20' 30.08"W) de la Bahía de Ilo-Perú. Colector: J. G. Zúñiga; Fecha: 01.10.2020

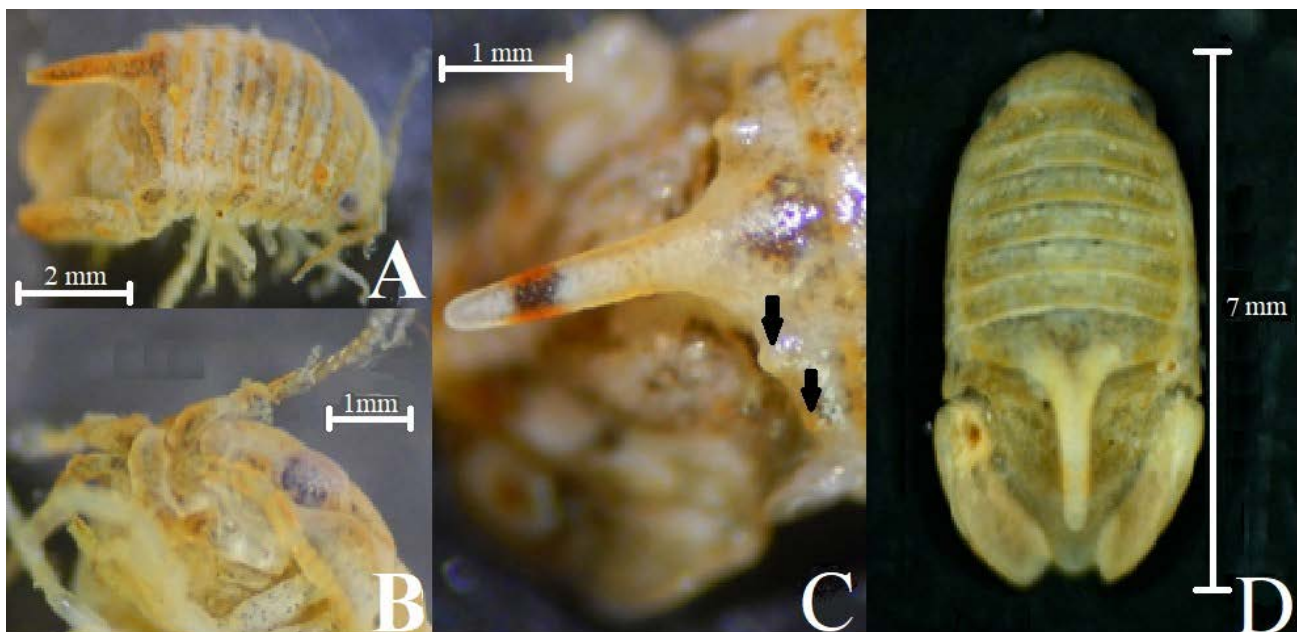


Fig. 2. A) Vista lateral de un macho adulto de *Isocladus bahamondei* Carvacho, 1977, B) Vista latero ventral de la cabeza donde se aprecia el epistoma que separa la base de las antenas, C) Vista de la espina central y los 2 pares de tubérculos del séptimo pereonito y D) Vista dorsal de macho adulto de *I. bahamondei*.

Listado actualizado de especies de isópodos para la costa peruana

Phylum: Arthropoda Von Siebold, 1848

Subphylum: Crustacea Brünnich, 1772

Superclase: Multicrustacea Multicrustacea Regier, Shultz, Zwick, Hussey, Ball, Wetzer, Martin & Cunningham, 2010

Clase: Malacostraca Latreille, 1802

Subclase: Eumalacostraca

Superorden: Peracarida Calman, 1904

Orden: Isopoda Latreille, 1817

Suborden: Cymothoidea Wägele, 1989

Superfamilia: Cymothooidea Leach, 1814

Familia: Cymothoidae Leach, 1818

Género: *Cymothoa* Fabricius, 1793Especie: *Cymothoa oestrum* (Linnaeus, 1758)Género: *Ceratothoa* Dana, 1852Especie: *Ceratothoa gaudichaudii* (H. Milne Edwards, 1840)Género: *Anilocra* Leach, 1818Especie: *Anilocra laevis* Miers, 1878Especie: *Anilocra laticauda* H. Milne-Edwards, 1840 (nomen dubium)Especie: *Anilocra huacho* Rokicki, 1984Género: *Asotana* Schioedte & Meinert, 1881Especie: *Asotana formosa* Schioedte & Meinert, 1881Género: *Nerocila* Leach, 1818Especie: *Nerocila acuminata* Schiödte & Meinert, 1881Género: *Elthusa* Schioedte & Meinert, 1884Especie: *Elthusa californica* (Schioedte & Meinert, 1884)Género: *Smenispa* Ozdikmen, 2009Especie: *Smenispa convexa* (Richardson, 1905)

Familia: Aegidae White, 1850

Género: *Aegiochus* Bovallius, 1885Especie: *Aegiochus plebeia* (Hansen, 1897)

Familia: Cirolanidae Dana, 1852

Género: *Natatolana* Bruce, 1981Especie: *Natatolana californiensis* (Schultz, 1966)Especie: *Natatolana natalis* (Menzies & George, 1972)

Familia: Gathiidae Leach, 1814

Género: *Gnathia* Leach, 1814Especie: *Gnathia incana* Menzies & George, 1972Especie: *Gnathia lacunacapitalis* Menzies & George, 1972

Superfamilia: Anthuroidea Leach, 1914

- Familia: Paranthuridae Menzies & Glynn, 1968
 Género: *Paranthura* Bate & Westwood, 1866
 Especie: *Paranthura porteri* (Boone, 1920)
- Infraorden: Epicaridea Latreille, 1825
 Superfamilia: Bopyroidea Rafinesque, 1815
 Familia: Bopyridae Rafinesque, 1815
 Subfamilia: Pseudioninae Codreanu, 1967
 Género: *Orbimorphus* Richardson, 1910
 Especie: *Orbimorphus constrictus* Richardson, 1910
- Suborden: Sphaeromatidea Wägele, 1989
 Superfamilia: Sphaeromatoidea Latreille, 1825
 Familia: Sphaeromatidae Latreille, 1825
 Género: *Sphaeroma* Bosc, 1801
 Especie: *Sphaeroma peruvianum* Richardson, 1910
 Especie: *Sphaeroma laevigatum* Philippi
 Especie: *Sphaeroma propinqua* Nicolet, 1849
 Especie: *Sphaeroma gayi* Nicolet, 1849
 Género: *Exosphaeroma* Stebbing, 1900
 Especie: *Exosphaeroma gigas* (Leach, 1818)
 Especie: *Exosphaeroma lanceolatum* (White, 1843)
 Género: *Cymodocella* Pfeffer, 1887
 Especie: *Cymodocella foveolata* Menzies, 1962
 Género: *Ischyromene* Racovitza, 1908
 Especie: *Ischyromene tuberculata* (Menzies, 1962)
 Género: *Amphoroidea* H. Milne Edwards, 1840
 Especie: *Amphoroidea typa* H. Milne Edwards, 1840
 Género: *Paradella bakeri* (Menzies, 1962)
 Especie: *Paradella bakeri* (Menzies, 1962)
 Género: *Pseudosphaeroma* Chilton, 1909
 Especie: *Pseudosphaeroma lundae* (Menzies, 1962)
 Género: *Isocladus* Miers, 1876
 Especie: *Isocladus bahamondei* Carvacho, 1997
- Suborden: Asellota Latreille, 1802
 Superfamilia: Janiroidea G. O. Sars, 1897
 Familia: Janiridae G. O. Sars, 1897
 Género: *Neojaera* Nordenstam, 1933
 Especie: *Neojaera elongatus* Menzies, 1962
 Género: *Ianiropsis* G. O. Sars, 1897
 Especie: *Ianiropsis tridens* Menzies, 1952
 Familia: Joeropsididae Nordenstam, 1933

Género: *Joeropsis* Koehler, 1885
 Especie: *Joeropsis bidens* Menzies, 1962
 Familia: Munnidae G. O. Sars, 1897
 Género: *Uromunna* Menzies, 1962
 Especie: *Uromunna nana* (Nordenstam, 1933)
 Suborden: Valvifera G. O. Sars, 1883
 Familia: Holognathidae Thomsom, 1904
 Género: *Cleantis* Dana, 1849
 Especie: *Cleantis chilensis* Menzies, 1962

Comentarios sobre la ecología de *I. bahamondei* en Perú

Los promedios de las variaciones de abundancia y biomasa de *I. bahamondei*, entre los tres bioingenieros de las tres localidades de estudio, mostraron mayores valores en asociación con *P. virginii* (304 ind/m² y 2.64 g/m²). Por el contrario, fueron muy escasas con agregaciones de *P. purpuratus* (2 ind/m² y 0.02 g/m²) y nulos en discos de *L. nigrescens* (Fig. 3). Para conocer si había diferencias significativas, primero se comprobó la normalidad de los datos (Shapiro-Wilk Test, $n = 54$, $W = 0.43636$, $p\text{-value} = 4.291e-13$) y al no cumplir con la premisa de

normalidad, se realizó la prueba Kruskal-Wallis, la cual indicó la presencia de diferencias significativas entre las poblaciones de *I. bahamondei* asociadas a los tres bioingenieros ($n=54$ $W = 0.43636$, $p\text{-value} = 3.009e-10$). Posteriormente se realizó la prueba de comparaciones múltiples pares de medias Pairwise Wilcoxon Test ($L. nigrescens/P. virginii = 5.3e-07$; $L. nigrescens/P. purpuratus = 1$; $P. virginii/P. purpuratus = 1.4e-06$), hallándose diferencias significativas solo en las comparaciones donde estuvieron incluidas las poblaciones asociadas a *P. virginii*. La playa que tuvo mayores valores de abundancia y biomasa de *I. bahamondei* fue Puerto Inglés

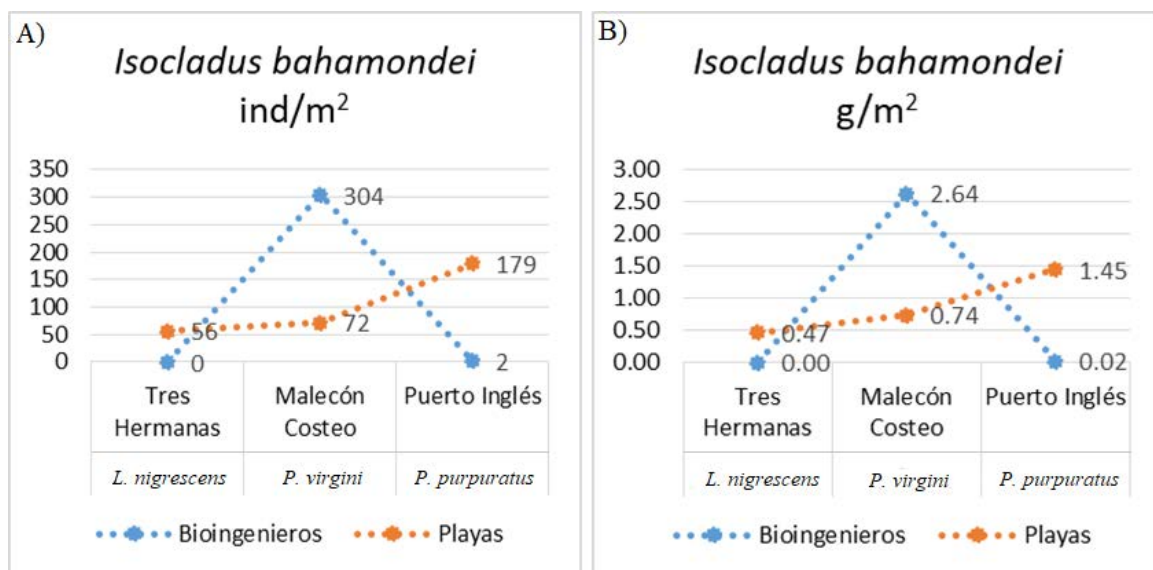


Fig. 3. Abundancias y biomasa promedio de *I. bahamondei* asociadas a los bioingenieros *L. nigrescens*, *P. virginii* y *P. purpuratus* en las localidades de Tres Hermanas, Malecón Costero y Puerto Inglés

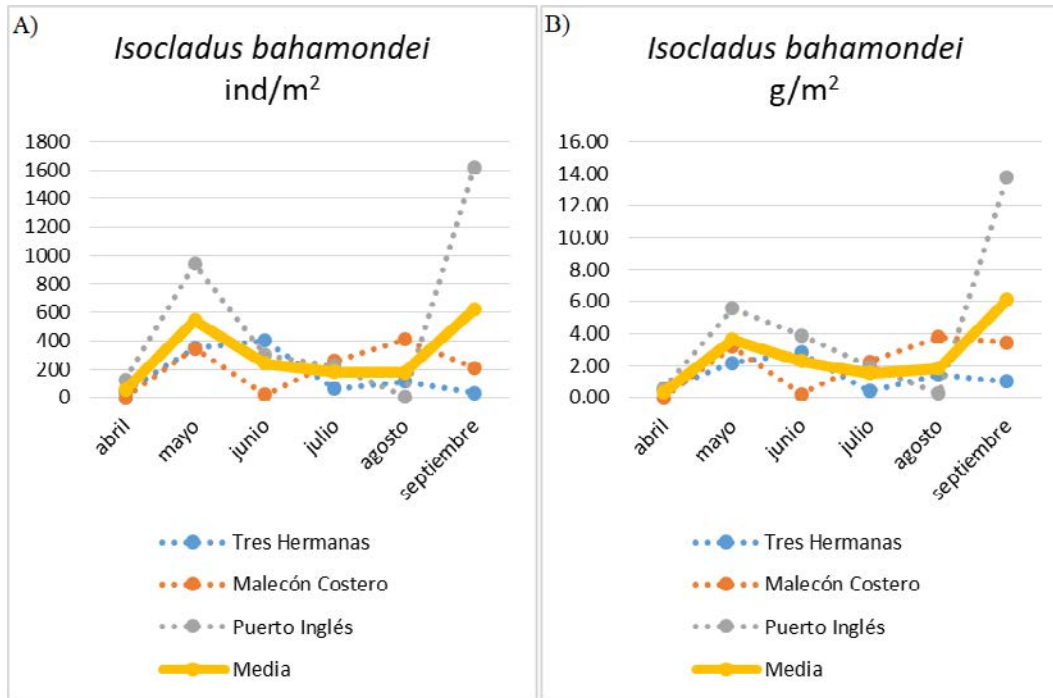


Fig. 4. Abundancias y biomásas promedio de *I. bahamondei* asociado a *P. virgini* en la localidad Puerto Inglés durante los seis meses de estudio.

(179 ind/m² y 1.45 g/m²), seguida de Malecón Costero (72 ind/m² y 0.74 g/m²) y, finalmente, la playa de Tres Hermanas (56 ind/m² y 0.47 g/m²) con los menores valores (Fig. 3).

Las abundancias y biomásas de *I. bahamondei* en arrecifes de *P. virgini*, entre los meses de abril a mayo, variaron mostrando dos picos. El menor estuvo entre los meses de abril y junio, que corresponde con la estación de otoño, y el mayor entre los meses de agosto y septiembre, que corresponde con el final de la estación de invierno e inicios de primavera. Estos picos fueron más definidos en la playa de Puerto Inglés (Fig. 4, Tabla 2).

Discusión

Otra especie cercana del mismo género es *Isocladus calcareus* (Dana, 1853) que se encuentra en las costas de Chile (González *et al.*, 2008), tiene una amplia distribución en el hemisferio sur, ya que se ha registrado para Nueva Zelanda, Islas Auckland, Chatham, Gough y Malvinas

(Hurley and Jansen, 1977). Esta especie aún no fue registrada para el Perú. Los machos maduros de *I. calcareus* presentan en el séptimo pereonito una espina de aproximadamente la mitad de la longitud del pleotelson, que se estrecha hacia el ápice redondeado (Hurley and Jansen, 1977), al igual que *I. bahamondei*. La principal diferencia entre estas especies consiste en que *I. bahamondei* presenta dos tubérculos a cada lado de la espina del séptimo pereonito, a diferencia de *I. calcareus*, que carece de dichos tubérculos. En cuanto al hábitat *I. calcareus*, se encuentra con mayor frecuencia en las zonas mesolitorales e infralitorales someras asociado con algas, debajo de cantos rodados y en charcos de marea, más frecuentemente en localidades protegidas. La máxima profundidad en la que fue hallada en el infralitoral se dio a 30 m en playas de sustrato arenoso grueso (Poore, 1981). Por otro lado, *I. bahamondei* fue encontrado en la zona mesolitoral, asociado a arrecifes formados por colonias del poliqueto *P. virgini*, en guijarros cubiertos de *Ulva* sp. y sobre sustrato

arenoso y conchas (Carvacho, 1997). Goyeneche (2011) indica que se encuentra en el mesolitoral, en playas rocosas expuestas y protegidas, también en playas de arenas finas en Bahía de Ancud (Chiloé) y sobre fondo sedimentario y rocoso. De manera similar, en *I. calcareus* e *I. bahamondei* los machos adultos pueden identificarse fácilmente, pero las hembras y los juveniles se determinan con menos facilidad (Poore, 1981; Carvacho, 1997).

La distribución de *I. bahamondei*, anteriormente, fue solo conocida en Chile desde 08'S 74° 03'W (Costa oeste de la isla de Chiloé 43°) a 36° 38'S 73° 05'W (Lirquén -Bahía de Concepción) (Carvacho, 1997). González *et al.* (2008) la ubicaron puntualmente en desde 30° hasta 34° y desde 40° hasta 44° en Chile. Espinoza *et al.* (2009) la consideraron endémica para Chile, distribuida desde 19°S hasta 52°S. Goyeneche (2011) la ubicó en 45°39' S; 73°52' W (Archipiélago de los Chonos), 43°08' S; 74°03' W (costa oeste de Chiloé) y 36°38' S; 73°05' W (Lirquén - Bahía de Concepción). Esta especie no debería ser considerada endémica para Chile, debido a que la presente investigación registra y confirma su presencia en el Perú, además, según Worms, también se encuentra en el Reino Marino de Sudamérica Templada (Spalding *et al.* 2007). En cuanto al hábitat, de manera similar a lo indicado por Carvacho (1997) esta especie fue encontrada en el mesolitoral asociada a *P. virgini*.

Los arrecifes de *P. virgini* habitualmente solo son considerados como hábitat de especies que buscan alimento y protección (Duffy and Hay, 1991; Zamorano, 2000; Sepúlveda *et al.*, 2003) durante una etapa de su vida. Según los resultados de la presente investigación, también deberían ser considerados como hábitat de especies cuyas poblaciones cierran su ciclo de vida. Esto es debido a algunas especies que además de habitar y alimentarse en los arrecifes de *P. virgini*, también realizan la reproducción dentro de estos micro hábitats. Como ejemplos podríamos tener en cuenta organismos con reproducción directa, entre ellos los peracáridos, como el isópodo *I. bahamondei* que no presenta estadio de vida

larvaria pelágica, debido a que cuenta con desarrollo directo de las crías en el marsupio de la hembra. Por lo tanto, al presentarse estas características reproductivas en *I. bahamondei*, podría sugerirse que existe un menor flujo genético entre poblaciones (Cárdenas *et al.*, 2009; Kelly and Palumbi, 2010; Sánchez *et al.*, 2011). Por este motivo, sería adecuado realizar estudios del potencial de dispersión y conectividad poblacional.

En la presente investigación, se pudo apreciar que *I. bahamondei* mostró preferencia de hábitat por arrecifes de *P. virgini*, debido a que se encontró casi su total población en este bioingeniero, siendo muy escasa en asociación a *P. purpuratus* y nula en asociación a *L. nigrescens*. Estos resultados fueron corroborados al hallar diferencias significativas entre la distribución de las poblaciones de *I. bahamondei* entre los tres bioingenieros. Este hecho coincide con lo indicado por Carvacho (1997), que también encontró esta especie asociada a arrecifes de *P. virgini* entre Chiloé y Lirquén (Bahía de Concepción) en Chile. Por otro lado, Goyeneche (2011), en su estudio realizado en tres localidades del estuario del río Valdivia en Chile, encontró mayores abundancias de *I. bahamondei* en la localidad más expuesta al ambiente marino, la cual fue San Carlos con 119 ind/m² en sustrato sedimentario y 10 ind/m² en sustrato rocoso. Esto pudiera sugerir que *I. bahamondei*, en la localidad de San Carlos, tiene preferencia de hábitat por el sustrato sedimentario. Por el contrario, en el presente estudio fue hallada principalmente asociada a arrecifes de *P. virgini*, encontrándose la mayor abundancia durante el mes de septiembre, en la localidad de Puerto Inglés con 1615 ind/m². Además, cabe señalar que en esta misma localidad Zúñiga *et al.* (2020) no encontraron a individuos de *I. bahamondei* en sustrato arenoso, lo cual podría sugerir que *I. bahamondei* tiene mayor preferencia por habitar arrecifes de *P. virgini* que otros tipos de bioingenieros y sustratos. Esta preferencia de micro hábitat de *I. bahamondei* por arrecifes de *P. virgini* indica la importancia ecológica de este bioingeniero.

En cuanto a la abundancia *I. bahamondei* en arrecifes de *P. virgini*, durante el tiempo de muestreo de la

presente investigación, varió mostrando dos picos, el menor entre los meses de abril y junio, que corresponde con la estación de otoño, y el pico mayor entre los meses de agosto y septiembre, que corresponde con el final de la estación de invierno e inicios de primavera. Esto coincide con los resultados de Goyeneche (2011), indicando que durante las estaciones de otoño e invierno los meses con mayores abundancias fueron a partir de septiembre, cercanos al fin del invierno y comienzos de primavera.

Entre las tres localidades estudiadas, Puerto Inglés tuvo los mayores valores de abundancia y biomasa de *I. bahamondei*. Quizás esto se corresponda con el hecho de que es la playa con menor grado de contaminación antrópica (Obregón, 2012). Esto debido a que de las tres localidades estudiadas es la más alejada del área urbana e industrial, no siendo este mismo caso para las playas de Tres Hermanas y Malecón Costero, ubicadas en el área urbano industrial. Esto conlleva a la descarga de aguas de albañales clandestinos (Neyra y Yucra, 2017), hecho que se evidencia por la abundante presencia de algas de los géneros *Ulva* Linnaeus, 1753 y *Chaetomorpha* Kutzing, 1845, consideradas como indicadoras de contaminación antrópica por aguas eutrofizadas (Páez, 2000; O'Shanahan *et al.*, 2003; Zbikowski *et al.*, 2007), además de la contaminación industrial, ocasionada por el Terminal Portuario de la empresa minera de Southern Peru Coper Corporation (ubicada en la localidad de Tres Hermanas) y los esporádicos derrames de hidrocarburos provenientes de embarcaciones del terminal pesquero y de la industria petrolera ligada al Terminal de Petro Perú (ubicado en la localidad de Malecón Costero) (Neyra y Yucra, 2017). Por otro lado, todo el litoral de Ilo, incluidas las tres localidades del presente estudio, desde hace varios años están expuestas a la sobrepesca por parte de pescadores recolectores de orilla y buzos a compresora, como lo corroboran las publicaciones de Rabí y Quiroz (1995), Quiroz *et al.* (1997), Tejada *et al.* (2017) y Tejada *et al.* (2019). Sin embargo, las playas de Puerto Inglés y Tres Hermanas

son más propensas a la extracción ilegal de bosques de macroalgas (*Lessonia nigrescens* Bory de Saint-Vincent, 1826 y *Lessonia trabeculata* Villouta & Santelices, 1986), debido a la presencia de acantilados rocosos y edificaciones en sus alrededores, como en el caso de Puerto Inglés, donde se ubica una edificación industrial abandonada hace muchos años, y en el caso de Tres Hermanas se encuentra la edificación industrial en uso con acceso restringido del Terminal Portuario de la empresa minera de Southern Peru Coper Corporation. Estas características ocultan y dificultan el acceso a estas localidades por parte de los inspectores del ministerio de producción, evitando la rápida vigilancia, no siendo el caso de la localidad de Malecón Costero que se encuentra en medio del área urbana y muy próxima a los centros encargados de la vigilancia de los recursos pesqueros.

Teniendo en cuenta que durante el presente estudio *I. bahamondei*, a pesar de haberse encontrado en localidades de libre acceso con sobrepesca, es una especie que carece de interés comercial con preferencia de micro hábitat por el bioingeniero *P. virgini*, que también carece de interés comercial, en este sentido *I. bahamondei* no sufre de manera directa los efectos de la sobrepesca, y esto da la posibilidad de que este isópodo sea más sensible a alteraciones por contaminación ambiental (enriquecimiento de nutrientes de origen antrópico por aguas de albañales) que a alteraciones por sobrepesca. Por tal razón, *I. bahamondei* presentó mayores abundancias y biomasas en Puerto Inglés, localidad con menor contaminación antrópica, a diferencia de las demás localidades estudiadas. No obstante, se necesitan más estudios para corroborarlo.

Son pocos los listados taxonómicos de isópodos marinos del Perú, entre ellos están los realizados por Menzies (1962) y Del Solar *et al.* (1970), donde en conjunto mencionan 22 especies de isópodos marinos registrados en Perú. Posteriormente, Menzies y George (1972) describen dos especies del género *Gnathia* encontrados frente a Perú en la fosa peruano-chilena. Nuevos registros

Tabla 1. Referencias de autores que indican los registros de isópodos en Perú

TAXON	REFERENCIA
Suborden: Cymothoida Wägele, 1989	
<i>Cymothoa oestrum</i> (Linnaeus, 1758)	Menzies, 1962., Del Solar <i>et al.</i> 1970.
<i>Ceratothoa gaudichaudii</i> (H. Milne Edwards, 1840)	Menzies, 1962., Del Solar <i>et al.</i> 1970., Brusca 1981.
<i>Anilocra laevis</i> Miers, 1878	Menzies, 1962., Del Solar <i>et al.</i> 1970., Brusca 1981.
<i>Anilocra laticauda</i> H. Milne-Edwards, 1840	Brusca, 1981., Coventry, 1944., Miers 1877.
<i>Anilocra huacho</i> Rokicki, 1984	Thatcher, 2002.
<i>Asotana formosa</i> Schioedte & Meinert, 1881	Menzies, 1962., Del Solar <i>et al.</i> 1970.
<i>Nerocila acuminata</i> Schiödte & Meinert, 1881	Brusca, 1981.
<i>Elthusa californica</i> (Schioedte & Meinert, 1884)	Brusca <i>et al.</i> 2001., Espinosa y Hendrickx, 2006.
<i>Smenispa convexa</i> (Richardson, 1905)	Luque <i>et al.</i> 2016.
<i>Aegiochus plebeia</i> (Hansen, 1897)	Brusca & Iverson, 1985.
<i>Natatolana californiensis</i> (Schultz, 1966)	Brusca & Ninos, 1978., Menzies & George, 1972.
<i>Natatolana natalis</i> (Menzies & George, 1972)	Keable, 2006.
<i>Gnathia incana</i> Menzies & George, 1972	Poore, 1994.
<i>Gnathia lacunacapitalis</i> Menzies & George, 1972	Poore, 1994.
<i>Paranthura porteri</i> (Boone, 1920)	Del Solar <i>et al.</i> 1970.
<i>Orbimorphus constrictus</i> Richardson, 1910	Richardson, 1910., Menzies, 1962., Del Solar <i>et al.</i> 1970.
Suborden: Sphaeromatidea Wägele, 1989	
<i>Sphaeroma peruvianum</i> Richardson, 1910	Richardson, 1910., Menzies, 1962., Del Solar <i>et al.</i> 1970., Brusca & Iverson, 1985.
<i>Sphaeroma laevigatum</i> Philippi	Menzies, 1962., Del Solar <i>et al.</i> 1970.
<i>Sphaeroma propinqua</i> Nicolet, 1849	Menzies, 1962., Del Solar <i>et al.</i> 1970.
<i>Sphaeroma gayi</i> Nicolet, 1849	Menzies, 1962., Del Solar <i>et al.</i> 1970.
<i>Exosphaeroma gigas</i> (Leach, 1818)	Menzies, 1962., Del Solar <i>et al.</i> 1970.
<i>Exosphaeroma lanceolatum</i> (White, 1843)	Menzies, 1962., Del Solar <i>et al.</i> 1970.
<i>Cymodocella foveolata</i> Menzies, 1962	Del Solar <i>et al.</i> 1970.
<i>Ischyromene tuberculata</i> (Menzies, 1962)	Del Solar <i>et al.</i> 1970.
<i>Amphoroidea typa</i> H. Milne Edwards, 1840	Del Solar <i>et al.</i> 1970.
<i>Paradella bakeri</i> (Menzies, 1962)	Del Solar <i>et al.</i> 1970.
<i>Pseudosphaeroma lundae</i> (Menzies, 1962)	Del Solar <i>et al.</i> 1970.
<i>Isocladus bahamondei</i> Carvacho, 1997	Presente estudio
Suborden: Asellota Latreille, 1802	
<i>Neojaera elongatus</i> Menzies, 1962	Del Solar <i>et al.</i> 1970.
<i>Ianiropsis tridens</i> Menzies, 1952	Del Solar <i>et al.</i> 1970.
<i>Joeropsis bidens</i> Menzies, 1962	Del Solar <i>et al.</i> 1970.
<i>Uromunna nana</i> (Nordenstam, 1933)	Del Solar <i>et al.</i> 1970.
Suborden: Valvifera G. O. Sars, 1883	
<i>Cleantis chilensis</i> Menzies, 1962	Del Solar <i>et al.</i> 1970.

Tabla 2. Abundancia (Ab: ind/m²) y biomasa (BM: g/m²) de *I. bahamondei* asociado a arrecifes de *P. virgini* durante los meses de abril a setiembre en tres localidades de estudio.

Localidades	abril		mayo		junio		julio		agosto		setiembre	
	Ab	BM	Ab	BM	Ab	BM	Ab	BM	Ab	BM	Ab	BM
Tres Hermanas	45	0.51	349	2.18	400	2.80	65	0.44	116	1.45	34	1.03
Malecón Costero	0	0	347	3.20	22	0.22	256	2.24	409	3.81	213	3.47
Puerto Inglés	127	0.56	942	5.60	300	3.90	225	1.96	9	0.28	1615	13.82
Media	57	0.36	546	3.66	241	2.31	182	1.55	178	1.85	621	6.10

aislados de pocas especies en diferentes publicaciones como las de Brusca y Ninos (1978); Brusca (1981), Brusca e Iverson (1985), Brusca *et al.* (2001), Thatcher (2002), Espinosa y Hendrickx (2006), Keable (2006) y Luque *et al.* (2016) (Tabla 1), incrementaron el número de especies de isópodos registrados. Si se suman estos registros al recientemente hallado de *I. bahamondei*, en el presente estudio se llegaría a 33 especies de isópodos marinos registrados para el Perú. Este sería un número muy por debajo al hallado en Chile con 158 especies de isópodos marinos (González, 2008). Sin embargo, el patrón de riqueza específica mencionado por González *et al.* (2008), el cual sostiene que la riqueza de crustáceos peracáridos aumenta hacia latitudes mayores, podría justificar en parte la poca riqueza de especies de isópodos para el Perú, a comparación de Chile, ubicado en mayores latitudes. Pero teniendo en cuenta la poca investigación científica realizada en Perú, sigue siendo válido el comentario de Menzies (1962): “Esta lista probablemente está muy por debajo de la representación real e indica claramente la insuficiencia de nuestro conocimiento con respecto a la fauna de isópodos marinos de Perú”.

Contribución de autores

“Concepción, investigación, búsqueda de bibliografía, metodología, estadística, visualización, elaboración de gráficos, conceptualización, redacción borrador-revisión y edición JGZD. Validación de la estadística y revisión final EGTC. Revisión final JDHM”

Agradecimientos

A Francy Aleida Pérez Velasco por el gran apoyo y a Yuri Hooker Mantilla por aceptar las muestras en la Colección de Zoología Acuática (CZA) del laboratorio de Biología Marina de la Universidad Peruana Cayetano Heredia.

Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existen conflictos de intereses.

Referencias

- Brusca, R. (1981). A monograph on the Isopoda Cymothoidae (Crustacea) of the Eastern Pacific. *Zool J Linn Soc.*, 73 (2), 117-199.
- Brusca, R., Coelho, V., Taiti, S. (2001). *A guide to the coastal isopods of California*. Electronic publication: http://tolweb.org/notes/?note_id=304
- Brusca, R., Iverson E. (1985). A Guide to the Marine Isopod Crustacea of Pacific Costa Rica. *Rev Biol Trop.*, 33 (1).
- Brusca, R., Ninos, M. (1978). The status of *Cirolana californiensis* Schultz, and *C. deminuta* Menzies and George, with a key to the California species of *Cirolana* (Isopoda: Cirolanidae). *Proc Biol Soc Wash.*, 91(2), 379-385.
- Cárdenas, L., Castilla, J., Virad, F. (2009). A phylogeographical analysis across three biogeographical provinces of the south-eastern Pacific: the case of the marine gastropod *Concholepas concholepas*. *J Biogeogr.*, 36, 969-981.
- Carvacho, A. (1997). "*Isocladus Bahamondei*, espèce nouvelle de Sphaeromatidae de la côte sud du Chili (Isopoda)." *Crustac Int J Crustac Res.*, 70(1), 61-67.

- Coventry, G. (1944). Results of the 5th George Expedition (1941). Crustacea., *Proc Acad Nat Sci Phila*, 6, 531-544.
- Del Solar, E., Blancas, S., Mayta, L. (1970). *Catálogo de crustáceos del Perú*. Imprenta Miranda. Lima.
- Duffy, J., Hay, M. (1991). Food and shelter as determinants of food choice by an herbivorous amphipod. *Ecology (USA)*, 72, 1286-1298.
- Escudero, L., Xu, H., Atiquipa, J., Velaochaga, G. (2020). Mapeo de la distribución de la macroalga *Lessonia nigrescens* usando imágenes de satélite SPOT-6 en la Región Moquegua. *Bol Inst Mar Peru.*, 35(2), 257-270
- Espinoza, M., Hendrickx, M., Morrone, J. (2009). Identification of generalized tracks for the species of Isopoda (Peracarida) from the eastern pacific. *J Crustac Biol.*, 29(2), 224-231.
- Espinosa, M., Hendrickx, M. (2006). A comparative analysis of biodiversity and distribution of shallow-water marine isopods (Crustacea: Isopoda) from polar and temperate waters in the East Pacific. *Belg. J. Zool.*, 136 (2), 219-247.
- Fielding, P., Weerts, K., Forbes, A. (1994). Macroinvertebrate communities associated with intertidal and subtidal beds of *Pyura stolonifera* (Heller) (Tunicata: Ascidiacea) on the Natal coast, South Africa. *J Zool.*, 29, 46-51.
- Frith, D. (1976). Animals associated with sponges at North Hayling Hampshire. *Zool J Linn Soc.*, 58, 353-362
- Glover, A., Higgs, N., Horton, T. (2021). World Register of Deep-Sea Species (WoRDSS). Accessed at <http://www.marinespecies.org/deepsea> on 2021-06-27. doi: 10.14284/352
- Goyeneche, F. (2011). *Isópodos (Crustacea: Peracarida) del estuario del Rio Valdivia, estructura del ensamble y variables ambientales*. Tesis. Facultad de Ciencias. Escuela de Biología Marina. Universidad Austral de Chile.
- González, E., Haye, P., Balandá, M., Thiel, M. (2008). Lista sistemática de especies de Peracáridos de Chile (Crustacea, Eumalacostraca). *Gayana Zool.*, 72(2), 157-177.
- Gutiérrez, J., Lay, J. (1965). Observaciones biológicas en la población de *Pyura chilensis* Molina, 1782 en Antofagasta (Urochordata, Ascidiacea, Pyuridae). *Estud. Oceanol. Fac. Recur. Ma.r Univ. Antofagasta.*, 1,1-33.
- Hooker, Y., Solís, F., Llellish, M. (2005). Equinodermos de las Islas Lobos de Afuera (Lambayeque, Perú). *Rev. Peru. Biol.*, 12(1).
- Hurley, D., Jansen, K. (1977). The marine fauna of New Zealand: Family Sphaeromatidae (Crustacea Isopoda Flabellifera). *NZOI Mem.*, 63, 1-80.
- Kelly, R., Palumbi, S. (2010). Genetic structure among 50 species of the northeastern Pacific rocky intertidal community. *PLoS One*, 5, e8594.
- Keable, S. (2006). Taxonomic revision of Natatolana (Crustacea: Isopoda: Cirolanidae). *Rec Aust Mus.*, 58(2), 133-244.
- Luque, J., Cruces, C., Chero, J., Paschoal, F., Alves, P., Da Silva, A., Sanchez, L., Iannacone, J. (2016). Lista de verificación de los metazoos parásitos de peces de Perú. *Neotrop. Helminthol.*, 10 (2), 301-375.
- Menzies, R. (1962). The zoogeography, ecology, and systematics of the Chilean marine isopods. Reports of the Lund University Chile Expedition. no 42. Nova series = *Lunds Universitets Arsskrift*. 57(11), 51
- Menzies, R., George, Y. (1972). Isopoda of the Peru-Chile Trench. Anton Bruun Reports. *Scientific results of the Southeast Pacific Expedition, Southeast Pacific Expedition.*, 9, 1-124.
- Miers, E. (1877). On a collection of Crustacea, Decapoda and Isopoda, chiefly from South America, with descriptions of new genera and species. *Proc Zool Soc Lond.*, 1877, 653-679.
- Neyra, P., Yucra, L. (2017). *Impacto del vertimiento de aguas residuales en las comunidades fitoplanctónicas de la zona marino costera de Ilo – Moquegua*. Tesis. Universidad Nacional de Moquegua.
- Obregón, M. (2012). *Contaminación de las playas urbanas de la provincia de Ilo con huevos de nematodo de importancia zoonótica (Toxocara canis y Ancylostoma spp.)*. Tesis. Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann – Tacna.
- O'Shanahan, L., Vela, E., Sánchez, A. (2003). Effects of a sewage effluent on a benthic community in the coast of Telde, NE of Gran Canaria (Canary Islands). *Vieraea.*, 31: 253-266.

- Páez, F., Ochoa, M., Bojórquez, H., Michel, I. (2000). Macroalgae as biomonitors of heavy metal availability in coastal lagoons from the subtropical Pacific of Mexico. *Bull Environ Contam Toxicol.*, 64, 846-851.
- Paredes, C., Tarazona, J. (1980). Las comunidades de Miti-lidos del mediolitoral rocoso del departamento de Lima. Departamento académico de ciencias Biológicas. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. *Revista peruana de Biología.*, 2(1), 59-721.
- Paredes, C., Altamirano, K., Romero, L., Cardoso, F. (2008). Nuevos registros de gasterópodos para el mar tropical del Perú. *Rev. Peru. Biol.*, 15(2).
- Poore, G. (1981). Marine Isopoda of the Snares islands, New Zealand — 1. Gnathiidea, Valvifera, Anthuridea, and Flabellifera. *N. Z. J. Zool.*, 8(3), 331-348. DOI: 10.1080/03014223.1981.10430613
- Quiroz, M., Barriga, E., Treviño, H., Zambrano, M., Cárdenas, F. (1997). Análisis de la pesquería, sus recursos y medio ambiente en la zona sur del litoral peruano, Ilo, 1995. *Inf Inst Mar Peru.*
- Rabí, M., Quiroz, R. (1995). Prospección pesquera del recurso Chanque, *Concholepas concholepas* (Bruguiere, 1789) en el litoral de Ilo y Tacna, Julio de 1994. *Inf Inst Mar Peru.*
- Richardson, H. (1910). Report on isopods from Peru, collected by Dr. R. E. Coker. *Proc U S Natl Mus.*, 38 (1729), 79-85.
- Sánchez, R., Sepúlveda, R., Brante, A., Cárdenas, L. (2011). Spatial pattern of genetic and morphological diversity in the direct developer *Acanthina monodon* (Gastropoda: Mollusca). *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 434, 121-131.
- Sepúlveda, R. (2001). *Diversidad de la macrofauna de invertebrados asociados a las agregaciones de Pyura chilensis Molina, 1782 (Tunicata: Ascidiacea)*. Tesis de Licenciatura y Título Biología Marina (pp. 66). Facultad de Ciencias, U. Católica de la Santísima Concepción.
- Sepúlveda, R., Moreno, R., Carrasco, F. (2003). Diversidad de macroinvertebrados asociados a arrecifes de *Phragmatopoma moerchi* Kinberg, 1857 (Polychaeta: Sabellariidae) en el intermareal rocoso de Cocholgué, Chile. *Gayana Zool.*, 67(1), 45-54.
- Spalding, M., Fox, H., Allen, G., Davidson, N., Ferdaña, Z., Finlayson, M., Halpern, B., Jorge, M., Lombana, A., Lourie, S., Martin, K., McManus, E., Molnar, J., Recchia, C., Robertson, J. (2007). Marine ecoregions of the world: A bioregionalization of coastal and shelf areas. *BioScience.*, 57(7), 573- 583.
- Tejada, A., Baldarrago, D., Aragón, B., Vizcarra, Y., Villanueva, J. (2017). EL Chanque (*Concholepas concholepas* (B.)) en el litoral de las regiones de Moquegua y Tacna, 2017. *Bol. Inst. Mar. Peru.*, 46(4).
- Tejada, A., Baldarrago, D., Villanueva, J., Gamarra, A. (2019). Evaluación del recurso *Lessonia trabeculata* Villouta y Santelices, 1986 en la provincia de Ilo, Región Moquegua. Octubre del 2015. *Bol. Inst. Mar. Peru.*, 46 (1).
- Thatcher, V. (2002). The isopods of South American fishes. *Bol. Mus. Para. Goeldi.*, 18, 77-199.
- Uribe, R., Perea, A., García, V., Huerto, M. (2019). Biodiversidad marina en el norcentro de la costa de Perú: un enfoque para la evaluación de planes de manejo. *Bol. Inst. Mar. Peru.*, 34(2), 332-350
- WoRMS Editorial Board (2021). World Register of Marine Species. Available from <https://www.marinespecies.org> at VLIZ. Accessed 2021-06-28. DOI:10.14284/170
- Zamorano, J., Moreno, C. (1975). Comunidades bentónicas del sublitoral rocoso de Bahía Corral. I. Área mínima de muestreo y descripción cuantitativa de la asociación de *Pyura chilensis* Molina. *Medio Ambiente.*, 1, 58-66.
- Zamorano, J. (2000). *Efecto de la depredación sobre la distribución de Phragmatopoma moerchi Kinberg, 1867 (Polychaeta: Sabellariidae), en el intermareal rocoso de Mehuín, Sur de Chile* (pp. 125). Tesis de Magister en Ciencias. Universidad Austral de Chile, Valdivia.
- Zbikowski, R., Séller, P., Latała, A. (2007). Comparison of green algae *Cladophora* sp. and *Enteromorpha* sp. as potential biomonitors of chemical elements in the southern Baltic. *Sci. Total Environ.*, 387, 320-332.
- Zúñiga, J., Torres, E., Castillo, L. (2020). Estructura comunitaria del macrozoobentos de sustrato arenoso de la Caleta Puerto Inglés, Bahía de Ilo-Moquegua, Perú. *Rev. Invest. Mar.*, 40(1), 24-46.