Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América
Facultad de Ciencias Biológicas
Escuela Profesional de Ciencias Biológicas

Distribución latitudinal de los ensambles de caprélidos (amphipoda: crustacea) a lo largo del litoral del Perú

TESIS

Para optar el Título Profesional de Biólogo con mención en Hidrobiología y Pesquería

AUTOR

Juan Alberto CHUNGA LLAUCE

ASESORES

Mg. Liliana del Rosario TAPIA UGAZ

Dr. Aldo Santiago PACHECO VELÁSQUEZ (Coasesor)

Lima, Perú

2023



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

Referencia bibliográfica

Chunga, J. (2023). *Distribución latitudinal de los ensambles de caprélidos (amphipoda: crustacea) a lo largo del litoral del Perú*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ciencias Biológicas, Escuela Profesional de Ciencias Biológicas]. Repositorio institucional Cybertesis UNMSM.

Metadatos complementarios

Datos de autor	
Nombres y apellidos	Juan Alberto Chunga Llauce
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	70334321
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0002-1938-1339
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	Liliana del Rosario Tapia Ugaz
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	33262515
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0001-6966-4161
Datos de coasesor	
Nombres y apellidos	Aldo Santiago Pacheco Velásquez
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	09959686
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0002-2767-6436
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	Silvia Ysabel Aguilar Luna
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	09431714
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	Juan Pedro Argüelles Torres

Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	08448131
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	Irbin Baltazar Llanqui Argollo
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	45497738
Datos de investigación	
Línea de investigación	A.1.1.1. Biodiversidad y Ecología de Ecosistemas Acuáticos
Grupo de investigación	Grupo de Investigación en Acuicultura y Manejo de Ecosistemas – ACME
Agencia de financiamiento	Perú. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Vicerrectorado de Investigación y Posgrado (VRIP). Proyectos de Investigación con Financiamiento para Grupos de Investigación. B211011961.
Ubicación geográfica de la investigación	País: Perú Departamentos: Tumbes – Tacna Coordenadas: 3.74°S, 80.77°O – 17.99°S, 70.88°O
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Octubre 2021 – Agosto 2023
URL de disciplinas OCDE	Biología marina, Biología de agua dulce, Limnología https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#1.06.12 Ecología https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#1.06.13

Universidad Nacional Mayor de San Marcos
(Universidad del Perú, Decana de América)

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

ACTA DE SESIÓN PARA OPTAR AL TÍTULO PROFESIONAL DE BIÓLOGO CON MENCIÓN EN HIDROBIOLOGÍA Y PESQUERÍA (MODALIDAD: SUSTENTACIÓN PRESENCIAL DE TESIS)

Siendo las 14:08 horas del 20 de setiembre de 2023, en el Salón de Grados de la Facultad de Ciencias Biológicas y en presencia del Jurado formado por los profesores que suscriben, se inició la sesión para optar al **Título Profesional de Biólogo con mención en Hidrobiología y Pesquería** de **JUAN ALBERTO CHUNGA LLAUCE.**

Luego de dar lectura y conformidad al expediente N° **UNMSM-20230048121**, el titulando expuso su tesis: **DISTRIBUCIÓN LATITUDINAL DE LOS ENSAMBLES DE CAPRÉLIDOS (AMPHIPODA: CRUSTACEA) A LO LARGO DEL LITORAL DEL PERÚ,** y el Jurado efectuó las preguntas del caso calificando la exposición con la nota ..19....., calificativo: ..Aprobado con máximos honores..

Finalmente, el expediente será enviado a la Escuela Profesional de Ciencias Biológicas y al Consejo de Facultad para que se apruebe otorgar el **Título Profesional de Biólogo con mención en Hidrobiología y Pesquería** a **JUAN ALBERTO CHUNGA LLAUCE** y se eleve lo actuado al Rectorado para conferir el respectivo título, conforme a ley.

Siendo las ..15:03..... horas se levantó la sesión.

Ciudad Universitaria, 20 de setiembre de 2023.

Mg. SILVIA YSABEL AGUILAR LUNA
(PRESIDENTA)

Mg. LILIANA DEL ROSARIO TAPIA UGAZ
(ASESORA)

Mg. JUAN PEDRO ARGUELLES TORRES
(MIEMBRO)

Mg. IRBIN BALTAZAR LLANQUI ARGOLLO
(MIEMBRO)

Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América
Vicerrectorado de Investigación y Posgrado

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

CERTIFICADO DE SIMILITUD

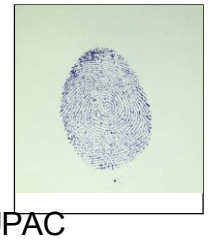
Yo ELIANA DEL PILAR QUISPITUPAC QUISPITUPAC en mi condición de Miembro Operador del Programa Informático de Similitudes de la Escuela Profesional de Ciencias Biológicas, Facultad de Ciencias Biológicas de la tesis/monografía/cuyo título es **"Distribución latitudinal de los ensambles de caprélidos (Amphipoda: Crustacea) a lo largo del litoral del Perú"** presentado por el bachiller **Juan Alberto CHUNGA LLAUCE** para optar el título de **BIOLOGO** .Mención : **HIDROBIOLOGÍA Y PESQUERÍA.**

CERTIFICO: que se ha cumplido con lo establecido en la Directiva de Originalidad y de Similitud de Trabajos Académicos, de Investigación y Producción Intelectual. Según la revisión, análisis y evaluación mediante el software de similitud textual, el documento evaluado cuenta con el porcentaje de **11 %** de similitud, nivel **PERMITIDO** para continuar con los trámites correspondientes y para su **publicación en el repositorio institucional.**

Se emite el presente certificado en cumplimiento de lo establecido en las normas vigentes, como uno de los requisitos para la obtención del grado/ título/ especialidad correspondiente.

Firma del profesor responsable (Turnitin)





DNI:07622835

Nombres y apellidos: ELIANA DEL PILAR QUISPITUPAC QUISPITUPAC

Firma del director (a) EPCB:

UNMSM

Firmado digitalmente por AGUILAR LUNA Silvia Ysabel FAU 20148092282 soft
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 11.09.2023 14:56:20 -05:00

Dedicatoria

A mis padres, Juan y María

A mis hermanos, Jorge y Ariana

Agradecimientos

A mi asesora MSc. Liliana Tapia Ugaz, por su apoyo y valiosas recomendaciones durante el desarrollo de mi tesis. También expreso mis agradecimientos a Breydhi Segura y Jean Tovar por su apoyo durante el procesamiento inicial de las muestras y a los integrantes del grupo ACME por el soporte logístico.

A mi co-asesor Dr. Aldo S. Pacheco, por su invaluable apoyo y disposición para guiarme a resolver algunos conceptos clave para el desarrollo de esta tesis, también por esas charlas amenas (presenciales o virtuales) que me hicieron entender que la ecología marina es un campo fascinante donde aún hay mucho para investigar.

A mi jurado evaluador MSc. Silvia Aguilar, MSc. Juan Argüelles, y MSc. Irbin Llanqui, por sus valiosas correcciones, comentarios y sugerencias para mejorar la presente tesis.

A los señores Pablo Llauce y Robert Chunga por su apoyo con el transporte a lo largo de todos los sitios de muestreo en la costa del Perú. También a todos los pescadores por las facilidades brindadas, y a Ana Rodríguez por su apoyo durante el trabajo de campo.

Al Vicerrectorado de Investigación y Posgrado (VRIP) por el financiamiento de los viajes y materiales empleados en campo para la colecta de muestras para mi tesis como parte del proyecto PCONFIGI: “Diversidad de caprélidos presente en las costas del Perú y su uso como alimento para peces (R.R. N° 006087-21, proyecto B211011961)”. Los equipos de laboratorio y computacionales usados para los análisis en mi tesis también fueron financiados por el VRIP como parte del proyecto PTPBACHILLER: “Riqueza de especies y abundancia de Caprélidos (Amphipoda Crustacea) asociados a bioincrustantes en estructuras de cultivo de *Argopecten purpuratus* en la Bahía de Sechura, Piura, Perú (R.R. N° 001393-21, proyecto B20100370a)”.

A mi familia y amigos por sus palabras y consejos para seguir haciendo investigación.

¡Gracias a todos!

Índice General

Resumen 6
Abstract 7
1. Introducción 8
2. Antecedentes 10
2.1. Patrones latitudinales de diversidad en ambientes marinos 10
2.2. Estructuras artificiales y patrones de distribución latitudinal 11
2.3. Distribución latitudinal de los caprélidos 13
2.4. El litoral marino-costero del Perú y zonación biogeográfica 14
2.5. Los caprélidos en hábitats marinos del Perú 17
3. Objetivos 19
3.1. Objetivo general 19
3.2. Objetivos específicos 19
4. Hipótesis 20
5. Materiales y métodos 20
5.1. Área de muestreo 20
5.2. Trabajo de campo 20
5.3. Procesamiento en laboratorio 22
5.4. Análisis estadísticos 23
6. Resultados 25
6.1. Ensamble de caprélidos 25
6.2. Patrones latitudinales de la diversidad de caprélidos 27
6.3. Patrones biogeográficos de los ensambles de caprélidos 31
7. Discusión 34
7.1. Distribución latitudinal de los caprélidos en el litoral del Perú 34
7.2. Actualización de los rangos de distribución de caprélidos y un nuevo registro para el litoral del Perú 36
7.3. Caprélidos y la zonación biogeográfica del litoral del Perú 38
8. Conclusiones 39
9. Referencias 40
10. Anexos 62
Anexo 1 62
Anexo 2 66

Resumen

Generalmente la biodiversidad es alta en el ecuador y disminuye hacia latitudes altas. Este gradiente latitudinal es poco conocido para muchos invertebrados a lo largo del litoral del Perú, como los crustáceos caprélidos (Amphipoda, Caprellidae). El litoral peruano está dividido en tres unidades biogeográficas: la Provincia Panameña, una zona de transición, y la Provincia de Humboldt, pero pocos estudios soportan esta zonación. Por ello, el objetivo de esta tesis fue determinar la distribución latitudinal de la diversidad y estructura de los ensambles de caprélidos y evaluar su afinidad con la zonación biogeográfica del litoral del Perú. Desde el 15 al 31 de octubre de 2021 se colectaron caprélidos como parte de la comunidad de bioincrustantes de boyas, cabos, y cascos de botes en 13 muelles marítimos desde los 3.74° S (Acapulco, Tumbes) hasta los 17.99° S (Morro Sama, Tacna). Se registraron seis especies de caprélidos: *Caprella scaura*, *C. equilibra*, *C. penantis* [sensu lato], *C. penantis* f. *gibbosa*, *Paracaprella pusilla*, y *Deutella venenosa*. La distribución de los ensambles de caprélidos siguió el gradiente latitudinal generalizado, es decir, la abundancia, riqueza de especies y diversidad de caprélidos disminuyó hacia latitudes altas en el sur peruano. También, la distribución espacial de este grupo de crustáceos soportó la zonación biogeográfica propuesta para el litoral del Perú. *C. penantis* [sensu lato] tuvo una mayor afinidad por la Provincia Panameña y *C. penantis* f. *gibbosa* por la zona de transición. *C. equilibra* se distribuyó a lo largo de la costa peruana, pero su abundancia fue ligeramente mayor en la Provincia de Humboldt. Finalmente, los ensambles de caprélidos fueron más disimilares cuando incrementó la distancia entre los sitios de muestreo. Esta tesis contribuye al conocimiento de la diversidad y distribución de caprélidos en la costa peruana, y constituye un nuevo aporte sobre los patrones de distribución biogeográfica de organismos marinos en esta región del Pacífico Sur.

Palabras clave: Gradiente latitudinal, bioincrustantes, Pacífico del Sureste, sustrato artificial.

Abstract

The biodiversity tends to be high at the equator and decreases towards higher latitudes. This latitudinal gradient is poorly known for many invertebrates along the Peruvian coast, such as caprellid crustaceans (Amphipoda, Caprellidae). The Peruvian coast is divided into three biogeographic units: the Panamic Province, a transition zone, and the Humboldt Province, but few studies support this zonation. The objective of this thesis was to determine the latitudinal distribution of the diversity and structure of caprellid assemblages and evaluate their biogeographic affinity along the Peruvian coast. From 15 to 31 October 2021, caprellids were collected as part of the biofouling communities inhabiting buoys, ropes, and boat hulls at 13 maritime piers from 3.74° S (Acapulco, Tumbes) to 17.99° S (Morro Sama, Tacna). Six species of caprellids were recorded: *Caprella scaura*, *C. equilibra*, *C. penantis* [sensu lato], *C. penantis* f. *gibbosa*, *Paracaprella pusilla*, and *Deutella venenosa*. The distribution of caprellids followed the generalized latitudinal gradient, i.e., the abundance, species richness and diversity decreased towards the south. The spatial distribution of caprellid assemblages resembled the biogeographic zonation proposed for the coast of Peru. *C. penantis* [sensu lato] had a greater affinity for the Panamic Province and *C. penantis* f. *gibbosa* for the transition zone. *C. equilibra* was distributed along the Peruvian coast, but its abundance was slightly higher in the Humboldt Province. The caprellid assemblages were more dissimilar as the distance between sampling sites increased. This thesis contributes to the knowledge of the diversity and distribution of caprellids on the Peruvian coast, and constitutes a new contribution to the biogeographic distribution patterns of marine organisms in this region of the South Pacific.

Keywords: Latitudinal gradient, biofouling, Southeast Pacific, artificial substrate.

1. Introducción

Los crustáceos son uno de los grupos de artrópodos más antiguos y diversificados del mundo (Ghafor, 2020; Taha, 2023). Estos invertebrados se han adaptado morfológicamente a diferentes hábitats (VanHook y Patel, 2008), logrando una amplia distribución mundial desde zonas terrestres hasta zonas marinas con profundidades mayores a los 1000 m (Hendrickx y Hernández-Payán, 2018; Weston *et al*., 2021). En Perú, los crustáceos marinos de los órdenes Decapoda y Stomatopoda (i.e., langostinos y cangrejos) son los grupos más estudiados (Germán-Gómez *et al*., 2020; Kameya *et al*., 1998; Moscoso, 2012, 2013). Esto se debe a la importancia económica de estas especies porque son comercializadas para consumo humano directo (Carbajal-Enzian y Santamaría, 2017; Santamaría *et al*., 2018).

Los crustáceos del Orden Amphipoda constituyen uno de los grupos más diversos (Arfianti y Costello, 2020) e importantes ecológicamente (Palma y Ojeda, 2002) en ecosistemas acuáticos. Estudios detallados sobre la diversidad de especies de anfípodos han incrementado recientemente en Perú (Jiménez *et al*., 2018), reportándose también algunas especies como parte de la diversidad macrobentónica en sitios específicos (Aramayo *et al*., 2022; Baldarrago *et al*., 2019a). El orden Amphipoda incluye seis subórdenes: Pseudingolfiellidea, Hyperiidea, Colomastigidea, Hyperiopsidea, Amphilochidea y Senticaudata (Lowry y Myers, 2017). Este último suborden abarca 108 familias, registrándose especies de 16 familias en la costa peruana. De este grupo, la familia Ampeliscidae es la más diversa (Jiménez *et al*., 2018), mientras que la diversidad de especies de la familia Caprellidae es poco conocida en el litoral de Perú (Chunga-Llauce y Pacheco, 2021). Los crustáceos caprélidos (camarones esqueleto) pertenecen a la familia Caprellidae y se alimentan principalmente de detritus (Alarcón-Ortega *et al*., 2012; Guerra-García y Tierno de Figueroa, 2009). Son organismos incubadores, pero no poseen una fase larvaria pelágica que les permita dispersarse de manera autónoma, sin embargo, se encuentran ampliamente distribuidos porque pueden viajar largas distancias

geográficas flotando sobre sustratos naturales o artificiales que son arrastrados por las corrientes (Thiel *et al*., 2003). Un total de 451 especies de la familia Caprellidae se han descrito a nivel mundial (Horton *et al*., 2023), de las cuales solo se han registrado seis especies de caprélidos en la costa del Perú, asociados principalmente a estructuras artificiales (Chunga-Llauce y Pacheco, 2021; Chunga-Llauce *et al*., 2022; Loayza y Tresierra, 2014; Tapia-Ugaz *et al*., 2022). Estudios en hábitats naturales de fondo duro y blando en Perú indican la presencia de caprélidos, pero sin detallar la diversidad de especies (e.g. Alfaro *et al*., 2017; Zanabria, 2004), lo cual implicaría una subestimación de la diversidad de caprélidos en la costa peruana. Por ello, incrementar el conocimiento taxonómico, ecológico y biogeográfico de este grupo de crustáceos ayudará a comprender mejor su rol en la estructuración de comunidades; además, permitirá eventualmente buscar formas para su aprovechamiento, como en la acuicultura (Baeza-Rojano *et al*., 2010) o en programas de monitoreo de contaminación marina (Guerra-García y García-Gómez, 2001).

Desde el punto de vista biogeográfico, el litoral peruano está dividido en la Provincia Panameña, la Provincia de Humboldt, y una zona de transición (5°–6°S) entre ambas provincias (Ibanez-Erquiaga *et al*., 2018; Valqui *et al*., 2021). Existe fauna y flora afín a cada Provincia y a la zona de transición (Ibanez-Erquiaga *et al*., 2018), aunque hay especies que presentan una amplia distribución y pueden estar en las tres unidades biogeográficas (Barahona *et al*., 2019). La distribución de las especies de caprélidos debería estar restringida por los cambios oceanográficos que ocurren en los límites biogeográficos. Sin embargo, estos crustáceos pueden trasportarse arrastrados por corrientes en sustratos artificiales o naturales y potencialmente atravesar estas barreras (Thiel *et al*., 2003). Entonces, conocer las especies de caprélidos y su distribución en el gradiente latitudinal a lo largo del litoral peruano permitirá revelar si los ensambles de estos crustáceos presentan afinidad a cada una de las tres unidades biogeográficas.

2. Antecedentes

2.1. Patrones latitudinales de diversidad en ambientes marinos

La biodiversidad de los grupos marinos tiende a ser alta en latitudes cercanas al ecuador y disminuir hacia altas latitudes (Hillebrand, 2004). Esto ha sido reportado, por ejemplo, en cefálopodos (Ibáñez *et al*., 2009), nemátodos (Lee y Riveros, 2011), crustáceos decápodos (Boschi, 2000), y peces (Figura 1a) (Navarrete *et al*., 2014). Se han propuesto algunas hipótesis para explicar este gradiente latitudinal. Una de ellas plantea que el gran tamaño geográfico de las áreas tropicales cercanas al ecuador facilita una mayor especiación e incrementos poblacionales, reduciendo las tasas de extinción por algún tipo de perturbación (Rosenzweig, 1992, 1995). También se ha hipotetizado que las altas temperaturas de las zonas tropicales aceleran los procesos evolutivos (i.e. una mayor especiación) y las respuestas fisiológicas frente a la selección natural (Brown, 2014; Mittelbach *et al*., 2007; Rohde, 1992).

Patrones latitudinales inversos, i.e., un mayor número de especies hacia altas latitudes también han sido reportados en moluscos de la costa este del Pacífico del Sur (10°–55° S) (Valdovinos *et al*., 2003), en crustáceos isópodos de la costa oeste del Atlántico del Sur (Doti *et al*., 2014), y en poliquetos (Hernández *et al*., 2005) y crustáceos peracáridos (Rivadeneira *et al*., 2011) de la costa de Chile entre los 18°–56° S (Figura 1b). El aislamiento geográfico producido por la divergencia de grandes corrientes oceánicas (Valdovinos *et al*., 2003) y el conservadurismo filogenético del nicho ecológico, i.e., la imposibilidad de algunas especies para adaptarse a condiciones climáticas diferentes de las que existen en su nicho ancestral (Rivadeneira *et al*., 2011) son hipótesis propuestas para explicar este patrón inverso. Por otro lado, una alta diversidad de especies en latitudes intermedias mostrando un patrón de distribución en forma de campana también ha sido reportada (Figura 1c). Por ejemplo, los poliplacóforos alcanzan un máximo de especies a 33° S en el rango latitudinal de 0°–56° S en la costa este del Pacífico del Sur (Navarrete *et al*., 2020). Los patrones latitudinales de diversidad dependen de la escala geográfica del

análisis, los organismos estudiados, y el tipo de hábitat (Hillebrand, 2004). Por lo tanto, evaluar las variaciones en la distribución latitudinal de las especies marinas es importante para entender cómo se configura la biodiversidad a grandes escalas espaciales.

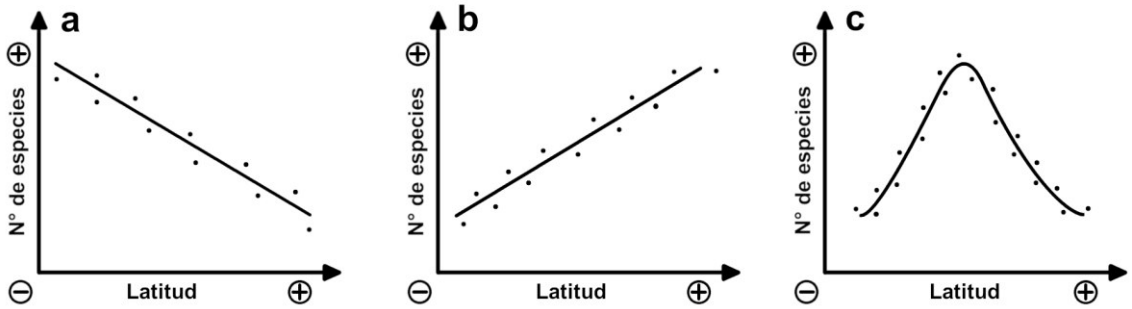


Figura 1. Tipos de patrones latitudinales de la diversidad de especies. a) Patrón canónico o generalizado: diversidad disminuye hacia latitudes altas (e.g. peces, Navarrete *et al*., 2014). b) Patrón inverso: diversidad incrementa hacia latitudes altas (e.g. crustáceos peracáridos, Rivadeneira *et al*., 2011). c) Patrón en forma de campana: alta diversidad de especies en latitudes intermedias (e.g. poliplacóforos, Navarrete *et al*., 2020).

2.2. Estructuras artificiales y patrones de distribución latitudinal

El paisaje costero y los ecosistemas marinos de muchos países están continuamente cambiando por el rápido crecimiento de la población humana y el desarrollo urbano que demanda la construcción de estructuras artificiales como: rompeolas, muelles, pilotes, entre otras estructuras (Aguilera, 2018; Aguilera y González, 2023; Dafforn *et al*., 2015; de Andrés *et al*., 2017). Las estructuras artificiales alteran las condiciones ambientales locales como la hidrodinámica y tasas de sedimentación, impactando negativamente sobre los ensambles de organismos locales por la fragmentación y pérdida del hábitat natural, y por los cambios en los patrones naturales de dispersión de las especies (Bulleri y Chapman, 2010; Martin *et al*., 2005).

A pesar de estos aspectos negativos, se sabe que las estructuras artificiales pueden favorecer el incremento de la biodiversidad local porque funcionan como nuevos sustratos que atraen rápidamente a especies colonizadoras (Chou, 2021; García-Sanz *et al*., 2012; Ostalé-Valriberas *et al*., 2018), albergando incluso especies no-nativas (Fenner, 2001; Page *et al*., 2006; Yeo *et al*., 2010). Las estructuras artificiales

también pueden ser utilizadas para la restauración de hábitats impactados por actividades humanas (Reed *et al*., 2006; Rilov y Benayahu, 1998, 2000; Seaman, 2007). Por ejemplo, en Las Maldivas, Océano Índico, la construcción de arrecifes artificiales permitió la recuperación de corales y fauna asociada (e.g. peces) en términos de abundancia y riqueza luego de que por décadas se extrajeran rocas de coral para construcción en el borde costero para el turismo (Clark y Edwards, 1999). Estudios sobre la distribución latitudinal de especies que habitan sobre estructuras artificiales no muestran patrones claros de incremento o disminución de la riqueza y/o abundancia en función a la latitud. Esto fue observado en la costa oeste de Australia (~20°–36° S) en ensambles de invertebrados móviles habitando colectores artificiales (Foster *et al*., 2014) y con ensambles de invertebrados sésiles colonizando paneles de asentamiento (Simpson *et al*., 2017). También, la diversidad de nemátodos y poliquetos en colectores artificiales entre los 50° N y 63° S no varía con la latitud (Gobin y Warwick, 2006). A diferencia de lo reportado en sustratos naturales, los estudios sobre distribución latitudinal de la diversidad asociada a estructuras artificiales son escasos. Sin embargo, este tipo de hábitats que albergan diversas comunidades de bioincrustantes (Figura 2) están bajo el mismo gradiente latitudinal de condiciones ambientales que los hábitats naturales (Dong *et al*., 2016; Navarrete *et al*., 2005; Wang *et al*., 2020). Entonces, es factible hipotetizar que los invertebrados marinos habitando estructuras artificiales también muestren algún tipo de patrón de distribución latitudinal de la diversidad como lo reportado en sustratos naturales.



Figura 2. Estructura artificial (boya de reflote) colonizada por bioincrustantes como algas y diversos grupos de invertebrados marinos.

2.3. Distribución latitudinal de los caprélidos

Las especies de la familia Caprellidae son pequeños crustáceos exclusivamente marinos y morfológicamente reconocidos dentro del orden Amphipoda por su cuerpo delgado y cilíndrico (Figura 3). Poseen desarrollo directo, es decir, de la bolsa de incubación (marsupio) de las hembras maduras emergen juveniles morfológicamente similares a los adultos, pero de menor tamaño (Baeza-Rojano y Guerra-García, 2013). Debido a que carecen de estadíos larvales pelágicos se asume que poseen una limitada capacidad de dispersión autónoma. Sin embargo, los caprélidos pueden alcanzar amplios rangos de distribución porque muchas especies viven como parte de la comunidad de bioincrustantes sobre sustratos artificiales o sujetas a fragmentos de algas o invertebrados que flotan a la deriva arrastrados por las corrientes (Guerra-García *et al*., 2011; Ros y Guerra-García, 2012). Los caprélidos pueden habitan sustratos naturales, e.g., intermareal rocoso (Guerra-García *et al*., 2010a), pero alcanzan altas abundancias en hábitats artificiales formando parte de la comunidad de bioincrustantes (Thiel *et al*., 2003). Esta diferenciación se debe a la variabilidad

hidrodinámica en hábitats naturales (e.g. orillas rocosas) y la posibilidad de encontrar refugio frente a predadores bentónicos en sustratos artificiales (Ros *et al*., 2016a). Estudios sobre la distribución latitudinal de los caprélidos han reportado que la riqueza de especies de estos crustáceos en sustratos naturales disminuye hacia altas latitudes a lo largo de la costa este del Pacífico del Norte de Estados Unidos (~40°–60° N) (Laubitz, 1970). También, la abundancia y riqueza de especies de caprélidos habitando sustratos artificiales como boyas y cabos disminuye hacia altas latitudes a lo largo de la costa este del Pacífico del Sur de Chile (18.4°–41.9° S) (Thiel *et al*., 2003). Este tipo de estructuras (i.e. cabos, boyas, cascos de botes) son factores importantes en la ocurrencia y distribución de especies de caprélidos a escala local (Ros *et al*., 2013a). Esto facilitaría realizar estudios de distribución de caprélidos habitando sustratos artificiales a escalas geográficas más amplias.



Figura 3. Ejemplo de la apariencia morfológica de los caprélidos; vista lateral izquierda de la especie *Caprella scaura*.

2.4. El litoral marino-costero del Perú y zonación biogeográfica

El litoral marino-costero del Perú se extiende a lo largo de ~3080 km donde se distribuyen masas de aguas superficiales y subsuperficiales cálidas y frías asociadas a la predominancia de vientos alisios del sur por el anticiclón del Pacífico Sur (Morón,

2000). Estas características determinan que el sistema de afloramiento de la Corriente de Humboldt frente a Perú sea el ecosistema marino más productivo del mundo (Ryther, 1969; Tarazona y Arntz, 2001). Este ecosistema es afectado por las condiciones cálidas (El Niño), frías (La Niña) y "neutrales" del ciclo natural El Niño-Oscilación del Sur (ENOS) (Arntz *et al*., 2006). En condiciones "neutras" del ENOS, aguas templadas a frías predominan en invierno-primavera y las cálidas en verano-otoño. Durante El Niño, la temperatura superficial del mar incrementa y estas masas de aguas cálidas se desplazan fuertemente hacia el sur debido a la llegada de ondas Kelvin ecuatoriales (Figura 4) (Cane, 1983). Durante La Niña, las masas de agua superficiales experimentan un fuerte enfriamiento y se desplazan hacia el norte debido a la intensificación de los vientos alisios que bordean la costa en dirección desde el sur hacia el noroeste (Figura 4) (Philander, 1989).

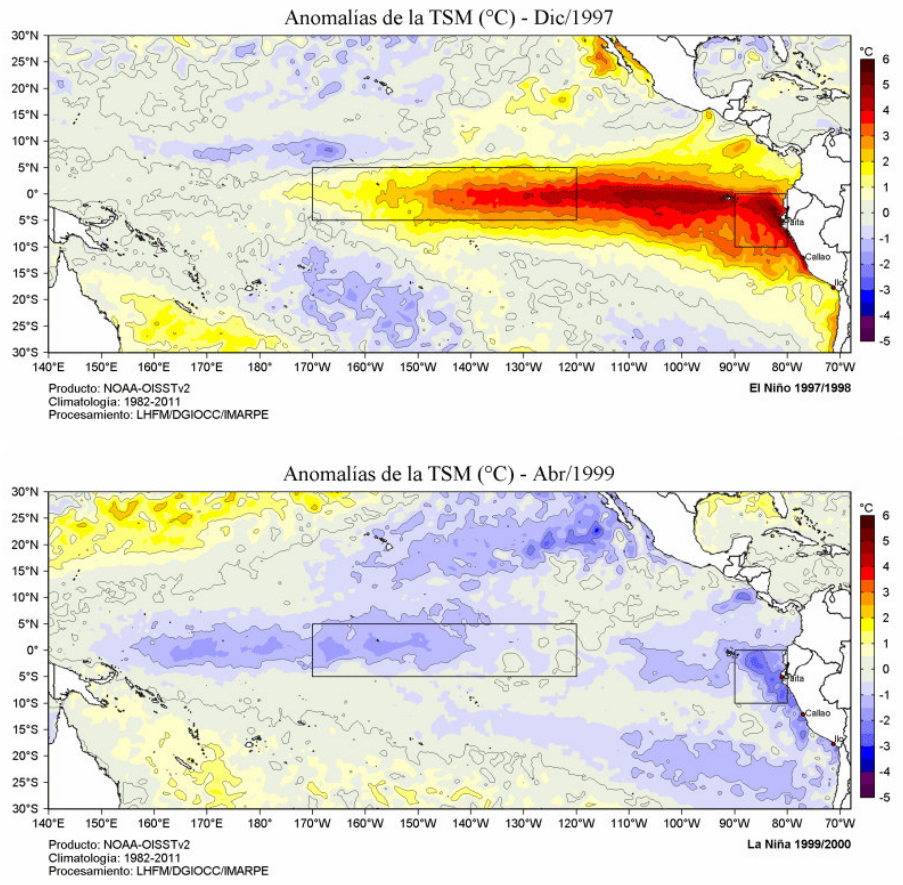


Figura 4. Variabilidad de la temperatura superficial del mar durante los eventos El Niño 1997 – 1998 (panel superior) y La Niña 1999 – 2000 (panel inferior) ocurridos en el litoral del Perú.

Las especies marinas de la costa peruana son de origen panameño y sub-antártico (Castilla y Guiñez, 2000; Waller, 1969; Wolff, 1987), y sus abundancias pueden incrementar o disminuir por las fluctuaciones en la temperatura del mar ocasionadas por ENOS (Díaz y Ortlieb, 1993; Mendo y Wolff, 2003; Solís *et al*., 2019; Wolff, 1985). En particular, los eventos El Niño favorecen la extensión del rango de distribución de ciertas especies de invertebrados (Ashton *et al*., 2008; Paredes *et al*., 1998) y peces (Sielfeld *et al*., 2010) a lo largo de la costa este del Pacífico del Sur. Considerando el origen geográfico de las especies de la costa peruana se podrían esperar determinadas respuestas frente a eventos ENOS, sin embargo, estas respuestas pueden variar de un evento a otro dependiendo de su intensidad y magnitud (Peña *et al*., 2005; Valqui *et al*., 2021). En ese sentido, los patrones de distribución latitudinal de las especies de la costa del Perú dependen de la fase en la que se encuentre el ciclo ENOS.

En la costa del Perú se reconocen tres unidades biogeográficas (Figura 5): la Provincia Panameña (3.5°–5° S), la zona de transición (5°–6° S), y la Provincia de Humboldt (6°–18° S) (Ibanez-Erquiaga *et al*., 2018; Valqui *et al*., 2021). Esta zonación biogeográfica está basada en la afinidad de los invertebrados y macroalgas del intermareal rocoso a cada una de las provincias y a la zona de transición durante condiciones neutrales del ENOS (Ibanez-Erquiaga *et al*., 2018). También existen especies que se distribuyen a largo de las tres unidades biogeográficas en el litoral peruano (e.g., el caracol *Echinolittorina paytensis*, Barahona *et al*., 2019), probablemente porque se adaptaron a la variabilidad de las condiciones ambientales producto de la ocurrencia frecuente de eventos ENOS (Arntz y Tarazona, 1988; Barahona *et al*., 2019; Riascos *et al*., 2017). Por ello, resulta un desafío comprender los distintos patrones de distribución de invertebrados marinos en esta región del Pacífico del Sur.

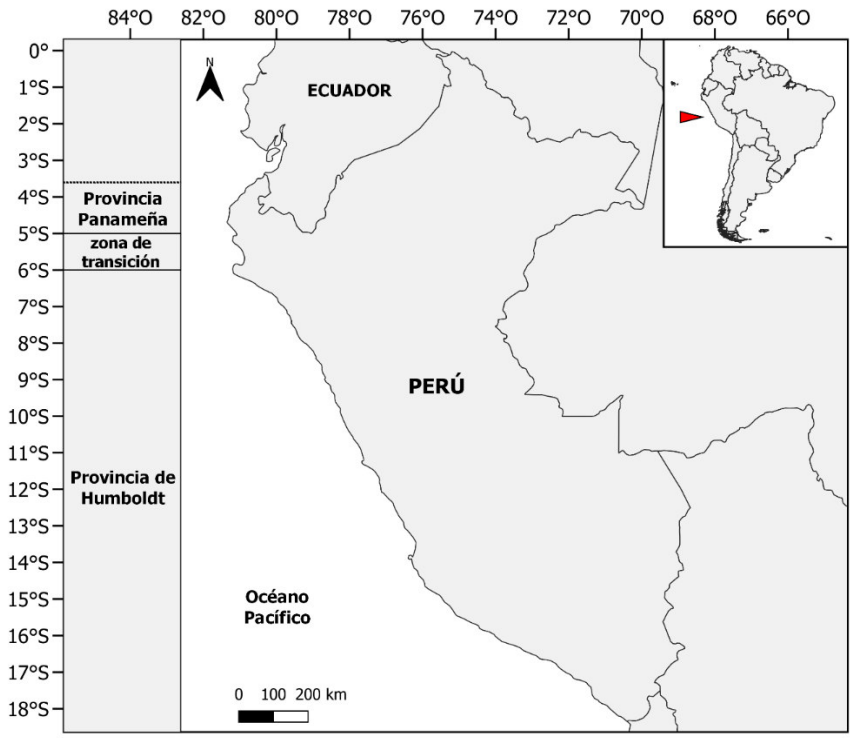


Figura 5. Zonación biogeográfica del litoral del Perú en el Pacífico Sureste: la Provincia Panameña (3.5° – 5° S), la zona de transición (5° – 6° S), y la Provincia de Humboldt (6° – 18° S) según Ibanez-Erquiaga *et al*. (2018).

2.5. Los caprélidos en hábitats marinos del Perú

El conocimiento sobre la diversidad de los caprélidos presentes en el litoral del Perú se ha incrementado en años recientes, conociéndose un total de seis especies hasta la fecha: *Caprella scaura*, *C. equilibra*, *C. penantis f. gibbosa*, *C. penantis* [sensu lato], *Paracaprella pusilla* y *Abyssicaprella galatheae*. Las especies de *Caprella* sp. y *P. pusilla* se han encontrado sobre estructuras artificiales de acuicultura en el norte y centro del litoral peruano (Chunga-Llauce y Pacheco, 2021; Chunga-Llauce *et al*., 2022; Loayza y Tresierra, 2014; Tapia-Ugaz *et al*., 2022). *C. scaura* también fue colectada asociada a macroalgas submareales en la costa central (Galán, 2015; Pariona, 2018), mientras que *A. galatheae* fue colectada en la zona abisal frente a la costa de Paracas (McCain y Steinberg, 1970). Estos crustáceos también fueron reportados de manera general como “caprélidos” frente a la costa de la Bahía Paracas (Figura 6) (Ibarra, 2015; IMARPE, 2010).

En hábitats intermareales y submareales de fondo duro y blando también se han reportado caprélidos al nivel taxonómico de género *Caprella* sp.: en Bahía Talara, Piura (Enríquez *et al*., 1999), Bahía Tortuga, Áncash (Berrú *et al*., 2007), Bahía Callao (Orozco *et al*., 1999), Bahía Mollendo (Orozco *et al*., 1998), Caleta San José, Lambayeque (Gómez, 2019), Caleta La Ballenita, Arequipa (Zanabria, 2004), Isla Lobos de Tierra, Lambayeque (Ramírez *et al*., 2015), Isla Independencia, Ica (Paredes *et al*., 1988), Punta San Juan, Ica (Gonzáles y Pastor, 2017), y en la plataforma continental centro-norte peruana a una profundidad de 90 m (Jiménez *et al*., 2018). Los caprélidos también han sido reportados al nivel de familia frente a las costas de la Isla Guañape Sur, La Libertad (Alfaro *et al*., 2017), Isla Independencia, Ica (Lomovasky *et al*., 2015), Punta Meca, Tacna (Baldarrago *et al*., 2017), Punta Coles, Moquegua (Baldarrago *et al*., 2019b), playa Atenas, Ica (Lomovasky *et al*., 2011), Bahía Sechura, Piura (Yupanqui, 2002), plataforma continental centro-norte (Ampuero, 2018), y en un área delimitada por las Islas San Lorenzo y El Frontón y la Península de La Punta (Figura 6) (Argüelles *et al*., 2012).

En términos biogeográficos, es probable que las especies *Caprella equilibra*, *Caprella* aff. *penantis*, *C. mutica*, *Aciconula acanthosoma* y *Paracaprella* sp. se encuentren en la Provincia Panameña en Perú ya que estas especies fueron registradas en las costas de México y Ecuador que son países ubicados también dentro de esta provincia (Alarcón-Ortega *et al*., 2012; Soriano, 2014). Por otro lado, la especie *Deutella venenosa* también podría encontrarse en la Provincia de Humboldt en Perú ya que esta especie fue registrada en la costa centro-norte de Chile dentro de esta provincia (Thiel *et al*., 2003).

Todos estos reportes sugieren que la diversidad de caprélidos podría estar subestimada, y que estos crustáceos tendrían una amplia distribución en la costa peruana. Sin embargo, no existe información que muestre como estas especies se distribuyen en el gradiente latitudinal y en función a las unidades biogeográficas propuestas para el litoral peruano.

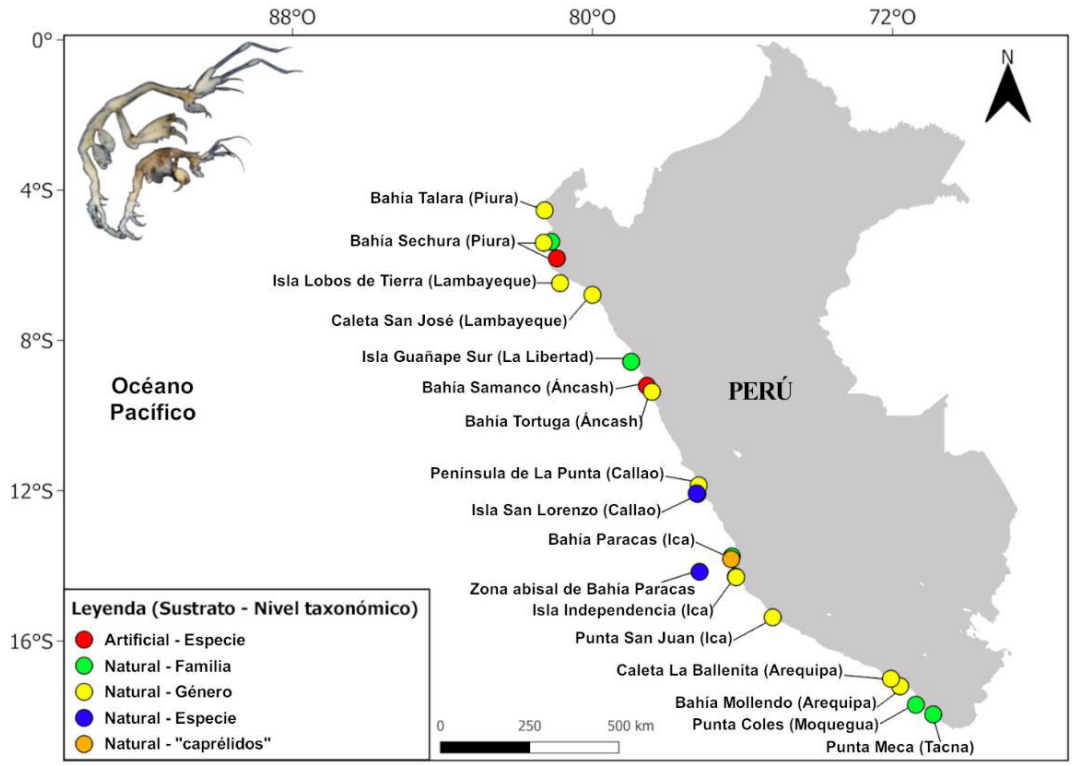


Figura 6. Mapa del Perú indicando los sitios donde se han reportado caprélidos en sustrato artificial y natural a diferentes niveles taxonómicos (especie, género, familia) o solo como "caprélidos".

3. Objetivos

3.1. Objetivo general

Identificar la distribución latitudinal de los ensambles de caprélidos asociados a sustratos artificiales ubicados en localidades de la Provincia Panameña, la zona de transición, y la Provincia de Humboldt en el litoral del Perú.

3.2. Objetivos específicos

- Determinar la riqueza y abundancia de especies de caprélidos asociados a sustratos artificiales en sitios comprendidos en las tres unidades biogeográficas del litoral del Perú.
- Demostrar la disimilaridad de los ensambles de caprélidos asociados a sustratos artificiales entre los sitios de muestreo a lo largo del litoral peruano.

4. Hipótesis

La abundancia, riqueza y diversidad de los ensambles de especies de caprélidos asociados a sustratos artificiales disminuye hacia latitudes del sur del Perú, siendo distinta en cada una de las unidades biogeográficas.

5. Materiales y métodos

5.1. Área de muestreo

El presente estudio fue realizado a lo largo de 13 muelles marítimos del litoral del Perú (3.74° – 17.99° S) abarcando las tres unidades biogeográficas, i.e. la Provincia Panameña (4 muelles), la zona de transición (4 muelles), y la Provincia de Humboldt (5 muelles) (Figura 7). En cada muelle se seleccionaron boyas, cabos, y cascos de botes colonizados por comunidades de bioincrustantes (i.e., abundantes macroalgas o invertebrados cubriendo la estructura) que albergaban abundantes caprélidos.

5.2. Trabajo de campo

Una espátula de metal fue usada para raspar cuidadosamente todos los bioincrustantes dentro de un cuadrante de 20x20 cm en boyas y cascos de botes. En cabos se colectaron bioincrustantes en una longitud de 50 cm (Figura 8). Se realizaron entre tres y cuatro réplicas por estructura en cada muelle (Tabla 1). Los organismos colectados fueron depositados en frascos de plástico de 1 L y fijados en etanol al 96°. El periodo de muestreo fue entre el 15 y 31 de octubre de 2021, en condiciones de baja marea, y prevaleciendo condiciones “neutrales” del ENOS (ENFEN, 2021).

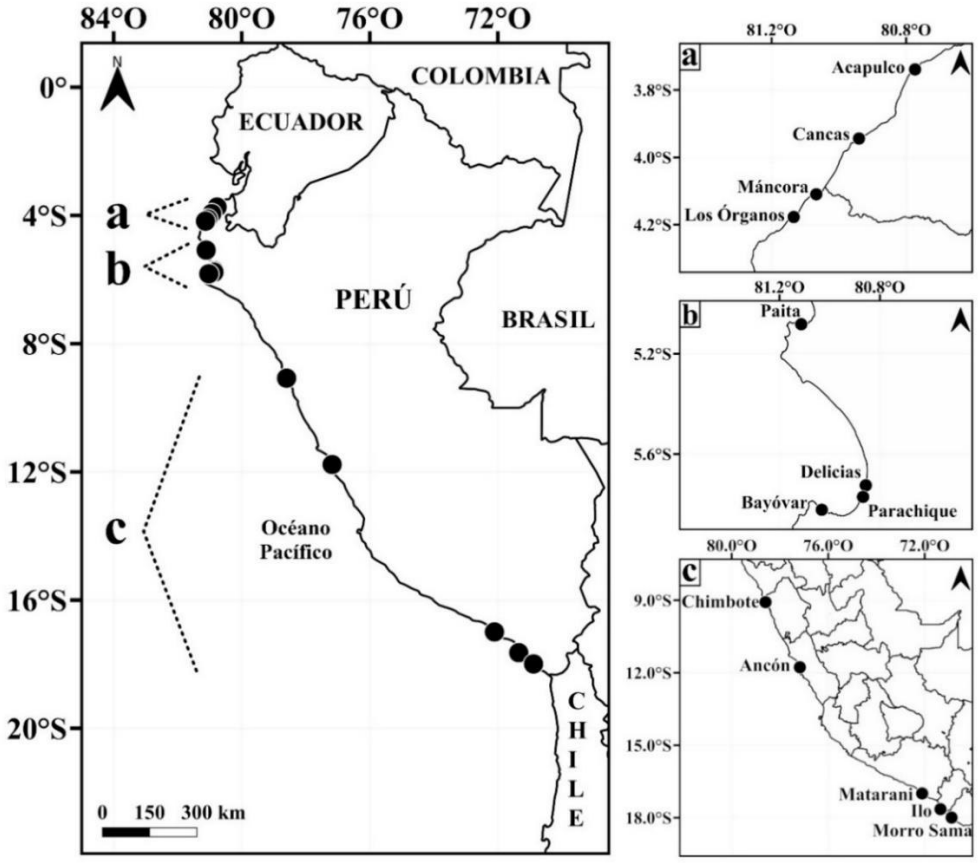


Figura 7. Mapa de Perú mostrando los sitios de muestreo en: a) la Provincia Panameña, b) la zona de transición, y c) la Provincia de Humboldt.



Figura 8. Colecta de bioincrustantes en muelles marítimos. (a) Vista general del sitio de muestreo. Estructuras: (b) cabo, (c) casco de bote, (d) boya. Fotografías tomadas en el muelle de Ancón el 30 de octubre de 2021.

Tabla 1. Información sobre los lugares de muestreo, las estructuras y el esfuerzo aplicado durante este estudio.

Unidad Biogeográfica	Sitio de muestreo	Latitud	Estructura	Réplicas
Provincia Panameña	Acapulco	3.74°S	Casco	4
			Boya	4
			Cabo	3
	Cancas	3.94°S	Casco	4
			Boya	4
			Cabo	4
	Máncora	4.11°S	Casco	4
			Boya	4
			Cabo	4
	Los Órganos	4.18°S	Casco	4
			Boya	4
Zona de Transición	Paita	5.08°S	Casco	4
			Cabo	4
	Delicias	5.72°S	Boya	4
			Cabo	4
	Parachique	5.77°S	Casco	4
			Boya	4
			Cabo	4
	Bayóvar	5.82°S	Casco	4
			Boya	4
			Cabo	4
Provincia de Humboldt	Chimbote	9.07°S	Casco	4
			Cabo	4
	Ancón	11.77°S	Casco	3
			Boya	3
			Cabo	3
	Matarani	16.99°S	Casco	3
	Ilo	17.64°S	Casco	3
			Boya	3
			Cabo	3
	Morro Sama	17.99°S	Casco	3
			Boya	3

5.3. Procesamiento en laboratorio

Los caprélidos fueron separados de los otros organismos bioincrustantes usando un tamiz de 0.5 mm y posteriormente fueron preservados en viales de plástico con etanol al 85° para su análisis detallado. Todos los especímenes de caprélidos fueron examinados bajo un estereoscopio USAMED e identificados hasta el nivel taxonómico de especie usando descripciones y claves taxonómicas especializadas (e.g., Díaz *et al*., 2005; Guerra-García, 2003; Guerra-García y Thiel, 2001). Cada

especie fue inicialmente separada en cuatro grupos considerando el sexo y madurez sexual: machos, hembras maduras, hembras inmaduras, y juveniles. Los machos se distinguen por su gran tamaño y un par de penes desarrollados. Las hembras maduras se distinguen por sus Oostegitos totalmente desarrollados formando una "bolsa de incubación" para el desarrollo de los huevos. Las hembras inmaduras tienen los Oostegitos incipientes o poco desarrollados. Los juveniles son de pequeño tamaño, con estructuras reproductivas no desarrolladas, pero con caracteres diagnósticos distinguibles (Guerra-García *et al.*, 2015; Takeuchi y Hirano, 1991). La abundancia de cada grupo tiende a ser similar independientemente de la especie o sustrato que habite (Chunga-Llauce y Pacheco, 2021). Por ello, para el presente estudio se consideró la abundancia total por especie. Los valores de abundancia fueron extrapolados al metro cuadrado (m^2) para realizar comparaciones en las mismas unidades. El área de muestreo en boyas y cascos de botes fue un cuadrado de 20x20 cm, por ello la abundancia fue dividida entre 0.04 m^2. El área de muestreo en cabos correspondió al área lateral de un cilindro: Área = 2πrh; r = radio del cabo = 0.95 cm, h = longitud colectada = 50 cm; por ello la abundancia fue dividida entre 0.03 m^2.

5.4. Análisis estadísticos

Los parámetros univariados de abundancia, riqueza de especies, e índices de diversidad de Margalef y Shannon-Wiener fueron calculados por estructura y sitio de muestreo, en términos de su posición latitudinal. El índice de Margalef estima de manera sencilla la diversidad de una muestra porque solo se basa en el número de especies presentes (S) en función de la abundancia total (N): $D_{Mg} = (S - 1) / \text{Log}N$. El índice de Shannon es ampliamente usado en estudios ecológicos y refleja la heterogeneidad de una muestra basado en las abundancias relativas (p_i) de cada especie: $H' = -\sum (p_i \times \text{Log}_e p_i)$ (Magurran, 2004). Gráficos de líneas usando valores promedio ± error estándar (SE) fueron realizados para visualizar la variabilidad de los cuatro parámetros univariados a lo largo del gradiente latitudinal (3.74° – 17.99° S).

Se realizaron análisis de regresión para observar las tendencias de distribución espacial de los parámetros univariados. Para ello se ajustaron secuencialmente modelos polinómicos de primer, segundo y tercer grado para definir el orden en los modelos de regresión polinómica entre los sitios de muestreo y los parámetros univariados (Navarrete *et al*., 2014). El mejor modelo se seleccionó utilizando el criterio de información de Akaike (AIC) basado en la estimación de mínimos cuadrados, donde un valor AIC bajo indica el mejor modelo (Akaike, 1973; Burnham y Anderson, 1998). La versión ponderada del criterio AIC (AIC_w) se utilizó para estimar las probabilidades de cada modelo (Wagenmakers y Farrell, 2004). Los análisis de regresión se realizaron en el programa informático Microsoft Excel v. 2016 con el complemento "Analysis ToolPak".

Los patrones de distribución latitudinal y afinidad biogeográfica de la estructura de los ensambles de caprélidos fueron estudiados desde un enfoque multivariado. Para ello, se construyó una matriz de similaridad de Bray-Curtis con los valores de abundancia (ind/m^2) previamente transformados mediante raíz cuadrada para contrarrestar la contribución de especies abundantes y escasas a la similaridad. El índice de Bray-Curtis mide las diferencias en abundancia de las especies que componen las muestras y no considera los casos donde una especie está ausente en ambas muestras (Bloom, 1981). La matriz de Bray-Curtis fue usada para generar gráficos de ordenamiento no métrico de escalamiento multidimensional (nMDS) para visualizar la disimilaridad de las muestras entre las estructuras, sitios de muestreo, y las unidades biogeográficas. La distancia entre los puntos en un gráfico nMDS representa la disimilaridad entre las muestras, es decir, las diferencias en la composición de especies y su abundancia entre los puntos. También, el valor de stress del análisis nMDS se genera luego de realizar búsquedas iterativas para obtener la mejor representación gráfica que se ajuste a los datos originales, donde valores menores a 0.10 sugieren una robusta representación (Clarke y Gorley, 2015).

La matriz de Bray-Curtis también sirvió para realizar un análisis de agrupamiento (Cluster) mediante el método de promedio entre grupos para agrupar los sitios basado en la similaridad de las muestras permitiendo detectar la afinidad a las tres unidades biogeográficas. Un nMDS con la opción de burbujas fue usado para visualizar los patrones de abundancia relativa de las especies de caprélidos en función a su posición latitudinal. La prueba de seriación con replicación del análisis RELATE implementado en el software PRIMER 7 (Clarke y Gorley, 2015) fue usado para determinar si los ensambles de capréllidos siguen un patrón secuencial de cambio en la estructura de los ensambles, es decir, examinar si la disimilitud aumenta gradualmente con el incremento de latitud. Este análisis utiliza el coeficiente de correlación de Spearman para comparar la (dis) similitud de los ensambles de caprélidos entre los sitios de muestreo con una matriz del modelo de disimilitud que resultaría de las distancias entre puntos del mismo número de muestras igualmente espaciadas. Todos los análisis multivariados fueron realizados en el software PRIMER 7 (Clarke y Gorley, 2015).

6. Resultados

6.1. Ensamble de caprélidos

Un total de seis especies de caprélidos habitando estructuras artificiales fueron registrados a lo largo del litoral del Perú: *Caprella penantis* [sensu lato], *C. penantis* f. *gibbosa*, *C. equilibra, C. scaura, Paracaprella pusilla,* y *Deutella venenosa*, siendo esta última especie registrada por primera vez en la costa peruana (Figura 9). La abundancia promedio de caprélidos registrados fue 154814 ± 78112.6 ind m^{-2}. *C. penantis* f. *gibbosa* fue la especie más abundante (51.2% del total), seguido de *C. penantis* [sensu lato] (31.4%), *C. equilibra* (12.9%), *P. pusilla* (4.3%), *C. scaura* (0.2%), y *D. venenosa* (0.1%).

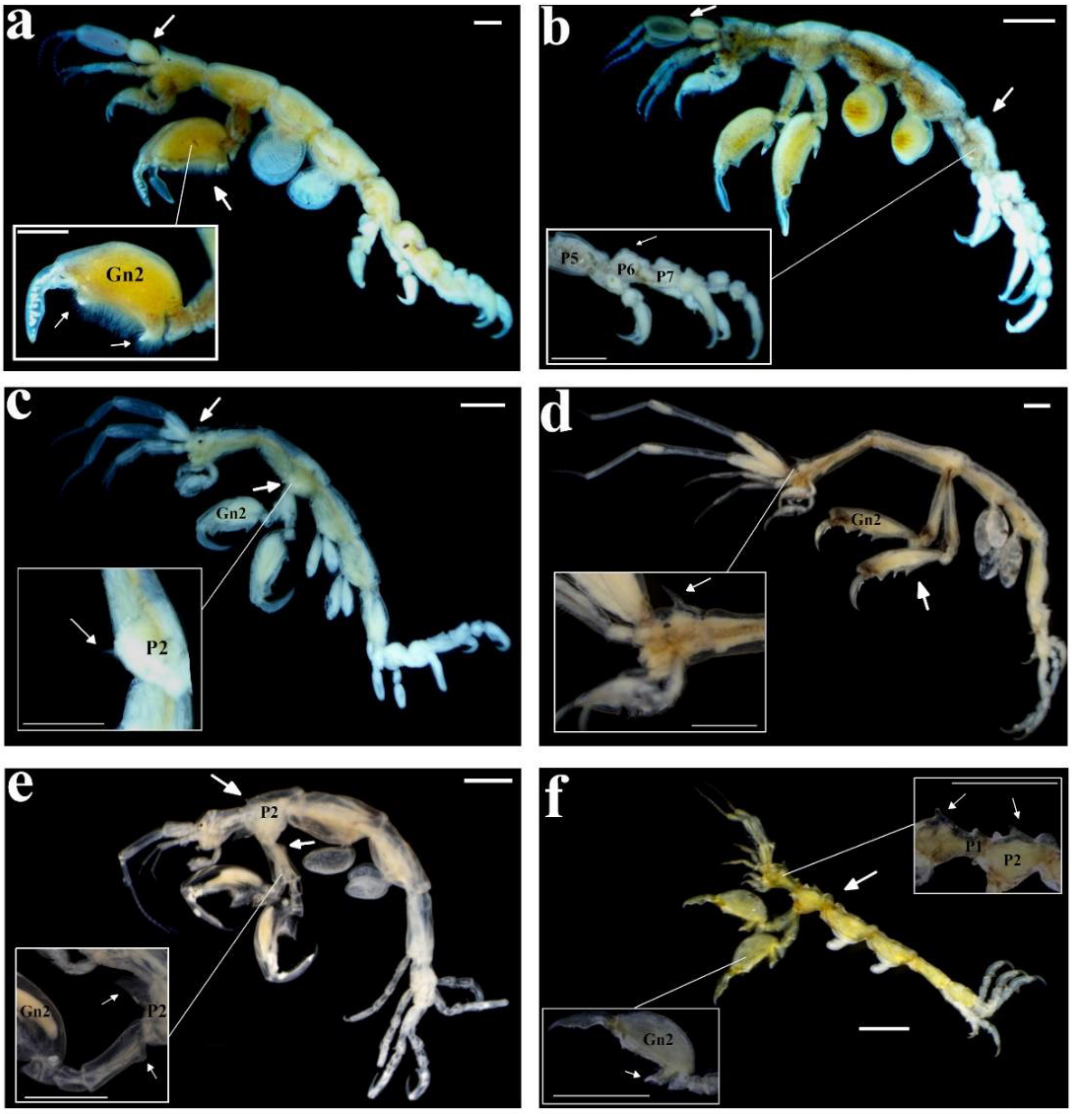


Figura 9. Ejemplares machos de las especies de caprélidos del litoral del Perú con sus principales caracteres diagnósticos. a) *C. penantis* [sensu lato]: palma de los gnatópodos 2 (Gn2) setoso, y con un proceso trapezoidal distal y un diente robusto proximal. b) *C. penantis* f. *gibbosa*: tubérculos dorsales en los pereonitos 5 – 7 (P5 – 7). c) *C. equilibra*: espina ventral en pereonito 2 (Casco de bote - 2) y cabeza sin proyecciones. d) *C. scaura*: proyección cefálica aguda y gnatópodos 2 (Gn2) elongados. e) *P. pusilla*: pereonito 2 (Casco de bote - 2) con proyecciones agudas anterolaterales y un pequeño tubérculo anterodorsal, también una protuberancia proximal en la base del gnatópodo 2 (Gn2). f) *D. venenosa*: palma de los gnatópodos 2 (Gn2) con una proyección rectangular proximalmente provista de un pequeño diente y una gran proyección distal; también con protuberancias dorsales desde la cabeza hasta el pereonito 4. Barras de escala = 1 mm.

Entre estructuras, la abundancia (media ± SE) en cabos y cascos de botes fue 8679.3 ± 1396.7 ind m^{-2} y 8445.8 ± 1763.2 ind m^{-2}, respectivamente, siendo representados por *C. penantis* f. *gibbosa*. En boyas, la abundancia fue 7510.4 ± 1198.9 ind m^{-2} y

estuvo representada por *C. penantis* [sensu lato] (Figura 10). La abundancia de *C. equilibra* fue 1580.2 ± 621.3 ind m^{-2} en cabos, 1131.9 ± 295.5 ind m^{-2} en boyas, y 569.1 ± 185.4 ind m^{-2} en cascos de botes. *P. pusilla* fue abundante en cabos (660.8 ± 307.9 ind m^{-2}) y boyas (376.4 ± 134.6 ind m^{-2}) en comparación a los cascos de botes (70.2 ± 38.1 ind m^{-2}). *C. scaura* y *D. venenosa* fueron escasamente registradas entre las estructuras (< 40 individuos en promedio) (Figura 10). Por otro lado, la riqueza de especies (media ± SE) fue 2.77 ± 0.14 en boyas, 2.68 ± 0.13 en cabos, y 2.57 ± 0.12 en cascos de botes. El índice de Margalef fue 0.20 ± 0.02 en boyas, 0.19 ± 0.01 en cabos, y 0.18 ± 0.01 en cascos de botes. El índice de Shannon-Wiener fue 0.54 ± 0.05 en boyas, 0.50 ± 0.05 en cabos, y 0.39 ± 0.03 en cascos de botes.

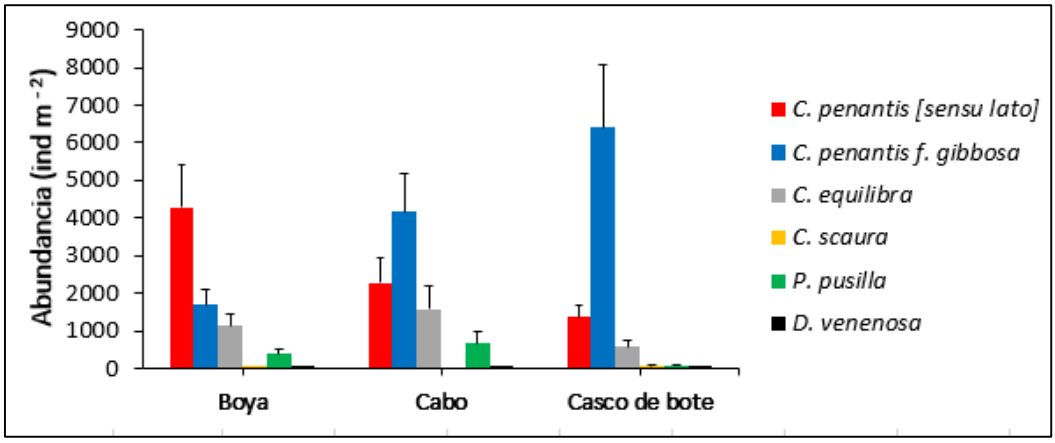


Figura 10. Abundancia (media ± SE) de las especies de caprélidos registradas en el litoral del Perú por tipo de estructura artificial.

6.2. Patrones latitudinales de la diversidad de caprélidos

La abundancia, riqueza de especies y diversidad de los ensambles de caprélidos mostraron diferencias entre las estructuras estudiadas a lo largo de los sitios de muestreo, pero, en general, todos los parámetros univariados tendieron a disminuir hacia latitudes altas (Figura 11). Este gradiente de disminución desde latitudes del norte hacia el sur fue más evidente cuando la información de todas las estructuras se agrupó por sitio/latitud de muestreo (Figura 12). El mejor ajuste entre los lugares de muestreo y la abundancia se obtuvo utilizando una regresión polinómica de tercer orden, una regresión de primer orden para la riqueza de especies y una regresión de

segundo orden para los índices de diversidad de Margalef y Shannon-Wiener (Tabla 2).

Tabla 2. Resultados de los análisis de regresión de primer, segundo, y tercer orden entre los sitios de muestreo y los parámetros univariados. Se indican los valores de los coeficientes de determinación (r^2), valor de probabilidad (*P* significante $\alpha < 0.05$), criterio de información de Akaike (AIC), y AIC ponderado (AIC_w) de cada modelo. Valores AIC en negrita indican el modelo que se ajusta mejor a cada parámetro.

Parámetro univariado	Modelo	r^2	Valor *P*	AIC	AIC_w
Abundancia	Lineal	0.48	0.01	216.362	0.243
	Cuadrático	0.49	0.03	218.163	0.099
	Cúbico	0.67	0.01	**214.363**	0.659
Riqueza de especies	Lineal	0.39	0.02	**-17.301**	0.496
	Cuadrático	0.45	0.05	-16.644	0.357
	Cúbico	0.46	0.12	-14.867	0.147
Índice de Margalef	Lineal	0.24	0.09	-74.628	0.345
	Cuadrático	0.37	0.10	**-75.038**	0.423
	Cúbico	0.40	0.18	-73.843	0.233
Índice de Shannon-Wiener	Lineal	0.24	0.09	-51.830	0.099
	Cuadrático	0.51	0.03	**-55.607**	0.653
	Cúbico	0.52	0.08	-53.674	0.248

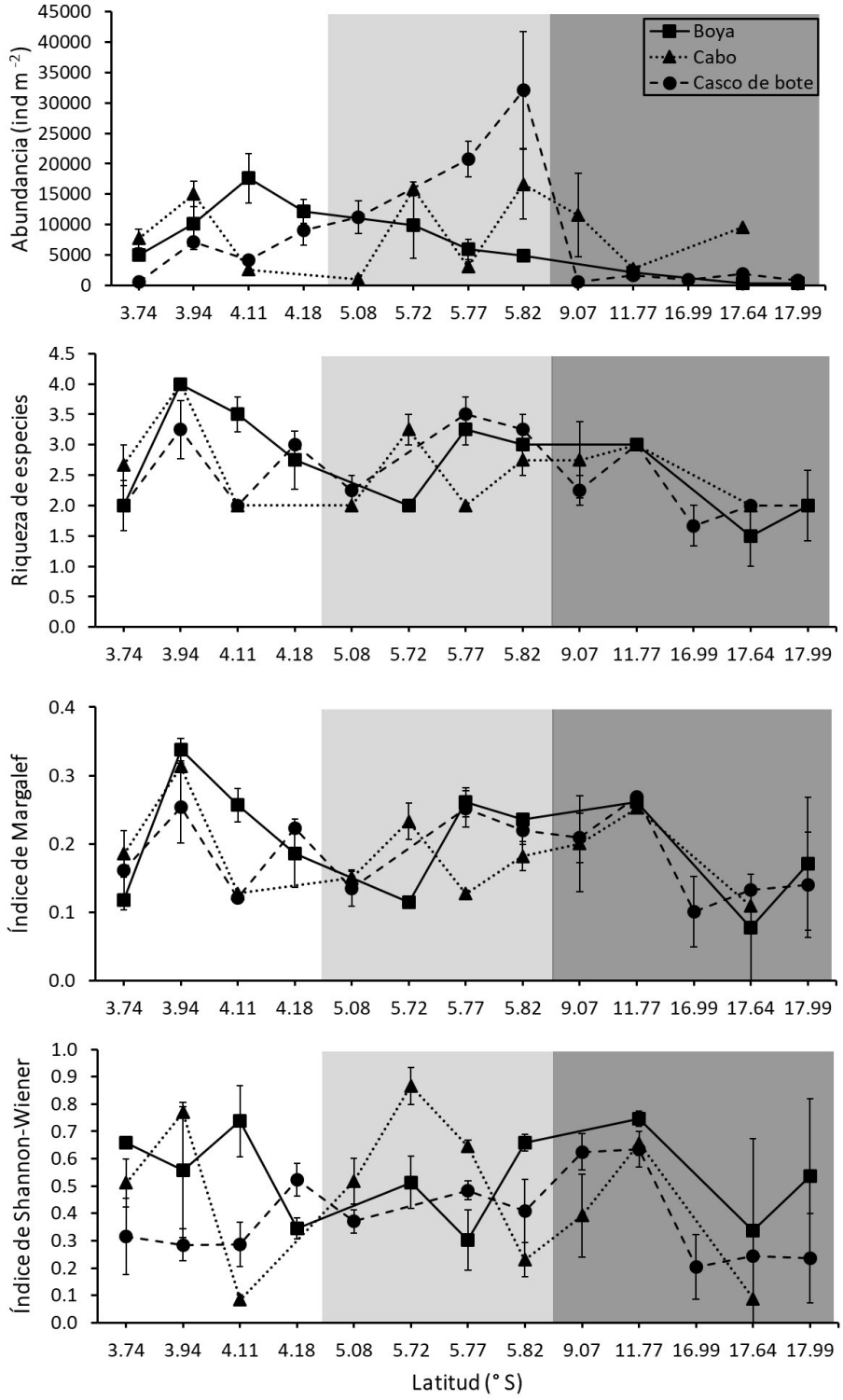


Figura 11. Gradiente latitudinal de los valores (media ± SE) de abundancia, riqueza de especies, y diversidad (índices de Margalef y Shannon-Wiener) de los ensambles de caprélidos por tipo de estructura en los sitios de muestreo (3.74° – 17.99° S) a lo largo de la Provincia Panameña (blanco), la zona de transición (gris claro), y la Provincia de Humboldt (gris oscuro). En sitios donde no se indicó el valor medio ± SE de alguna estructura (ver el esfuerzo de muestreo en la Tabla 1), los valores de los sitios cercanos fueron conectados para mejorar la visualización del gráfico.

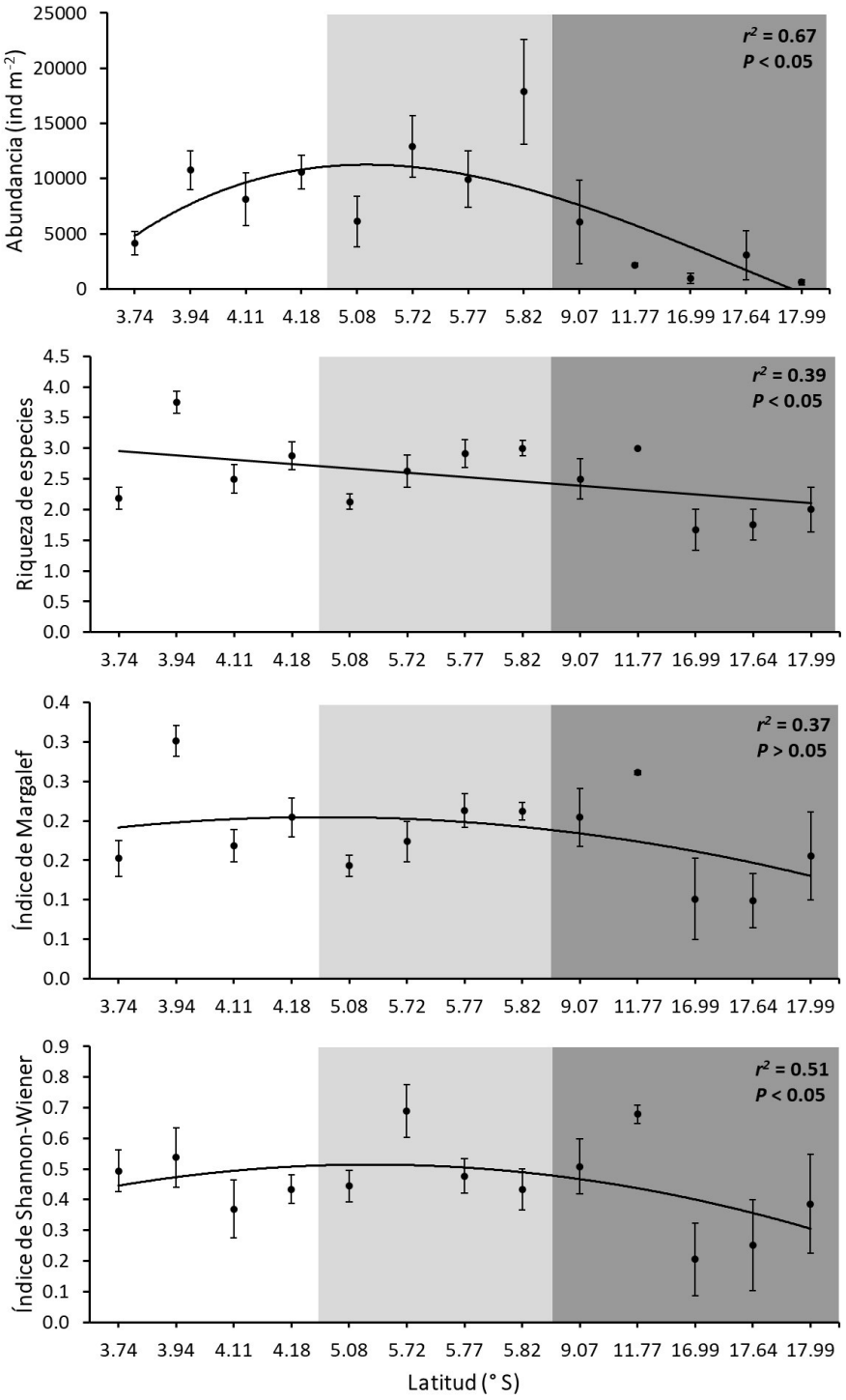


Figura 12. Gradiente latitudinal de los valores (media ± SE) de abundancia, riqueza de especies y diversidad (índices de Margalef y Shannon-Wiener) de los ensambles de caprélidos por sitio de muestreo (3.74° - 17.99° S) a lo largo de la Provincia Panameña (blanco), la zona de transición (gris claro) y la Provincia de Humboldt (gris oscuro) en el litoral del Perú. Las líneas negras sólidas representan las tendencias espaciales mediante el ajuste de una regresión de tercer orden para la abundancia, de primer orden para la riqueza de especies y de segundo orden para los índices de Margalef y Shannon-Wiener.

6.3. Patrones biogeográficos de los ensambles de caprélidos

El análisis de agrupamiento mostró similaridad entre los sitios de muestreo en dos grupos principales afines a la Provincia Panameña y la Provincia de Humboldt. Los sitios de la zona de transición se agruparon a una de las dos provincias (Figura 13). Es importante notar que el ensamble de Acapulco (3.74° S), ubicado al extremo norte de la costa peruana, no se agrupó con el resto de los sitios de muestreo (Figura 13). El análisis nMDS mostró que los ensambles de caprélidos fueron disimilares entre las estructuras y sitios de muestreo, aunque en Ancón (11.77° S) se observó una mayor similaridad entre las estructuras (Figura 14a). La disimilaridad de los ensambles entre sitios de muestreo evidenció un claro gradiente latitudinal a través de la Provincia Panameña, la zona de transición, y la Provincia de Humboldt (Figura 14b). Esta distribución espacial de los ensambles indicó un patrón seriado (Rho = 0.479, $P < 0.05$), i.e., la disimilaridad de los ensambles de caprélidos incrementó gradualmente conforme incrementó la distancia latitudinal entre los sitios de muestreo.

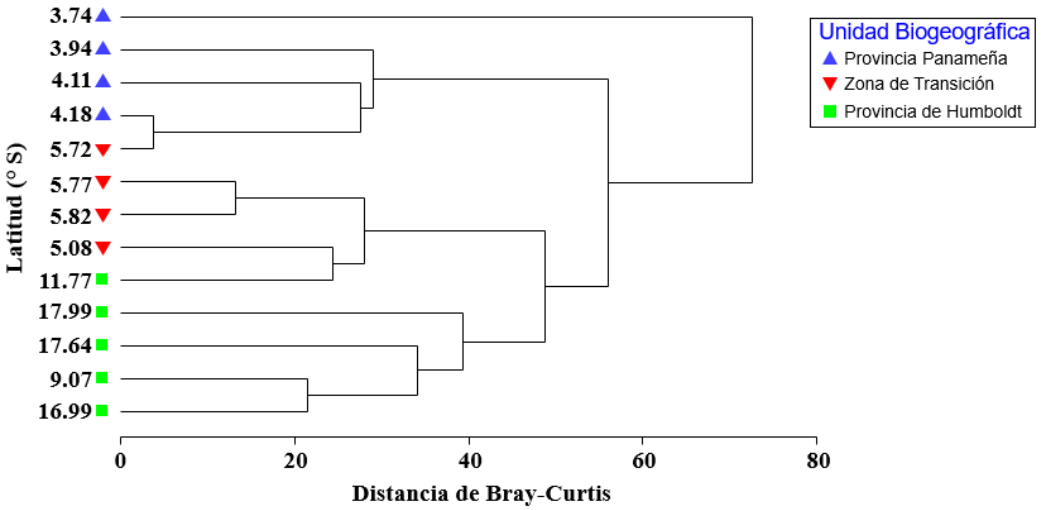


Figura 13. Dendograma mostrando el agrupamiento de los sitios de muestreo (3.74° – 17.99° S) en las tres unidades biogeográficas del litoral del Perú. La distancia de Bray-Curtis fue estimada agrupando las abundancias de todas las especies de caprélidos de todas las estructuras por sitio de muestreo.

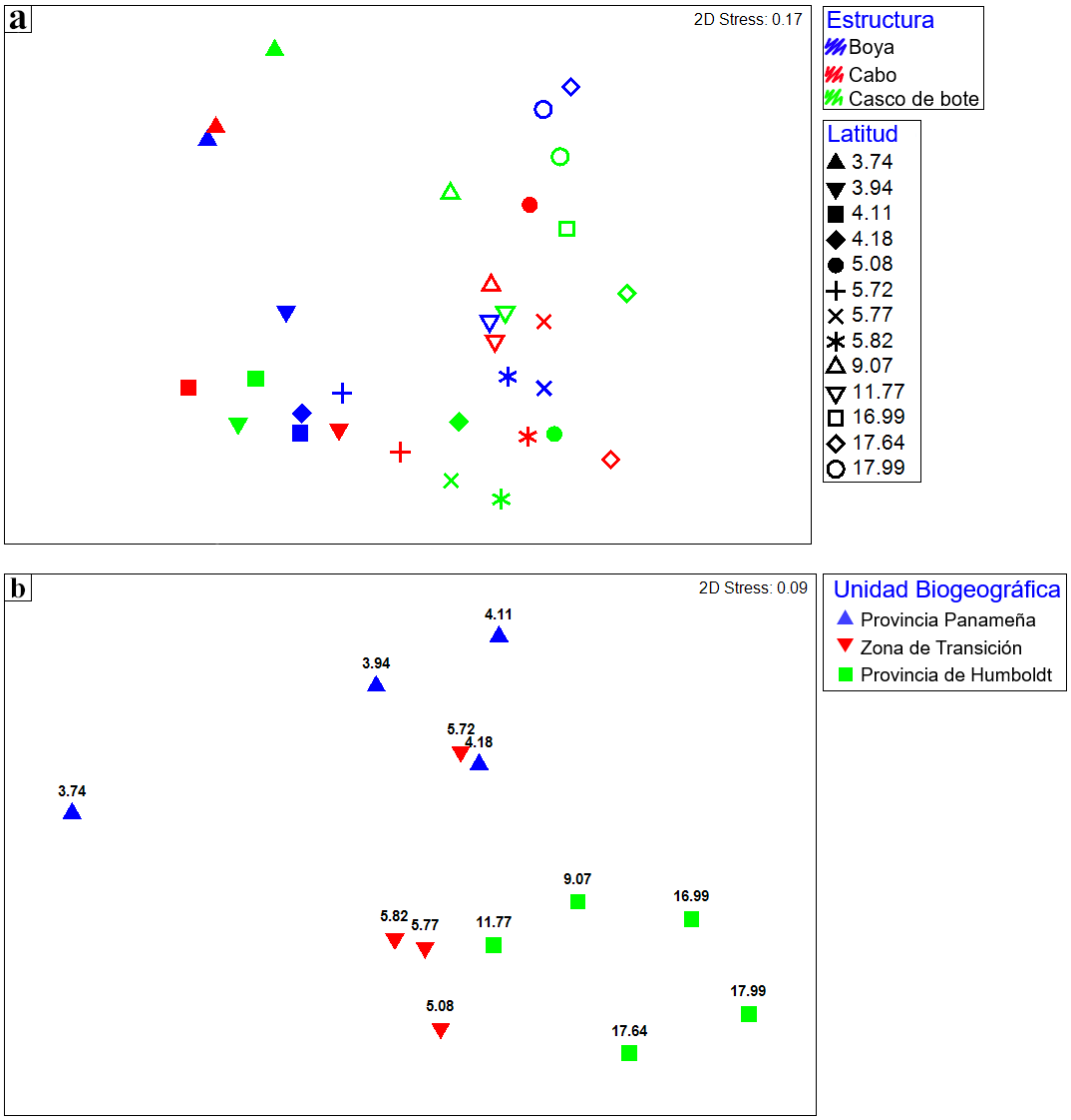


Figura 14. nMDS mostrando la disimilaridad de los ensambles de caprélidos entre (a) las estructuras y (b) sitios de muestreo (3.74° – 17.99° S). Los símbolos representan los centroides para el factor estructura-sitio de muestreo en el panel superior, y para el factor sitio de muestreo-unidad biogeográfica en el panel inferior.

El nMDS con opción de burbujas evidenció diferentes patrones de la abundancia relativa de las especies de caprélidos a través de las unidades biogeográficas. *Caprella penantis* [sensu lato] fue la especie más abundante (media ± SE) en la Provincia Panameña (5286.6 ± 913.3 ind m^{-2}), y junto a *Paracaprella pusilla*, disminuyen en abundancia hacia el sur del litoral del Perú (Figura 15). La abundancia de *C. penantis* f. *gibbosa* aumentó desde la Provincia Panameña (1186 ± 383.9 ind m^{-2}) hacia la zona de transición (9455.5 ± 1696.3 ind m^{-2}), disminuyendo hacia el sur.

C. equilibra se distribuyó a lo largo de la costa peruana, con una abundancia de 1192.3 ± 734.3 ind m^{-2} en la Provincia de Humboldt, 1047.1 ± 195.6 ind m^{-2} en la zona de transición, y 983.9 ± 256.7 ind m^{-2} en la Provincia Panameña. *C. scaura* fue escasamente registrada a lo largo del litoral del Perú, pero abundante en Morro Sama a 17.99° S (300 ± 237.4 ind m^{-2}). *D. venenosa* solo fue registrada en Ilo (17.64° S) con una abundancia de 166.7 ± 77.9 ind m^{-2} (Figura 15).

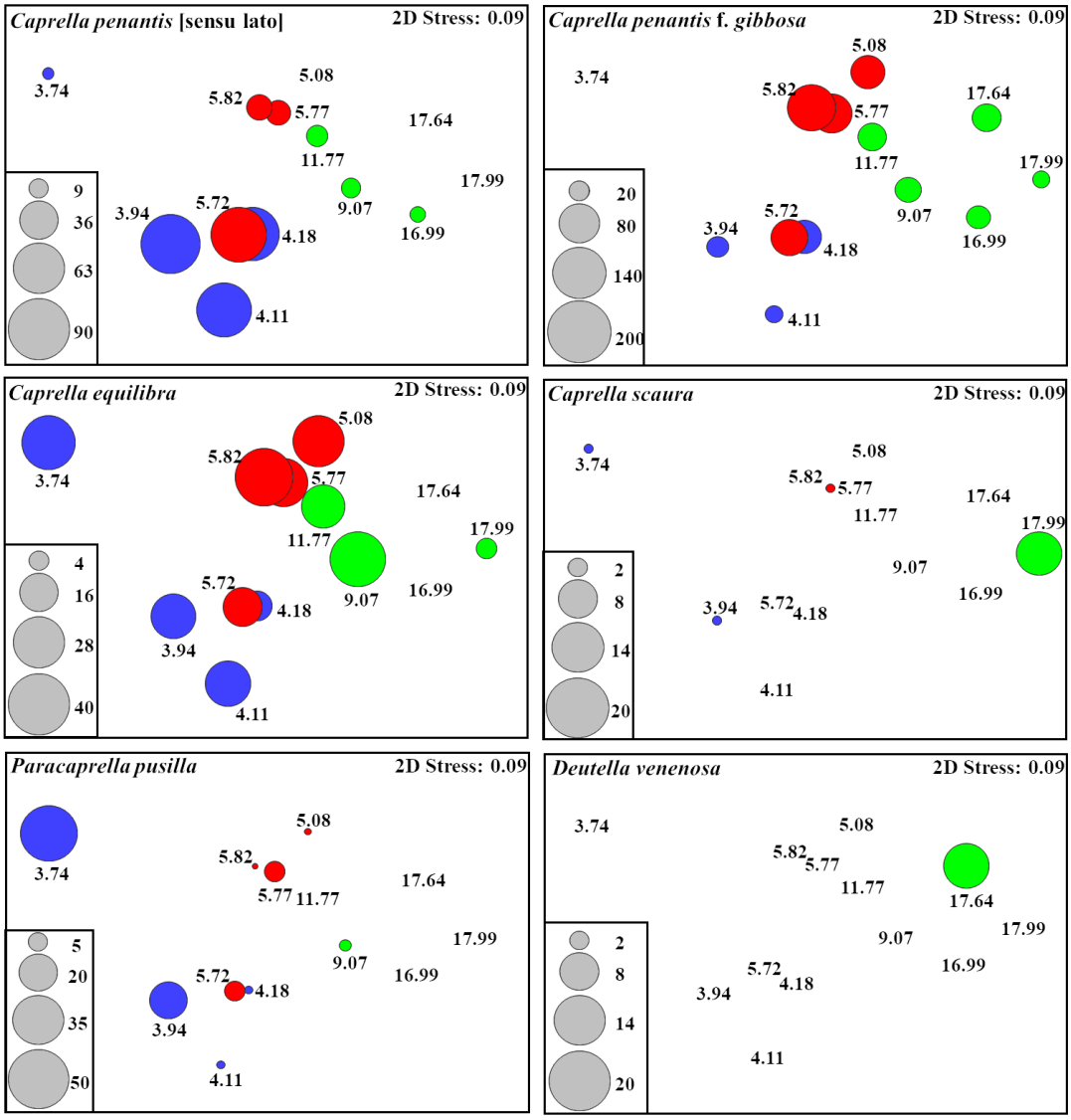


Figura 15. Patrones de la abundancia relativa de las especies de caprélidos desde los 3.74° S hasta 17.99° S a lo largo de la Provincia Panameña (azul), la zona de transición (rojo), y la Provincia de Humboldt (verde).

7. Discusión

En el presente estudio se incrementa el conocimiento sobre la diversidad y distribución latitudinal de las especies de caprélidos habitando estructuras artificiales en el litoral del Perú. Se actualiza el rango de distribución de las especies de caprélidos en el litoral peruano; además, se presenta un primer registro de una especie de caprélido para Perú. Se provee información sobre la variación espacial de la abundancia, riqueza de especies, y diversidad de los ensambles de caprélidos a lo largo de un gradiente latitudinal en el litoral del Perú. También se evidencia la afinidad biogeográfica de los ensambles de caprélidos, además de los cambios graduales en función al incremento de la latitud.

7.1. Distribución latitudinal de los caprélidos en el litoral del Perú

La abundancia, riqueza de especies, y diversidad de caprélidos fue mayor en latitudes bajas y disminuyó hacia latitudes altas en el sur del Perú. En general, este tipo de gradiente es el más conspicuo en diferentes taxa marinos (Hillebrand, 2004), aunque también se han registrado algunas excepciones (e.g., Valdovinos *et al*., 2003; Navarrete *et al*., 2020). Estudios sobre la distribución de caprélidos también reportaron este gradiente latitudinal a lo largo de la costa oeste del Atlántico Norte desde Venezuela hacia Nueva Escocia, Canadá (McCain, 1968), la costa este del Pacífico Norte de Estados Unidos (Laubitz, 1970), la costa este del Pacífico Sur de Chile (Thiel *et al*., 2003), y en la costa del Golfo de México (Paz-Ríos *et al*., 2014). Estos estudios sugieren que la abundancia y el número de especies de caprélidos es mayor en sitios cálidos cercanos al ecuador y disminuye en aguas frías. En condiciones normales, la temperatura superficial del mar del norte del Perú es ~25° C por la influencia de las aguas cálidas ecuatoriales, pero disminuye hacia el sur por el afloramiento de aguas frías y ricas en nutrientes propio del ecosistema de Humboldt, obteniéndose valores de ~15° C (Ibanez-Erquiaga *et al*., 2018; IMARPE, 2019, 2021; Vásquez y García, 2001). Este podría ser el mecanismo que explique el

gradiente latitudinal encontrado en el presente estudio. De hecho, *P. pusilla* se distribuye principalmente en aguas cálidas (Ros *et al*., 2016b) y es escasamente reportada en aguas frías (Ros y Guerra-García, 2012). Esto ayudaría a entender la mayor abundancia de *P. pusilla* en latitudes del norte, disminuyendo hacia el sur peruano.

Una situación similar ocurrió con *C. penantis* [sensu lato] y *C. penantis* f. *gibbosa*. Ambas especies pertenecen al complejo de especies *"Caprella penantis"* (Cabezas *et al*., 2010, 2013), y se ha reportado que *C. penantis* fue abundante en sitios cálidos de la Península Ibérica y escaso en sitios de aguas frías (Guerra-García *et al*., 2010b). Por otro lado, algunos estudios han mostrado que la abundancia de caprélidos en sitios en particular está influenciada por eventos cálidos y fríos del ENOS (Chess, 1989; Tapia-Ugaz *et al*., 2022), siendo muy probable que la distribución latitudinal de estos crustáceos también se vea afectada (Alarcón-Ortega *et al*., 2017). Es recomendable que estudios posteriores evalúen la relación entre la distribución latitudinal de los caprélidos y factores abióticos como la temperatura y el ciclo ENOS.

La distribución y abundancia de los ensambles de caprélidos siempre varió entre estructuras a lo largo de los sitios de muestreo. El crecimiento denso de macroalgas en la superficie de las boyas, y la adecuada rugosidad y estabilidad de los cabos aseguran un mejor agarre de los caprélidos en el sustrato promoviendo una mayor abundancia sobre estas estructuras (Lacerda y Masunari, 2011). Por el contrario, los cascos de botes parecen no ser adecuados para los caprélidos ya que están frecuentemente expuestos a las fuertes corrientes por la movilización de los botes lo cual removería a los caprélidos (Molina *et al*., 2017). Los resultados obtenidos concuerdan con lo reportado por Chunga-Llauce y Pacheco (2021), quienes concluyen que, en Bahía Sechura (norte del Perú), la abundancia de los caprélidos se distribuyó de manera diferencial entre estructuras de cultivo del bivalvo *Argopecten purpuratus*. Por otro lado, *C. scaura* fue escasamente registrada en el

presente estudio. Estudios previos han reportado altas abundancias de esta especie habitando sobre estructuras de acuicultura (Chunga-Llauce y Pacheco, 2021) y en asociación con el briozoo *Bugula neritina* (Ros *et al*., 2013b). Las boyas, cabos y cascos de botes analizadas no estuvieron asociadas a algún tipo de cultivo marino, además, la presencia de *B. neritina* en las muestras fue muy escasa. Esto podría explicar la baja abundancia de *C. scaura* en este estudio.

7.2. Actualización de los rangos de distribución de caprélidos y un nuevo registro para el litoral del Perú

Se registraron 6 especies de caprélidos asociadas a estructuras artificiales de muelles marítimos, actualizando su rango de distribución en el litoral del Perú. Las especies de *Caprella* sp. y *P. pusilla* fueron registradas en la Bahía Sechura, costa norte del Perú a 5.8° S (Chunga-Llauce y Pacheco, 2021; Chunga-Llauce *et al*., 2022). Estas especies, a excepción de *C. penantis* [sensu lato], también fueron registradas en la Bahía de Samanco, costa central a 9.2° S (Chunga-Llauce *et al*., 2022; Loayza y Tresierra, 2014; Tapia-Ugaz *et al*., 2022). Adicionalmente, *C. scaura* fue registrada en la Isla San Lorenzo, Callao, a 12° S (Galán, 2015), Playa Melchorita, sur de Lima a 13.2° S (Tasso *et al*., 2018), y en Bahía Paracas a 13.8° S (Pariona, 2018, Pastor *et al*., 2017). Los resultados obtenidos en esta tesis actualizan el rango de distribución de *C. penantis* [sensu lato], *P. pusilla*, *C. scaura* y *C. equilibra* hacia el norte del Perú (muelle de Acapulco, 3.74° S), y para *C. penantis* f. *gibbosa* solo hasta el muelle de Cancas (3.94° S). Hacia el centro y sur peruano, el rango de distribución de *P. pusilla* se actualiza hasta el muelle de Chimbote (9.07° S), y para *C. penantis* [sensu lato] hasta el muelle de Matarani (16.99° S). También, la distribución de *C. penantis* f. *gibbosa*, *C. equilibra* y *C. scaura* se actualiza hasta el muelle de Morro Sama (17.99° S), sitio de muestreo ubicado en el extremo sur de la costa peruana.

Se reporta por primera vez a la especie *Deutella venenosa* en el litoral del Perú. Esta especie fue registrada solo en el muelle de Ilo a 17.64° S y morfológicamente es similar a *D. mazatlanensis* y *D. aspiducha* por la presencia de proyecciones dorsales en la cabeza y en el pereonito 2. Sin embargo, *D. venenosa* se diferencia de estas dos especies por la presencia de una proyección dorsal medial en el pereonito 1 y tres proyecciones dorsales en el pereonito 2. La especie *D. mazatlanensis* solo tiene dos proyecciones dorsales en el pereonito 2 (Alarcón-Ortega y Carballo, 2019) y *D. aspiducha* solo una proyección (Gable y Lazo-Wasem, 1987), además, la proyección en el pereonito 1 de *D. venenosa* está ausente en ambas especies. Estas características morfológicas distintivas aseguraron la identificación de *D. venenosa* en el litoral peruano. Esta especie fue descrita originalmente en Coquimbo, Chile (Mayer, 1890). Un estudio posterior confirmó su presencia sólo en esta región, redescribiendo la especie con nuevos ejemplares recolectados (Guerra-García, 2003). La morfología de los ejemplares del presente estudio coincide con los descritos en Coquimbo. Esto confirma la presencia de *D. venenosa* en la zona sur de la costa peruana, extendiendo su rango de distribución hacia el norte a lo largo de la costa sureste del Pacífico.

La presencia de *D. venenosa* en el muelle de Ilo podría estar asociada a los estresores antropogénicos que ocurren en este sitio de muestreo. Elevadas cantidades de aguas residuales e industriales se vierten continuamente en el área costera de este muelle, impactando negativamente sobre la calidad del agua de mar (Gonzales *et al*., 2022) y los organismos marinos (Salazar, 2022). En la costa egipcia del Mar Rojo, ejemplares de *Deutella* sp. sólo se encontraron en un lugar caracterizado por un gran número de contaminantes y actividades antropogénicas (Attallah *et al*., 2022). Esto podría ayudar a explicar el registro de *D. venenosa* en el área de estudio, sugiriendo una mayor atención a la posible presencia de esta especie en áreas perturbadas.

7.3. Caprélidos y la zonación biogeográfica del litoral del Perú

Los ensambles de caprélidos reflejaron la presencia de las tres unidades biogeográficas propuestas para el litoral del Perú (Ibanez-Erquiaga *et al*., 2018). Especies de macroalgas intermareales también son afines a cada una de las unidades biogeográficas y alcanzaron altas abundancias. Por ejemplo, la especie *Bryopsis plumosa* fue representativa en términos de biomasa de la Provincia de Humboldt, mientras que *Bachelotia antillarum* y especies de *Caloglossa* sp. de la Provincia Panameña (Avila-Peltroche y Padilla-Vallejos, 2020). Especies de otros grupos marinos del litoral peruano también restringieron su distribución a una unidad biogeográfica, por ejemplo, moluscos (Ramírez *et al*., 2003), peces (Hooker, 2009), y equinodermos (Hooker *et al*., 2013).

La distribución de algunos invertebrados marinos también puede ser amplia y cruzar las barreras biogeográficas, como lo reportado con el caracol *Echinolittorina paytensis* (Barahona *et al*., 2019) y el "muy-muy" *Emerita analoga* (Vegas-Velez, 1980). Es posible que algunas especies marinas del litoral peruano se hayan adaptado a los constantes cambios de extensión o contracción en su rango de distribución como consecuencia de los eventos cálidos y fríos del ciclo ENOS que ocurren continuamente (Barahona *et al*., 2019; Wolff, 1987). En el presente estudio, *Caprella penantis* [sensu lato] fue la especie más abundante en la Provincia Panameña y *C. penantis* f. *gibbosa* en la zona de transición. Sin embargo, *C. equilibra* mostró una abundancia similar a lo largo de las tres unidades biogeográficas. En general, el efecto de los límites biogeográficos sobre la distribución de caprélidos es específico para cada especie (Gaylord y Gaines, 2000; Gaines *et al*. 2009).

La disimilaridad de los ensambles de caprélidos en el litoral peruano aumentó con la latitud, indicando un patrón seriado. Estudios biogeográficos de caprélidos evidenciaron cambios graduales con la latitud tal como lo observado en este estudio. Por ejemplo, la abundancia de las tres especies registradas en la costa norte de Chile disminuyó gradualmente hacia el sur, donde sólo se reportó una especie (Thiel *et al*.,

2003). Sitios geográficamente cercanos albergan ensambles similares y no se observan cambios graduales, sin embargo, los cambios en los ensambles son más evidentes a medida que la distancia geográfica entre los sitios incrementa (Blanchette *et al*., 2008; Nekola y White, 1999; Steinitz *et al*., 2006). El estudio biogeográfico de los caprélidos de Chile fue realizado entre los 18.4° y 41.9° S con una distancia entre sitios de ~2° de latitud, por ello se observó cambios graduales en los ensambles a medida que la distancia entre sitios incrementó (Thiel *et al*., 2003). La distribución de caprélidos a lo largo de ~10° de latitud en la costa de la Península Ibérica también fue evaluada por Guerra-García *et al*. (2010b), pero sus resultados no evidenciaron cambios graduales de los ensambles. Esta situación podría ser esperable ya que muchos de los sitios de muestreo estuvieron dentro un mismo grado de latitud (Guerra-García *et al*., 2010b). La presente tesis evaluó la distribución de caprélidos entre los 3.74° y 17.99° S, y los ensambles de los sitios ubicados aproximadamente cada grado de latitud fueron más disimilares que aquellos ensambles dentro de un mismo grado latitudinal (ver Figura 14b). El diseño de muestreo realizado sobre las estructuras artificiales permitió observar este gradiente de cambios graduales en los ensambles de caprélidos a lo largo del litoral peruano.

8. Conclusiones

- El número de especies de caprélidos reportados para Perú incrementó a siete, siendo la especie *Deutella venenosa* registrada por primera vez en el sur del litoral peruano, ampliando su rango distribución hacia el norte en la costa este del Pacífico del Sur.
- Los ensambles de caprélidos se distribuyeron diferencialmente entre las estructuras y su distribución latitudinal indicó que la abundancia, riqueza de especies, y diversidad de los caprélidos disminuyó desde latitudes cercanas al ecuador hacia latitudes altas del sur del Perú.

- Los ensambles de caprélidos habitando estructuras artificiales reflejaron la zonación biogeográfica propuesta para el litoral del Perú, donde la especie *Caprella penantis* [sensu lato] fue representativa en términos de abundancia de la Provincia Panameña y *C. penantis* f. *gibbosa* de la zona de transición. *C. equilibra* mostró una similar distribución en las tres unidades biogeográficas.

9. Referencias

Aguilera, M.A. (2018). Artificial defences in coastal marine ecosystems in Chile: opportunities for spatial planning to mitigate habitat loss and alteration of the marine community structure. *Ecological Engineering, 120*, 601-610. https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2017.04.021.

Aguilera, M.A. y González, M.G. (2023). Urban infrastructure expansion and artificial light pollution degrade coastal ecosystems, increasing natural-to-urban structural connectivity. *Landscape and Urban Planning, 229,* 104609. https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2022.104609.

Akaike, H. (1973) Information theory and an extension of the maximum likelihood principle. En: Petrov, B. N., Caski, F. (Eds.), *Proceedings of the second international symposium on information theory, Akademiai Kiado, Budapest* (pp. 267–281).

Alarcón-Ortega, L.C. y Carballo, J.L. (2019). A new species of *Deutella* Mayer 1890 (Crustacea: Amphipoda) from the Mexican Pacific coast. *Zootaxa, 4612*, 581-590. https://doi.org/10.11646/zootaxa.4612.4.10.

Alarcón-Ortega, L.C., Cupul-Magaña, A.L., Rodríguez-Troncoso, A.P. y Cupul-Magaña, F.G. (2017) Diversity and distribution of caprellids (Crustacea: Amphipoda: Caprellidae) in the Eastern Tropical Pacific region: review of the literature. *Hidrobiológica, 27,* 229–239.

Alarcón-Ortega, L.C., Guerra-García, J.M., Sánchez-Moyano, J.E. y Cupul-Magaña, F.G. (2012). Feeding habits of caprellids (Crustacea: Amphipoda) from the west

coast of Mexico. Do they feed on their hosting substrates? *Zoologica baetica, 23*, 11–20. https://idus.us.es/handle/11441/28139.

Alfaro, S., Rebaza, V., De Lucio, L., Vásquez, C. y Campos, M. (2017). Caracterización de bancos naturales de invertebrados marinos comerciales y áreas de pesca artesanal. Región La Libertad, Perú. Junio 2014. *Informe Instituto del Mar del Perú, 44(1)*, 105-148. https://repositorio.imarpe.gob.pe/handle/20.500.12958/3160.

Ampuero, A. (2018*). Relación del pH y oxígeno disuelto de fondo con la distribución del bentos calcificante de la plataforma Centro – Norte Peruana* [Tesis de maestría, Universidad Peruana Cayetano Heredia]. https://hdl.handle.net/20.500.12866/3583.

Aramayo, V., Velazco, F. y Solís, J. (2022). Macrobentos de fondo blando somero en la costa sur de Perú (18°10' - 18°20'S): características del hábitat, análisis comunitario y distribución espacial de pequeña escala. *Informe Instituto del Mar del Perú, 49(3)*, pp. 398–415. https://repositorio.imarpe.gob.pe/handle/20.500.12958/4922.

Arfianti, T. y Costello, M.J. (2020). Global biogeography of marine amphipod crustaceans: latitude, regionalization, and beta diversity. *Marine Ecology Progress Series, 638*, 83–94. https://doi.org/10.3354/meps13272.

Argüelles, J., Quispe, J., Ledesma, J., León, V., Sarmiento, M., Robles, C., Bernales, A., Villanueva, P., Sánchez, S., Velazco, F., Solís, J., Quipuzcoa, L., Yupanqui, W., Marquina, R., Henostroza, A., Martínez, C., Orozco, R., Carbajal, P., Taipe, A., Aguilar, S., Sanjinez, M., Medina, A. y Castillo, G. (2012). Estudio Línea Base – ELBA Callao, primavera 2011. *Informe Instituto del Mar del Perú, 39(3-4)*, 149-198. https://repositorio.imarpe.gob.pe/handle/20.500.12958/2223.

Arntz, W. y Tarazona, J. (1988). Una retrospectiva a El Niño 1982–83: ¿Qué hemos aprendido? En: Salzwedel, H., Landa, A. (Eds.), *Recursos y Dinámica del Ecosistema de Afloramiento Peruano, Boletín del Instituto del Mar del Perú,*

Volumen extraordinario, Callao, Perú (pp. 353–364). https://hdl.handle.net/20.500.12958/1146.

Arntz, W.E., Gallardo, V.A., Gutiérrez, D., Isla, E., Levin, L.A., Mendo, J., Neira, C., Rowe, G.T., Tarazona, J. y Wolff, M. (2006). El Niño and similar perturbation effects on the benthos of the Humboldt, California, and Benguela Current upwelling ecosystems. *Advances in Geosciences, 6*, 243–265. https://doi.org/10.5194/adgeo-6-243-2006.

Ashton, T., Riascos, J.M. y Pacheco, A. (2008). First record of *Cymatium keenae* Beu, 1970 (Mollusca: Ranellidae) from Antofagasta Bay, northern Chile, in connection with El Niño events. *Helgoland Marine Research, 62,* 107–110. https://doi.org/10.1007/s10152-007-0084-5.

Attallah, M.A., Hellal, A.M., Abdelrazek, F.A., Gabr, M.Kh. y Abdel-Gaid, S.E. (2022). Occurrence and distribution of caprellids from the Egyptian Red Sea coast, with first records of two genera. *Egyptian Journal of Aquatic Research, 48*, 247-255. https://doi.org/10.1016/j.ejar.2022.07.003.

Avila-Peltroche, J. y Padilla-Vallejos, J. (2020). The seaweed resources of Peru. *Botanica Marina, 63,* 381–394. https://doi.org/10.1515/bot-2020-0026.

Baeza-Rojano, E. y Guerra-García, J.M. (2013). Life history under laboratory conditions of the caprellids (Crustacea: Amphipoda) from the South of the Iberian Peninsula: *Caprella equilibra* and *Caprella dilatata* (Caprellidae) and *Phtisica marina* (Phtisicidae). *Zoologica Baetica, 24*, 155–186.

Baeza-Rojano, E., García, S., Garrido, D., Guerra-García, J.M. y Domingues, P. (2010). Use of Amphipods as alternative prey to culture cuttlefish (*Sepia officinalis*) hatchlings. *Aquaculture*, *300*(1), 243-246. https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2009.12.029.

Baldarrago, D., Pastor, R., Aragón, B., Liza, C. y Tejada, A. (2017). Diversidad y abundancia de las comunidades bentónicas en matrices de organismos bioingenieros de las regiones Moquegua y Tacna. 2015. *Informe Instituto del Mar*

del Perú, 44(3), 429-441. https://repositorio.imarpe.gob.pe/handle/20.500.12958/3224.

Baldarrago, D., Tejada Cáceres, A., Aragón, B., Romucho, Y. y Liza, C. (2019a). Variabilidad intranual de la macroinfauna bentónica en las playas arenosas de la región Tacna. *Informe Instituto del Mar del Perú, 46 (1)*, pp. 17–33. https://repositorio.imarpe.gob.pe/handle/20.500.12958/3337.

Baldarrago, D., Aragón, B., Viscarra, Y. y Tejada, A. (2019b). Estructura bentónica en el submareal somero de punta Coles (Ilo, Moquegua) en el 2017. *Informe Instituto del Mar del Perú, 46(4)*, 578-600. https://repositorio.imarpe.gob.pe/handle/20.500.12958/3381.

Barahona, S.P., Vélez-Zuazo, X., Santa-María, M. y Pacheco, A.S. (2019). Phylogeography of the rocky intertidal periwinkle *Echinolittorina paytensis* through a biogeographic transition zone in the Southeastern Pacific. *Marine Ecology, 40(4)*, e12556. https://doi.org/10.1111/maec.12556.

Berrú, P., Tresierra, Á. y García, V. (2007). Población de la "concha de abanico" *Argopecten purpuratus* (Lamarck, 1819) en el litoral de la región Áncash, Perú. Primavera 2006. *Informe Instituto del Mar del Perú, 34(2),* 87-130. https://repositorio.imarpe.gob.pe/handle/20.500.12958/1950.

Blanchette, C.A., Miner, C.M., Raimondi, P.T., Lohse, D., Heady, K.E. y Broitman, B.R. (2008). Biogeographical patterns of rocky intertidal communities along the Pacific coast of North America. *Journal of Biogeography, 35*, 1593–1607. https://doi.org/10.1111/j.1365-2699.2008.01913.x.

Bloom, S.A. (1981). Similarity indices in community studies: potential pitfalls. Marine Ecology Progress Series, 5:125–128.

Boschi, E.E. (2000). Species of decapod crustaceans and their distribution in the American marine zoogeographic provinces. *Revista de Investigación y Desarrollo Pesquero, 13*, 1-136.

Brown, J.H. (2014). Why are there so many species in the tropics? *Journal of Biogeography, 41,* 8–22. https://doi.org/10.1111/jbi.12228.

Bulleri, F. y Chapman, M.G. (2010). The introduction of coastal infrastructures as a driver of change in marine environments. *Journal of Applied Ecology, 47,* 26–35. https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2009.01751.x.

Burnham, K.P. y Anderson, D.R. (1998). Information theory and log-likelihood models: a basis for model selection and inference. En: Burnham, K.P., Anderson, D.R (Eds.), *Model selection and inference: a practical information-theoretic approach* (pp. 32–74). Springer New York, NY. https://doi.org/10.1007/978-1-4757-2917-7_2.

Cabezas, M. P., Cabezas, P., Machordom, A. y Guerra-García, J.M. (2013). Hidden diversity and cryptic speciation refute cosmopolitan distribution in *Caprella penantis* (Crustacea: Amphipoda: Caprellidae). *Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research, 51*, 85-99. https://doi.org/10.1111/jzs.12010.

Cabezas, M.P., Guerra-García, J. M., Baeza-Rojano, E., Redondo-Gómez, S., Figueroa, M. E., Luque, T. y García-Gómez, J. C. (2010). Exploring molecular variation in the cosmopolitan *Caprella penantis* (Crustacea: Amphipoda): results from RAPD analysis. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom, 90*, 617-622. https://doi.org/10.1017/S0025315409990828.

Cane, M.A. (1983). Ocenographic events during El Niño. *Science, 222(4629),* 1189-1195. https://doi.org/10.1126/science.222.4629.1189.

Carbajal-Enzian, P. y Santamaría, J. (2017). Guía ilustrada para reconocimiento de crustáceos braquiuros y anomuros con valor comercial del Perú. *Instituto del Mar del Perú*, *Lima*, 22 pp. https://hdl.handle.net/20.500.12958/3202.

Castilla, J.C. y Guiñez, R. (2000). Disjoint geographical distribution of intertidal and nearshore benthic invertebrates in the Southern Hemisphere. *Revista Chilena de*

Historia Natural, 73, 585–603. http://dx.doi.org/10.4067/S0716-078X2000000400004.

Chess, J.R. (1989). *Aciconula acanthosoma*, new species, a caprellid amphipod from Southern California, with notes on its ecology. *Journal of Crustacean Biology, 9,* 662–665. https://doi.org/10.1163/193724089X00656.

Chou, L.M. (2021). Enhancing marine biodiversity with artificial structures. En: Ting, D.S-K, y Stagner, J.A. (Eds.), *Sustainable engineering technologies and architectures* (pp. 5-1-5-22). AIP Publishing, Melville, New York. https://doi.org/10.1063/9780735424036_005.

Chunga-Llauce, J.A. y Pacheco, A.S. (2021). Caprellids in biofouling communities on aquaculture structures of the scallop Argopecten purpuratus (Lamarck, 1819) in northern coast of Peru, two new records. *Spixiana, 44*, 159-170.

Chunga-Llauce, J.A., Tapia-Ugaz, L., Santamaría, J. y Guerra-García, J.M. (2022). First record of the exotic caprellid *Paracaprella pusilla* (Amphipoda, Caprellidae) in the Peruvian coast. *Thalassas: An International Journal of Marine Sciences, 38*,1275–1280. https://doi.org/10.1007/s41208-022-00473-x.

Clark, S. y Edwards, A.J. (1999). An evaluation of artificial reef structures as tools for marine habitat rehabilitation in the Maldives. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems, 9*(1), 5 – 21. https://doi.org/10.1002/(SICI)1099-0755(199901/02)9:1<5::AID-AQC330>3.0.CO;2-U.

Clarke, K.R. y Gorley R.N. (2015). PRIMER v7: User manual tutorial. PRIMER-E, Plymouth.

Dafforn, K.A., Glasby, T.M., Airoldi, L., Rivero, N.K., Mayer-Pinto, M. y Johnston, E.L. (2015). Marine urbanization: an ecological framework for designing multifunctional artificial structures. *Frontiers in Ecology and the Environment, 13,* 82–90. https://doi.org/10.1890/140050.

de Andrés, M., Barragán, J.M. y García Sanabria, J. (2017). Relationships between coastal urbanization and ecosystems in Spain. *Cities, 68*, 8–17. https://doi.org/10.1016/j.cities.2017.05.004.

Díaz, A., Ortlieb, L. (1993). El Fenómeno “El Niño” y los moluscos de la costa peruana. *Bulletin de l'Institut Français d'Études Andines, 22,* 159–177. https://doi.org/10.3406/bifea.1993.1109.

Díaz, Y., Guerra-García, J.M. y Martín, A. (2005). Caprellids (Crustacea: Amphipoda: Caprellidae) from shallow waters of the Caribbean coast of Venezuela. *Organisms Diversity & Evolution, 5*, 249-251. https://doi.org/10.1016/j.ode.2004.11.010.

Dong, Y.W., Huang, X.W., Wang, W., Li, Y. y Wang, J. (2016). The marine ‘great wall’ of China: local- and broad-scale ecological impacts of coastal infrastructure on intertidal macrobenthic communities. *Diversity and Distributions, 22,* 731–744. https://doi.org/10.1111/ddi.12443.

Doti, B.L., Roccatagliata, D. y López Gappa, J. (2014). An inverse latitudinal biodiversity pattern in asellote isopods (Crustacea, Peracarida) from the Southwest Atlantic between 35° and 56°S. *Marine Biodiversity 44*, 115-125. https://doi.org/10.1007/s12526-013-0187-y.

ENFEN – Comisión Multisectorial del Estudio Nacional del Fenómeno El Niño. (2021). Comunicado Oficial ENFEN N°10–2021. https://repositorio.senamhi.gob.pe/handle/20.500.12542/1413.

Enríquez, E., Orozco, R., Castillo, S., Fernández, E. y Morón, O. (1999). Contaminación marina en las bahías de Paita y Talara en setiembre 1996. *Informe Progresivo Instituto del Mar del Perú, 101,* 3-35. https://repositorio.imarpe.gob.pe/handle/20.500.12958/1047.

Fenner, D. (2001). Biogeography of three Caribbean corals (Scleractinia) and the invasion of *Tubastraea coccinea* into the Gulf of Mexico. *Bulletin of Marine Science, 69*(3), 1175–1189.

Foster, S., Smale, D.A., How, J., de Lestang, S., Brearley, A. y Kendrick, G.A. (2014). Regional-scale patterns of mobile invertebrate assemblage structure on artificial habitats off Western Australia. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 453,* 43–53. http://dx.doi.org/10.1016/j.jembe.2013.12.015.

Gable, M.F. y Lazo-Wasem, E.A. (1987). The caprellids (Amphipoda: Caprellida) from Bermuda: a survey of specimens collected from 1876–1987, including cave inhabitants, and the description of *Deutella aspiducha*, new species. *Proceedings of The Biological Society of Washington, 100*, 629–639.

Gaines, S.D., Lester, S.E., Eckert, G., Kinlan, B.P., Sagarin, R. y Gaylord, B. (2009). Dispersal and geographic ranges in the sea. En: Witman, J.D., Roy, K. (Eds.), *Marine Macroecology, University of Chicago Press, Chicago, Illinois*, pp. 227–249. https://doi.org/10.7208/chicago/9780226904146.003.0009.

Galán, M.A. (2015). *Estructura y composición de la comunidad macrobentónica asociada a la macroalga filamentosa Chaetomorpha crassa en el submareal somero de la isla San Lorenzo, Callao-Perú* [Tesis de titulación, Universidad Nacional Mayor de San Marcos].

García-Sanz, S., Tuya, F., Navarro, P.G., Angulo-Preckler, C. y Haroun, R.J. (2012). Post larval, short-term, colonization patterns: The effect of substratum complexity across subtidal, adjacent, habitats. *Estuarine, Coastal and Shelf Science, 112*, 183 – 191. http://dx.doi.org/10.1016/j.ecss.2012.07.014.

Gaylord, B. y Gaines, S.D. (2000). Temperature or transport? Range limits in marine species mediated solely by flow. *The American Naturalist, 155*, 769–789. https://doi.org/10.1086/303357.

Germán-Gómez, A., Aponte, H. y Moscoso, V. (2020). Decápodos (Crustacea) marino-costeros del Perú: efectividad de las ANP y retos para su protección. *South Sustainability, 1(2)*, e024. https://doi.org/10.21142/SS-0102-2020-024.

Ghafor, I.M. (2020). Crustacean. En: Diarte-Plata, G., Escamilla-Montes, R. (Eds.), Crustacea. *IntechOpen, London, United Kingdom*, pp. 1–18. https://doi.org/10.5772/intechopen.89730.

Gobin, J.F. y Warwick, R.M. (2006). Geographical variation in species diversity: a comparison of marine polychaetes and nematodes. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 330,* 234–244. https://doi.org/10.1016/j.jembe.2005.12.030.

Gómez, N. (2019). *Variación en la estructura comunitaria del zooplancton relacionado con la intensidad y frecuencia del afloramiento costero frente al litoral de Lambayeque, durante marzo 2010 a abril 2013* [Tesis de titulación, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo]. https://hdl.handle.net/20.500.12893/3686.

Gonzáles, A. y Pastor, R. (2017). Comunidades bentónicas de los ecosistemas de fondos blandos y duros en el intermareal y submareal somero. Sitio piloto Punta San Juan. Enero – febrero 2014. *Informe Instituto del Mar del Perú, 44(3)*, 344-370. https://repositorio.imarpe.gob.pe/handle/20.500.12958/3219.

Gonzales, G-C., Mendez, S. y Condori, R.M. (2022). Determination of the concentration of heavy metals and oils in seawater in the port of Ilo, Peru. *Journal of Environmental Science, Toxicology and Food Technology, 16*, 28-36. https://doi.org/10.9790/2402-1601012836.

Guerra-García, J.M. (2003). Revision of the genus *Deutella* (Crustacea: Amphipoda: Caprellidea) with description of a new species, redescription of *Deutella venenosa* Mayer, 1890 and a key to the species of *Deutella*. *Journal of Natural History, 37*, 1059–1084. https://doi.org/10.1080/00222930110104267.

Guerra-García, J.M. y García-Gómez, J.C. (2001). The spatial distribution of Caprellidea (Crustacea: Amphipoda): a stress bioindicator in Ceuta (North Africa, Gibraltar Area). *Marine Ecology*, *22*(4), 357-367. https://doi.org/10.1046/j.1439-0485.2001.01757.x.

Guerra-García, J.M. y Thiel, M. (2001). La fauna de caprélidos (Crustacea: Amphipoda: Caprellidea) de la costa de Coquimbo, centro-norte de Chile, con una clave taxonómica para la identificación de las especies. *Revista Chilena de Historia Natural, 74*, 873-883. http://dx.doi.org/10.4067/S0716-078X2001000400014.

Guerra-García, J.M. y Tierno de Figueroa, J.M. (2009). What do caprellids (Crustacea: Amphipoda) feed on? *Marine Biology, 156(9)*, 1881-1890. https://doi.org/10.1007/s00227-009-1220-3.

Guerra-García, J.M., Ros, M. y Baeza-Rojano, E. (2015). Seasonal fluctuations and dietary analysis of fouling caprellids (Crustacea: Amphipoda) from marinas of southern Spain. *Marine Biology Research, 11*, 703-715. https://doi.org/10.1080/17451000.2014.985231

Guerra-García, J.M., Ganesh, T., Jaikumar, M. y Raman, A.V. (2010a). Caprellids (Crustacea: Amphipoda) from India. *Helgoland Marine Research, 64*, 297–310. https://doi.org/10.1007/s10152-009-0183-6.

Guerra-García, J.M., Ros, M., Gordillo, I., Cabezas, M.P., Baeza-Rojano, E., Izquierdo, D., Corzo, J., Domínguez, J. y Varona, S. (2010b). Distribution patterns of intertidal and shallow water caprellids associated with macroalgae along the Iberian Peninsula. *Zoologica Baetica, 21*, 101-129.

Guerra-García, J.M., Ros, M., Dugo-Cota, A., Burgos, V., Flores-León, A.M., Baeza-Rojano, E., Cabezas, M.P. y Núñez, J. (2011). Geographical expansion of the invader *Caprella scaura* (Crustacea: Amphipoda: Caprellidae) to the East Atlantic coast. *Marine Biology, 158,* 2617–2622. https://doi.org/10.1007/s00227-011-1754-z.

Hendrickx, M.E. y Hernández-Payán, J.C. (2018). Distribution and abundance of Nematocarcinus spp. (Crustacea: Decapoda: Caridea: Nematocarcinidae) off western Mexico, eastern Pacific. *Regional Studies in Marine Science, 23*, 47-52. https://doi.org/10.1016/j.rsma.2017.10.012.

Hernández, C.E., Moreno, R.A. y Rozbaczylo, N. (2005). Biogeographical patterns and Rapoport's rule in southeastern Pacific benthic polychaetes of the Chilean coast. *Ecography, 28*, 363-373. https://doi.org/10.1111/j.0906-7590.2005.04013.x.

Hillebrand, H. (2004). On the generality of the latitudinal diversity gradient. *The American Naturalist, 163,* 192-211. https://doi.org/10.1086/381004.

Hooker, Y. (2009). New records of coastal tropical fish in Peru. *Revista Peruana de Biología, 16*, 33–41. https://doi.org/10.15381/rpb.v16i1.192.

Hooker, Y., Prieto-Rios, E. y Solís-Marín, F.A. (2013). Echinoderms of Peru. En: Alvarado, J.J., Solís-Marín, F.A. (Eds.), *Echinoderm Research and Diversity in Latin America, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg*, pp. 277–299. https://doi.org/10.1007/978-3-642-20051-9_8.

Horton, T., Lowry, J., De Broyer, C., Bellan-Santini, D., Copilaș-Ciocianu, D., Corbari, L., Costello, M.J., Daneliya, M., Dauvin, J.-C., Fišer, C., Gasca, R., Grabowski, M., Guerra-García, J.M., Hendrycks, E., Hughes, L., Jaume, D., Jazdzewski, K., Kim, Y.-H., King, R., Krapp-Schickel, T., LeCroy, S., Lörz, A.-N., Mamos, T., Senna, A.R., Serejo, C., Souza-Filho, J.F., Tandberg, A.H., Thomas, J.D., Thurston, M., Vader, W., Väinölä, R., Vonk, R., White, K. y Zeidler, W. (2023). World Amphipoda Database. https://www.marinespecies.org/amphipoda. Accedido el 15 de Agosto de 2023.

Ibáñez, C.M., Camus, P.A. y Rocha, F.J. (2009). Diversity and distribution of cephalopod species off the coast of Chile. *Marine Biology Research, 5*, 374-384. https://doi.org/10.1080/17451000802534873.

Ibanez-Erquiaga, B., Pacheco, A.S., Rivadeneira, M.M. y Tejada, C.L. (2018). Biogeographical zonation of rocky intertidal communities along the coast of Peru (3.5–13.5˚S Southeast Pacific). *PLoS ONE, 13,* e0208244. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0208244.

Ibarra, A.A. (2015). *Variabilidad temporal en la estructura y composición de la macrofauna bentónica en playa Atenas, Pisco* [Tesis de titulación, Universidad

Nacional Agraria La Molina]. http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/1913.

IMARPE. (2010). Bases técnicas para el ordenamiento pesquero y acuícola de la Bahía de Paracas-Línea Base 2010 (43p.).

IMARPE. (2019). Boletín diario oceanográfico, vol.6, N° 345. https://repositorio.imarpe.gob.pe/handle/20.500.12958/5814.

IMARPE. (2021). Boletín diario oceanográfico, vol.8, N° 294. https://repositorio.imarpe.gob.pe/handle/20.500.12958/6859.

Jiménez, A., Marquina, R. y Quipúzcoa, L. (2018). Anfípodos bentónicos (Amphilochidea y Senticaudata) en el centro norte de la plataforma continental del Perú. *Revista peruana de biología, 25(4)*, 371-406. http://dx.doi.org/10.15381/rpb.v25i4.15531.

Kameya, A., Moscoso, V. y Lleellish, M. (1998). Los crustáceos decápodos y estomatópodos del Perú. *Informe Instituto del Mar del Perú, 136*, 80-109. https://repositorio.imarpe.gob.pe/handle/20.500.12958/1520.

Lacerda, M.B. y Masunari, S. (2011). Substrate selection of the caprellid *Caprella dilatata* (Crustacea, Amphipoda). *Revista de Biología Marina y Oceanografía, 46*, 207–218. http://dx.doi.org/10.4067/S0718-19572011000200010.

Laubitz, D.R. (1970). Studies on the Caprellidae (Crustacea, Amphipoda) of the American North Pacific. *National Museums of Canada, Publications in Biological Oceanography, 1*, 1-89.

Lee, M.R. y Riveros, M. (2011). Latitudinal trends in the species richness of free-living marine nematode assemblages from exposed sandy beaches along the coast of Chile (18–42° S). *Marine Ecology, 33(3),* 317-325. https://doi.org/10.1111/j.1439-0485.2011.00497.x.

Loayza, R. y Tresierra, Á. (2014). Variación del “biofouling” en linternas de cultivo de “concha de abanico” *Argopecten purpuratus* en bahía Samanco, Ancash, Perú. *Revista Ciencia Y Tecnología, 10,*19-34.

Lomovasky, B.J., Firstater, F.N., Gamarra, A., Mendo, J. y Iribarne, O.O. (2011). Macro benthic community assemblage before and after the 2007 tsunami and earthquake at Paracas Bay, Peru. *Journal of Sea Research, 65(2)*, 205-212. https://doi.org/10.1016/j.seares.2010.10.002.

Lomovasky, B.J., Gamero, P.A., Romero, L., Firstater, F.N., Gamarra, A., Hidalgo, F., Tarazona, J. y Iribarne, O.O. (2015). The role of *Argopecten purpuratus* shells structuring the soft bottom community in shallow waters of southern Peru. *Journal of Sea Research, 106*, 14-26. https://doi.org/10.1016/j.seares.2015.09.006.

Lowry, J.K. y Myers, A.A. (2017). A phylogeny and classification of the Amphipoda with the establishment of the new order Ingolfiellida (Crustacea: Peracarida). *Zootaxa, 4265(1)*, 1-90. https://doi.org/10.11646/zootaxa.4265.1.1.

Magurran, A.E. (2004). Measuring biological diversity. Blackwell Publishing, Oxford, 256 p.

Martin, D., Bertasi, F., Colangelo, M.A., de Vries, M., Frost, M., Hawkins, S.J., Macpherson, E., Moschella, P.S., Satta, M.P., Thompson, R.C. y Ceccherelli, V.U. (2005). Ecological impact of coastal defence structures on sediment and mobile fauna: evaluating and forecasting consequences of unavoidable modifications of native habitats. *Coastal Engineering, 52,* 1027–1051. https://doi.org/10.1016/j.coastaleng.2005.09.006.

Mayer, P. (1890). Die Caprelliden des Golfes von Neapel und der angrenzenden Meeres-Abschnitte. *Fauna und Flora des Golfes von Neapel, 17*, 1–55.

McCain, J.C. (1968). The Caprellidae (Crustacea: Amphipoda) of the western North Atlantic. *United States National Museum Bulletin, 278*, 1-147.

McCain, J.C. y Steinberg, J.E. (1970). Amphipoda I. Caprellidea I. Fam. Caprellidae. En: H.E. Gruner, L.B. Holthuis (Eds.), *Crustaceorum Catalogus, Pars 2 (pp. 1-78), Dr. W. Junk Publishers*.

Mendo, J. y Wolff, M. (2003). El impacto de El Niño sobre la producción de concha de abanico (*Argopecten purpuratus*) en Bahía Independencia, Pisco, Perú. *Ecología Aplicada, 2,* 51–57. https://doi.org/10.21704/rea.v2i1-2.247.

Mittelbach, G.G., Schemske, D.W., Cornell, H.V., Allen, A.P., Brown, J.M., Bush, M.B., Harrison, S.P., Hurlbert, A.H., Knowlton, N., Lessios, H.A., McCain, C.M., McCune, A.M., McDade, L.A., McPeek, M.A., Near, T.J., Price, T.D., Ricklefs, R.E., Roy, K., Sax, D.F., Schluter, D., Sobel, J.M. y Turelli, M. (2007). Evolution and the latitudinal diversity gradient: speciation, extinction and biogeography. *Ecology Letters, 10,* 315–331. https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2007.01020.x.

Molina, S., Ros, M. y Guerra-García, J.M. (2017). Distribution of the invasive caprellid *Caprella scaura* (Crustacea: Amphipoda) in Cádiz marina, Southern Spain: implications for its dispersal. *Thalassas: An International Journal of Marine Sciences, 33*, 81–86. https://doi.org/10.1007/s41208-017-0024-3.

Morón, O. (2000). Características del ambiente marino frente a la costa peruana. *Boletín Instituto del Mar del Perú, 19(1-2),* 179-204. https://repositorio.imarpe.gob.pe/handle/20.500.12958/1008.

Moscoso, V. (2012). Catálogo de crustáceos decápodos y estomatópodos del Perú. *Boletín Instituto del Mar del Perú, 27(1-2)*, 8-209. https://repositorio.imarpe.gob.pe/handle/20.500.12958/2190.

Moscoso, V. (2013). Clave para identificación de crustáceos decápodos y estomatópodos del Perú. *Boletín Instituto del Mar del Perú, 28(1-2)*, 8-135. https://repositorio.imarpe.gob.pe/handle/20.500.12958/2194.

Navarrete, A.H., Lagos, N.A. y Ojeda, F.P. (2014). Latitudinal diversity patterns of Chilean coastal fishes: searching for causal processes. *Revista Chilena de Historia Natural, 87(2)*, 1-11. https://doi.org/10.1186/0717-6317-87-2.

Navarrete, S.A., Wieters, E.A., Broitman, B.R. y Castilla, J.C. (2005). Scales of benthic–pelagic coupling and the intensity of species interactions: From recruitment

limitation to top-down control. *Proceedings of the National Academy of Sciences, 102,* 18046–18051. https://doi.org/10.1073/pnas.0509119102.

Navarrete, A.H., Sellanes, J., Pardo-Gandarillas, M.C., Sirenko, B., Eernisse, D.J., Camus, P.A., Ojeda, F.P. y Ibáñez, C.M. (2020). Latitudinal distribution of polyplacophorans along the South-eastern Pacific coast: unravelling biases in geographical diversity patterns. *Marine Biodiversity, 50(45)*, 1-12. https://doi.org/10.1007/s12526-020-01060-0.

Nekola, J.C. y White, P.S. (1999). The distance decay of similarity in biogeography and ecology. *Journal of Biogeography, 26*, 867–878. https://doi.org/10.1046/j.1365-2699.1999.00305.x.

Orozco, R., Enríquez, E., Castillo, S., Fernández, E. y Morón, O. (1998). Contaminación sobre el macrobentos en las Bahías de Mollendo, Ilo, e Ite en marzo y agosto de 1996. *Informe Progresivo Instituto del Mar del Perú, 84*, 34-71. https://repositorio.imarpe.gob.pe/handle/20.500.12958/1265.

Orozco, R., Castillo, S., Fernández, E., Fierro, C., Morón, O., Solís, J. y Flores, G. (1999). Contaminación sobre el ecosistema marino del Callao en abril y setiembre 1997. *Informe Progresivo Instituto del Mar del Perú, 103*, 3-36. https://repositorio.imarpe.gob.pe/handle/20.500.12958/1060.

Ostalé-Valriberas, E., Sempere-Valverde, J., Coppa, S., García-Gómez, J.C. y Espinosa, F. (2018). Creation of microhabitats (tidepools) in ripraps with climax communities as a way to mitigate negative effects of artificial substrate on marine biodiversity. *Ecological Engineering, 120,* 522 – 531. https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2018.06.023.

Page, H.M., Dugan, J.E., Culver, C.S. y Hoesterey, J.C. (2006). Exotic invertebrate species on offshore oil platforms. *Marine Ecology Progress Series, 325*, 101–107.

Palma, A.T. y 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*, 189–200. http://dx.doi.org/10.4067/S0716-078X2002000100018.

Paredes, C., Tarazona, J., Canahuire, E., Romero, L. y Cornejo, O. (1988). Invertebrados macro-bentónicos del área de Pisco, Perú. *Boletín Instituto del Mar del Perú*, *volumen extraordinario,* 121-132. https://repositorio.imarpe.gob.pe/handle/20.500.12958/1090.

Paredes, C., Tarazona, J., Canahuire, E., Romero, L., Cornejo, O. y Cardoso, F. (1998). Presence of tropical mollusks from the Panamanian province in the central coast of Peru and relation with the events "El Niño". *Revista Peruana de Biología, 5(2)*, 123–128. https://doi.org/10.15381/rpb.v5i2.8330.

Pariona, E.P. (2018). *Dinámica comunitaria macrobentónica en áreas colonizadas por Caulerpa filiformis (Suhr) Hering (Bryopsidales, Chlorophyta) en bahía Paracas-Perú* [Tesis de maestría, Universidad Nacional Agraria La Molina].

Pastor, R., Gonzáles, A. y Zavalaga, F. (2017). Comunidades bentónicas de los ecosistemas de fondos blandos y duros en el intermareal y submareal somero. Sitio piloto islas Ballestas. Setiembre – octubre 2013. *Informe Instituto del Mar del Perú, 44*, 303-331. https://repositorio.imarpe.gob.pe/handle/20.500.12958/3217.

Paz-Ríos, C.E., Guerra-García, J.M. y Ardisson, P-L. (2014). Caprellids (Crustacea: Amphipoda) from the Gulf of Mexico, with observations on *Deutella mayeri*, redescription of *Metaprotella hummelincki*, a taxonomic key and zoogeographical comments. *Journal of Natural History, 48*, 2517-2578. https://doi.org/10.1080/00222933.2014.931481.

Peña, T.S., Johst, K., Grimm, V., Arntz, W. y Tarazona, J. (2005). Population dynamics of a polychaete during three El Niño events: disentangling biotic and abiotic factors. *Oikos, 111,* 253–258. https://doi.org/10.1111/j.0030-1299.2005.14067.x.

Philander, G. (1989). El Niño and La Niña. *American Scientist, 77(5),* 451-459. https://www.jstor.org/stable/27855934.

Ramírez, R., Paredes, C. y Arenas, J. (2003). Moluscos del Perú. *Revista de Biología Tropical, 51,* 225–284. https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/rbt/article/view/26386.

Reed, D.C., Schroeter, S.C., Huang, D., Anderson, T.W. y Ambrose, R.F. (2006). Quantitative assessment of different artificial reef designs in mitigating losses to kelp forest fishes. *Bulletin of Marine Science, 78*(1), 133–150.

Riascos, J.M., Solís, M.A., Pacheco, A.S. y Ballesteros, M. (2017). Breaking out of the comfort zone: El Niño-Southern Oscillation as a driver of trophic flows in a benthic consumer of the Humboldt Current ecosystem. *Proceedings of the Royal Society B, 284,* 20170923. http://dx.doi.org/10.1098/rspb.2017.0923.

Rilov, G. y Benayahu, Y. (1998). Vertical artificial structures as an alternative habitat for coral reef fishes in disturbed environments. *Marine Environmental Research, 45*(4–5), 431 – 451. https://doi.org/10.1016/S0141-1136(98)00106-8.

Rilov, G. y Benayahu, Y. (2000). Fish assemblage on natural versus vertical artificial reefs: the rehabilitation perspective. *Marine Biology, 136*, 931 – 942. https://doi.org/10.1007/s002279900250.

Rivadeneira, M.M., Thiel, M., González, E.R. y Haye, P.A. (2011). An inverse latitudinal gradient of diversity of peracarid crustaceans along the Pacific Coast of South America: out of the deep south. *Global Ecology and Biogeography, 20*, 437–448. https://doi.org/10.1111/j.1466-8238.2010.00610.x.

Rohde, K. (1992). Latitudinal gradients in species diversity: the search for the primary cause. *Oikos, 65*, 514–527. https://doi.org/10.2307/3545569.

Ros, M. y Guerra-García, J.M. (2012). On the occurrence of the tropical caprellid *Paracaprella pusilla* Mayer, 1890 (Crustacea: Amphipoda) in Europe. *Mediterranean Marine Science, 13,* 134-139. https://doi.org/10.12681/mms.30.

Ros, M., Vázquez-Luis, M. y Guerra-García, J.M. (2013a). The role of marinas and recreational boating in the occurrence and distribution of exotic caprellids (Crustacea: Amphipoda) in the Western Mediterranean: Mallorca Island as a

case study. *Journal of Sea Research, 83,* 94–103. https://doi.org/10.1016/j.seares.2013.04.004.

Ros, M., Guerra-García, J.M., González-Macías, M., Saavedra, Á. y López-Fe, C.M. (2013b) Influence of fouling communities on the establishment success of alien caprellids (Crustacea: Amphipoda) in Southern Spain. *Marine Biology Research, 9*, 293–305. https://doi.org/10.1080/17451000.2012.739695.

Ros, M., Lacerda, M.B., Vázquez-Luis, M., Masunari, S. y Guerra-García, J.M. (2016a). Studying exotics in their native range: can introduced fouling amphipods expand beyond artificial habitats? *Biological Invasions, 18*, 2983–3000. https://doi.org/10.1007/s10530-016-1191-5.

Ros, M., Guerra-García, J.M. y Hoffman, R. (2016b). First record of the exotic caprellid amphipod *Paracaprella pusilla* Mayer, 1890 in the eastern Mediterranean. *Marine Biodiversity, 46,* 281-284. https://doi.org/10.1007/s12526-015-0311-2.

Rosenzweig, M.L. (1992). Species diversity gradients: we know more and less than we thought. *Journal of Mammalogy, 73,*715–730. https://doi.org/10.2307/1382191.

Rosenzweig, M.L. (1995). Species diversity in space and time. *Cambridge University Press, Cambridge,* pp. 1–436.

Ryther, J.H. (1969). Photosynthesis and fish production in the sea. *Science, 166,* 72–76. https://doi.org/10.1126/science.166.3901.72.

Salazar, M.M. (2022). *Variación espacial y estacional de la concentración de metales pesados en Lessonia nigrescens (Bory, 1826) como bioindicador de contaminación en el litoral del puerto de Ilo durante el 2019* [Tesis de titulación, Universidad Nacional de Moquegua].

Santamaría, J., Carbajal-Enzian, P., Clemente, S., Alemán, S. y Ordinola, E. (2018). Guía ilustrada para reconocimiento de langostinos y otros crustáceos con valor comercial en el Perú. *Instituto del Mar del Perú, Lima*, 19 pp. https://hdl.handle.net/20.500.12958/3311.

Seaman, W. (2007). Artificial habitats and the restoration of degraded marine ecosystems and fisheries. En: Relini, G. y Ryland, J. (Eds.), *Biodiversity in Enclosed Seas and Artificial Marine Habitats. Developments in Hydrobiology, 193*, 143 - 155. Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-6156-1_13.

Sielfeld, W., Laudien, J., Vargas, M. y Villegas, M. (2010). El Niño induced changes of the coastal fish fauna off northern Chile and implications for ichthyogeography. *Revista de Biología Marina y Oceanografía, 45,* 705–722. https://hdl.handle.net/10013/epic.51871.

Simpson, T.J.S., Smale, D.A., McDonald, J.I. y Wernberg, T. (2017). Large scale variability in the structure of sessile invertebrate assemblages in artificial habitats reveals the importance of local-scale processes. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 494,* 10–19. https://doi.org/10.1016/j.jembe.2017.05.003.

Solís, M.A., Ballesteros, M. y Riascos, J.M. (2019). The early life history transitions of the bivalve *Aulacomya atra* from the Humboldt Current System off Peru are affected by human exploitation and modulated by El Niño–La Niña cycle. *Frontiers in Marine Science, 6,* 496. https://doi.org/10.3389/fmars.2019.00496.

Soriano, J. (2014). *Estudio de la diversidad de organismos encostrantes en sustratos artificiales por medio de placas fijas en los cantones La Libertad y Salinas* [Tesis de titulación, Universidad Estatal Península de Santa Elena]. http://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/1481.

Steinitz, O., Heller, J., Tsoar, A., Rotem, D. y Kadmon, R. (2006). Environment, dispersal and patterns of species similarity. *Journal of Biogeography, 33*, 1044–1054. https://doi.org/10.1111/j.1365-2699.2006.01473.x.

Taha, Z.A. (2023). Perspective chapter: crustaceans taxonomy. En: Saher, N. (Ed.), Pertinent and traditional approaches towards fishery, IntecOpen, London, United Kingdom, pp. 1–12. https://doi.org/10.5772/intechopen.109547.

Takeuchi, I. y Hirano, R. (1991). Growth and reproduction of *Caprella danilevskii* (Crustacea: Amphipoda) reared in the laboratory. *Marine Biology* ,*110*, 391–397. https://doi.org/10.1007/BF01344358.

Tapia-Ugaz, L., Nizama, O., Arteaga, C., Chunga-Llauce, J.A., Chipana, G. y Refulio, M. (2022). Biological characterization of the biofouling in suspended culture systems of *Argopecten purpuratus* in Samanco Bay (Ancash, Peru). *Caldasia, 44*, 567-582. https://doi.org/10.15446/caldasia.v44n3.91786.

Tarazona, J. y Arntz, W.E. (2001). The Peruvian Coastal Upwelling System. En: Seeliger, U., Kjerfve, B. (Eds.), *Coastal Marine Ecosystems of Latin America. Ecological Studies, Springer, Berlin, Heidelberg*. https://doi.org/10.1007/978-3-662-04482-7_17.

Tasso, V., Haddad, M.E., Assadi, C., Canales, R., Aguirre, L. y Vélez-Zuazo, X. (2018). Macrobenthic fauna from an upwelling coastal area of Peru (Warm Temperate South-eastern Pacific province-Humboldtian ecoregion). *Biodiversity Data Journal, 6*, e28937. https://doi.org/10.3897/BDJ.6.e28937.

Thiel, M., Guerra-García, J.M., Lancellotti, D.A. y Vásquez, N. (2003). The distribution of littoral caprellids (Crustacea: Amphipoda: Caprellidea) along the Pacific coast of continental Chile. *Revista Chilena de Historia Natural, 76(2)*, 297-312. http://dx.doi.org/10.4067/S0716-078X2003000200014.

Valdovinos, C., Navarrete, S.A. y Marquet, P.A. (2003). Mollusk species diversity in the Southeastern Pacific: why are there more species towards the pole? *Ecography, 26*,139–144. https://doi.org/10.1034/j.1600-0587.2003.03349.x.

Valqui, J., Ibanez-Erquiaga, B., Pacheco A.S., Wilbur, L., Ochoa, D., Cardich, J., Pérez-Huaranga, M., Salas-Gismondi, R., Pérez, A., Indacochea, A., Avila-Peltroche, J., Rivera Ch., M. y Carré, M. (2021). Changes in rocky intertidal communities after the 2015 and 2017 El Niño events along the Peruvian coast. *Estuarine, Coastal and Shelf Science, 250*, 107142. https://doi.org/10.1016/j.ecss.2020.107142.

VanHook, A.M., Patel, N.H. (2008). Crustaceans. Current Biology, 18 (13), R547–R550. https://doi.org/10.1016/j.cub.2008.05.021.

Vásquez, L. y García, W. (2001). Condiciones oceanográficas del mar peruano durante el verano 2000. *Informe del Instituto del Mar del Perú, 159,* 65–72. https://repositorio.imarpe.gob.pe/handle/20.500.12958/1898.

Vegas-Velez, M. (1980). Algunas consideraciones biogeográficas sobre el Pacífico Sudoriental. *Boletim do Instituto Oceanográfico, 29,* 371–373. https://doi.org/10.1590/S0373-55241980000200074.

Wagenmakers, E.J. y Farrell, S. (2004). AIC model selection using Akaike weights. *Psychonomic Bulletin & Review, 11,* 192–196. https://doi.org/10.3758/BF03206482.

Waller, T.R. (1969). The evolution of the *Argopecten gibbus* stock (Mollusca: Bivalvia), with emphasis on the tertiary and quaternary species of eastern North America. *Journal of Paleontology, 43,* 1–125. https://doi.org/10.1017/S0022336000062466.

Wang, W., Wang, J., Choi, F.M.P., Ding, P., Li, X.X., Han, G.D., Ding, M.W., Guo, M.Q., Huang, X.W., Duan, W.X., Cheng, Z.Y., Chen, Z.Y., Hawkins, S.J., Jiang, Y.W., Helmuth, B. y Dong, Y.W. (2020) Global warming and artificial shorelines reshape seashore biogeography. *Global Ecology and Biogeography, 29,* 220–231. https://doi.org/10.1111/geb.13019.

Weston, J.N.J., Espinosa-Leal, L., Wainwright, J.A., Stewart, E.C.D., González, C.E., Linley, T.D., Reid, W.D.K., Hidalgo, P., Oliva, M.E., Ulloa, O., Wenzhöfer, F., Glud, R.N., Escribano, R., Jamieson, A.J. (2021). *Eurythenes atacamensis* sp. nov. (Crustacea: Amphipoda) exhibits ontogenetic vertical stratification across abyssal and hadal depths in the Atacama Trench, eastern South Pacific Ocean. Marine Biodiversity, 51(51), 1-20. https://doi.org/10.1007/s12526-021-01182-z.

Wolff, M. (1985). Abundancia masiva y crecimiento de pre-adultos de la concha de abanico peruana (*Argopecten purpuratus*) en la zona de Pisco bajo condiciones

de “El Niño” 1983. En: Arntz, W.E., Landa, A., Tarazona, J. (Eds.), *El Niño. Su impacto en la fauna marina, Boletín del Instituto del Mar del Perú, Callao*, pp. 87–89. https://repositorio.imarpe.gob.pe/handle/20.500.12958/1173.

Wolff, M. (1987). Population dynamics of the Peruvian scallop *Argopecten purpuratus* during the El Niño Phenomenon of 1983. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 44,* 1684–1691. https://doi.org/10.1139/f87-207.

Yeo, D.C.J., Ahyong, S.T., Lodge, D.M., Ng, P.K.L., Naruse, T. y Lane, D.J.W. (2010). Semisubmersible oil platforms: understudied and potentially major vectors of biofouling-mediated invasions. *Biofouling: The Journal of Bioadhesion and Biofilm Research, 26*(2), 179 – 186. http://dx.doi.org/10.1080/08927010903402438.

Yupanqui, W. (2002). *Estudio del macrozoobentos en la ensenada de Sechura, Piura* [Tesis de titulación, Universidad Nacional Federico Villarreal]. http://hdl.handle.net/1834/8417.

Zanabria, U. (2004). *Contribución al conocimiento de la zoocenosis de las orillas rocosas. “La Ballenita”, Islay – Arequipa 2003* [Tesis de titulación, Universidad Nacional San Agustín]. https://doi.org/10.13140/RG.2.2.30986.08642.

10. Anexos

Anexo 1

Abundancia (ind m^{-2}) de las especies de caprélidos habitando estructuras artificiales a lo largo del litoral del Perú.

Unidad Biogeográfica	Sitio de muestreo	Latitud (°S)	Estructura-Réplica	Especies					
				C. penantis [sensu lato]	*C. penantis* f. *gibbosa*	*C. equilibra*	*C. scaura*	*P. pusilla*	*D. venenosa*
Provincia Panameña	Acapulco	3.74	Boya - 1	0	0	1950	0	2300	0
			Boya - 2	0	0	5325	0	2800	0
			Boya - 3	0	0	2700	0	1975	0
			Boya - 4	0	0	2100	0	925	0
			Cabo - 2	234	0	568	0	8121	0
			Cabo - 3	67	0	2974	0	6517	0
			Cabo - 4	0	0	1003	0	3676	0
			Casco de bote - 1	75	0	0	0	50	0
			Casco de bote - 2	0	0	0	0	150	0
			Casco de bote - 3	0	0	125	25	1425	0
			Casco de bote - 4	25	0	0	0	375	0
Provincia Panameña	Cancas	3.94	Boya - 1	20900	575	25	0	250	0
			Boya - 2	150	25	650	0	2125	0
			Boya - 3	10725	0	50	25	150	0
			Boya - 4	525	375	1700	0	2275	0
			Cabo - 1	15573	3309	668	0	635	0
			Cabo - 2	10026	1638	702	0	735	0
			Cabo - 3	10761	4612	334	0	501	0
			Cabo - 4	8088	1437	334	0	668	0
			Casco de bote - 1	7050	0	275	0	0	0
			Casco de bote - 2	4850	50	200	0	0	0
			Casco de bote - 3	7850	50	700	0	25	0
			Casco de bote - 4	6525	25	875	0	50	0
Provincia Panameña	Máncora	4.11	Boya - 1	12275	625	7975	0	25	0
			Boya - 2	24125	150	2550	0	50	0
			Boya - 3	4550	1050	2650	0	0	0
			Boya - 4	8750	875	4825	0	0	0

			Cabo - 1	2172	67	0	0	0	0
			Cabo - 2	2573	33	0	0	0	0
			Cabo - 3	2674	33	0	0	0	0
			Cabo - 4	2607	33	0	0	0	0
			Casco de bote - 1	5025	275	0	0	0	0
			Casco de bote - 2	4775	100	0	0	0	0
			Casco de bote - 3	3550	700	0	0	0	0
			Casco de bote - 4	1925	300	0	0	0	0
Provincia Panameña	Los Órganos	4.18	Boya - 1	13050	1500	125	0	0	0
			Boya - 2	10875	975	100	0	50	0
			Boya - 3	14375	975	0	0	0	0
			Boya - 4	5650	950	0	0	0	0
			Casco de bote - 1	1200	5925	75	0	0	0
			Casco de bote - 2	2100	12975	175	0	0	0
			Casco de bote - 3	425	3125	500	0	0	0
			Casco de bote - 4	1225	8250	75	0	0	0
Zona de Transición	Paita	5.08	Cabo - 1	0	568	434	0	0	0
			Cabo - 2	0	1537	635	0	0	0
			Cabo - 3	0	33	334	0	0	0
			Cabo - 4	0	100	434	0	0	0
			Casco de bote - 1	0	17575	1275	0	0	0
			Casco de bote - 2	0	6800	1200	0	0	0
			Casco de bote - 3	0	5825	1050	0	0	0
			Casco de bote - 4	0	9775	1350	0	25	0
Zona de Transición	Delicias	5.72	Boya - 1	16100	9900	0	0	0	0
			Boya - 2	1575	1175	0	0	0	0
			Boya - 3	4950	825	0	0	0	0
			Boya - 4	4675	450	0	0	0	0
			Cabo - 1	2339	9157	401	0	2139	0
			Cabo - 2	5046	10527	134	0	0	0
			Cabo - 3	12432	4411	2306	0	0	0
			Cabo - 4	3175	8689	2674	0	0	0
Zona de Transición	Parachique	5.77	Boya - 1	150	3050	25	0	0	0
			Boya - 2	25	3775	50	0	0	0
			Boya - 3	0	5675	200	0	125	0
			Boya - 4	0	8475	1600	25	500	0
			Cabo - 1	0	802	301	0	0	0

			Cabo - 2	0	1838	1270	0	0	0
			Cabo - 3	0	1838	1604	0	0	0
			Cabo - 4	0	3175	1504	0	0	0
			Casco de bote - 1	1525	10450	600	0	0	0
			Casco de bote - 2	200	23050	2075	0	700	0
			Casco de bote - 3	2350	19475	300	0	0	0
			Casco de bote - 4	3725	18350	175	0	125	0
Zona de Transición	Bayóvar	5.82	Boya - 1	300	4000	1175	0	0	0
			Boya - 2	175	4500	1000	0	0	0
			Boya - 3	100	3500	950	0	0	0
			Boya - 4	25	2225	1400	0	0	0
			Cabo - 1	568	29810	1671	0	0	0
			Cabo - 2	134	14471	1270	0	0	0
			Cabo - 3	234	13468	602	0	0	0
			Cabo - 4	0	4244	33	0	0	0
			Casco de bote - 1	600	41825	6825	0	25	0
			Casco de bote - 2	375	13750	3325	0	0	0
			Casco de bote - 3	375	47575	150	0	0	0
			Casco de bote - 4	525	11550	1550	0	0	0
Provincia de Humboldt	Chimbote	9.07	Cabo - 1	0	2841	13969	0	33	0
			Cabo - 2	0	100	0	0	0	0
			Cabo - 3	334	10327	17746	0	100	0
			Cabo - 4	33	668	33	0	0	0
			Casco de bote - 1	150	575	0	0	0	0
			Casco de bote - 2	175	575	0	0	0	0
			Casco de bote - 3	50	25	0	0	0	0
			Casco de bote - 4	350	400	25	0	0	0
Provincia de Humboldt	Ancón	11.77	Boya - 1	100	1575	450	0	0	0
			Boya - 2	150	1450	400	0	0	0
			Boya - 3	125	1400	575	0	0	0
			Cabo - 1	267	2306	535	0	0	0
			Cabo - 2	134	2239	368	0	0	0
			Cabo - 3	100	1871	468	0	0	0
			Casco de bote - 1	75	1450	425	0	0	0
			Casco de bote - 2	75	1325	150	0	0	0
			Casco de bote - 3	100	1200	325	0	0	0
	Matarani	16.99	Casco de bote - 1	0	650	0	0	0	0

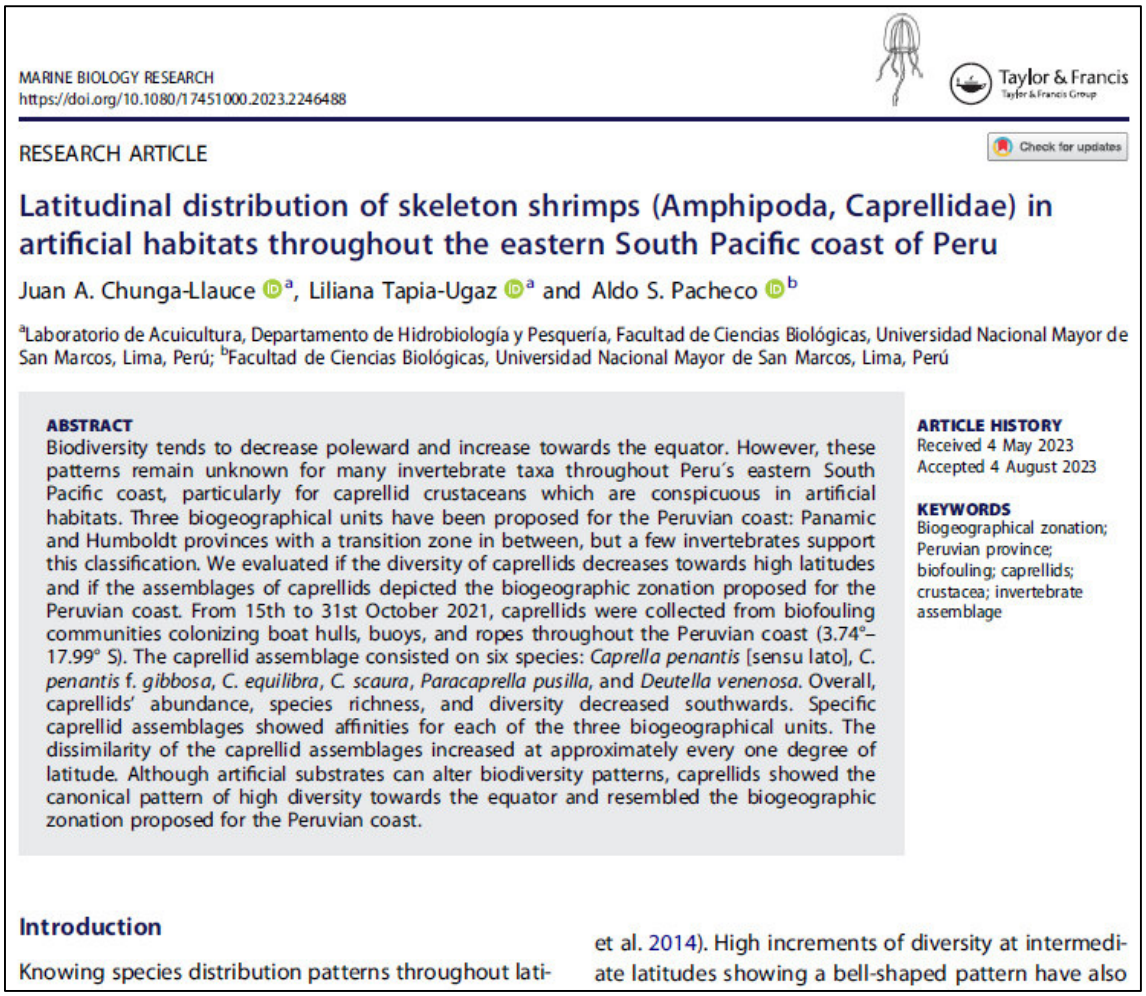
Provincia de Humboldt			Casco de bote - 2	100	1825	0	0	0	0
			Casco de bote - 3	50	300	0	0	0	0
Provincia de Humboldt	Ilo	17.64	Boya - 1	0	125	0	0	0	0
			Boya - 2	0	250	0	0	0	375
			Boya - 3	0	0	0	0	0	0
			Cabo - 1	0	0	0	0	0	0
			Cabo - 2	0	9424	0	0	0	167
			Cabo - 3	0	0	0	0	0	0
			Casco de bote - 1	0	1750	0	0	0	125
			Casco de bote - 2	0	0	0	0	0	0
			Casco de bote - 3	0	0	0	0	0	0
Provincia de Humboldt	Morro Sama	17.99	Boya - 1	0	100	0	200	0	0
			Boya - 2	0	50	200	125	0	0
			Boya - 3	0	350	0	0	0	0
			Casco de bote - 1	0	650	25	0	0	0
			Casco de bote - 2	0	225	75	1475	0	0
			Casco de bote - 3	0	125	0	0	0	0

Anexo 2

Artículos científicos publicados como productos de esta tesis

Publicación N°1:

Chunga-Llauce, J.A., Tapia-Ugaz, L. & Pacheco, A.S. (2023). Latitudinal distribution of skeleton shrimps (Amphipoda, Caprellidae) in artificial habitats throughout the eastern South Pacific coast of Peru. *Marine Biology Research*. https://doi.org/10.1080/17451000.2023.2246488.



MARINE BIOLOGY RESEARCH
https://doi.org/10.1080/17451000.2023.2246488

Taylor & Francis
Taylor & Francis Group

RESEARCH ARTICLE

Check for updates

Latitudinal distribution of skeleton shrimps (Amphipoda, Caprellidae) in artificial habitats throughout the eastern South Pacific coast of Peru

Juan A. Chunga-Llauce [a], Liliana Tapia-Ugaz [a] and Aldo S. Pacheco [b]

[a]Laboratorio de Acuicultura, Departamento de Hidrobiología y Pesquería, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú; [b]Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú

ABSTRACT

Biodiversity tends to decrease poleward and increase towards the equator. However, these patterns remain unknown for many invertebrate taxa throughout Peru´s eastern South Pacific coast, particularly for caprellid crustaceans which are conspicuous in artificial habitats. Three biogeographical units have been proposed for the Peruvian coast: Panamic and Humboldt provinces with a transition zone in between, but a few invertebrates support this classification. We evaluated if the diversity of caprellids decreases towards high latitudes and if the assemblages of caprellids depicted the biogeographic zonation proposed for the Peruvian coast. From 15th to 31st October 2021, caprellids were collected from biofouling communities colonizing boat hulls, buoys, and ropes throughout the Peruvian coast (3.74°–17.99° S). The caprellid assemblage consisted on six species: *Caprella penantis* [sensu lato], *C. penantis* f. *gibbosa*, *C. equilibra*, *C. scaura*, *Paracaprella pusilla*, and *Deutella venenosa*. Overall, caprellids' abundance, species richness, and diversity decreased southwards. Specific caprellid assemblages showed affinities for each of the three biogeographical units. The dissimilarity of the caprellid assemblages increased at approximately every one degree of latitude. Although artificial substrates can alter biodiversity patterns, caprellids showed the canonical pattern of high diversity towards the equator and resembled the biogeographic zonation proposed for the Peruvian coast.

ARTICLE HISTORY
Received 4 May 2023
Accepted 4 August 2023

KEYWORDS
Biogeographical zonation; Peruvian province; biofouling; caprellids; crustacea; invertebrate assemblage

Introduction

Knowing species distribution patterns throughout lati-

et al. 2014). High increments of diversity at intermediate latitudes showing a bell-shaped pattern have also

Publicación N°2:

Chunga-Llauce, J.A., Tapia-Ugaz, L. & Pacheco, A.S. (2023). First record of the skeleton shrimp *Deutella venenosa* (Amphipoda, Caprellidae) on the coast of Peru. *Thalassas: An International Journal of Marine Sciences*. https://doi.org/10.1007/s41208-023-00593-y.

Thalassas: An International Journal of Marine Sciences
https://doi.org/10.1007/s41208-023-00593-y

First record of the skeleton shrimp *Deutella venenosa* (Amphipoda, Caprellidae) on the coast of Peru

Juan A. Chunga-Llauce[1] · Liliana Tapia-Ugaz[1] · Aldo S. Pacheco[2]

Received: 19 October 2022 / Revised: 13 June 2023 / Accepted: 14 August 2023
© The Author(s), under exclusive licence to Springer Nature Switzerland AG 2023

Abstract
The study of caprellids in the waters of Peru is scarce, and only six species have been formally reported. In this study, *Deutella venenosa* is reported for the first time in the waters of Peru. In October 27, 2021, twenty-five individuals of this species were found in biofouling samples coming from buoys, ropes, and boat hulls, collected in the Port of Ilo (17°38'36''S, 71°20'52''W) in southern Peru. The main characteristics to classify our specimens as *D. venenosa* were the presence of one dorsal acute projection on the head, one dorsal projection medially on pereonite 1, and three dorsal projections on pereonite 2. Before the present study, *D. venenosa* had only been recorded in Coquimbo (30ºS), Chile; our record extends the distribution of the species along the Southeast Pacific coast northwards. The present study increases the number of caprellid species inhabiting the Peruvian coast. We recommend exploring a variety of potential substrates and habitats to contribute to the knowledge of caprellid diversity in Peru.

Keywords Crustacea · Range extension · Southern Peru · Dorsal projections

Introduction

Guerra-García, 2002b from the Philippines, western Pacific Ocean; *D. pseudoincerta* Winfield and Guerra-García, 2021