

**Variación espacial del ensamblaje de anfípodos pelágicos en un transecto costa océano en el
Pacífico colombiano**

Carlos Mario Beltrán Castaño

Trabajo de Grado para Optar al Título de Biólogo

Directora:

María Isabel Críales Hernández

Doctora en Ciencias Naturales (Dr. Rer. Nat)

Codirector:

Alan Giraldo López

Doctor en Oceanografía

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ciencias

Escuela de Biología

Bucaramanga

2022

Agradecimientos

En primer lugar, a mis padres, a mi familia y amigos, por su constante ayuda y apoyo incondicional.

A los docentes María Isabel Críales Hernández y Alan Giraldo López por darme la oportunidad de trabajar con el zooplancton marino y por apoyar mi crecimiento académico y como persona.

A todos los integrantes del laboratorio de hidrobiología por brindar su ayuda en todo momento y sobre todo cuando más lo necesite.

A Mauricio Jerez Guerrero por el acompañamiento durante mi proceso formativo, aportando consejos, ayuda y puntos de vista para mi formación.

A la Universidad Industrial de Santander y la Universidad del Valle por brindarme las herramientas y hacer posible la realización de este proyecto.

Tabla de Contenido

	Pág.
Introducción	9
1. Objetivos.....	11
1.1 Objetivo General.....	11
1.2 Objetivos Específicos.....	11
2. Marco de Referencia	12
2.1 Variabilidad Hidroclimatológica del Pacífico Colombiano.....	12
2.2 Anfípodos.....	13
3. Materiales y Métodos.....	15
3.1 Área de Estudio.....	15
3.2 Fase de Campo	16
3.3 Fase de Laboratorio.....	17
3.3.1 <i>Análisis de Datos</i>	18
4. Resultados	19
4.1 Composición Taxonómica	19
4.1.1 <i>Descripción del Ensamblé</i>	19
4.1.2 <i>Hidroclimatología</i>	24
4.1.2.1 <i>Hidroclimatología Temporalmente</i>	24
4.1.2.2 <i>Hidroclimatología Espacialmente</i>	26
4.2 Los Anfípodos y su Relación con las Condiciones Hidroclimatológicas	27
4.2.1 <i>Los Anfípodos y su Relación con las Condiciones Hidroclimatológicas Temporalmente</i> ..	27
4.2.2 <i>Los Anfípodos y su Relación con las Condiciones Hidroclimatológicas Espacialmente</i>	29

VARIACIÓN ESPACIAL DEL ENSAMBLAJE DE ANFÍPODOS PELÁGICOS	4
5. Discusión.....	30
6. Conclusiones	33
Referencias Bibliográficas	34
Apéndices.....	42

Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1. <i>Listado taxonómico y de abundancia (ind/100 m³) de los anfípodos Hyperiidea</i>	20
Tabla 2. <i>Logaritmo abundancia (ind/100 m³) de los anfípodos presentes por cada estación durante los tres períodos (J-julio, D-diciembre y M-marzo) y las zonas muestreadas.</i>	21
Tabla 3. <i>Índices de diversidad del ensamblaje de anfípodos pelágicos espacial (Zona) y Temporal (Período).</i>	22
Tabla 4. <i>Resultados de la prueba de Dunn entre períodos</i>	24
Tabla 5. <i>Resultados del análisis de relación entre el ensamblaje de anfípodos con las condiciones oceanográficas del transecto muestreado (Bahía Málaga-Isla Malpelo)</i>	28
Tabla 6. <i>Resultados del análisis de relación entre el ensamblaje de anfípodos con las condiciones oceanográficas del transecto muestreado (Bahía Málaga-Isla Malpelo)</i>	29

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1. <i>Anfípodo en posición lateral, con sus partes indicadas.</i>	14
Figura 2. <i>Ubicación de las estaciones de muestreo en transecto costa océano en el Pacífico colombiano consideradas en este estudio.</i>	17
Figura 3. <i>Curva de acumulación de especies por rarefacción.</i>	22
Figura 4. <i>Distribución del log. de la abundancia de los anfípodos pelágicos en función de la zona y el período muestreado.</i>	25
Figura 5. <i>Variables oceanográficas tomadas durante los períodos muestreados (julio 2012, diciembre 2012, marzo 2013) en función de la profundidad.</i>	26
Figura 6. <i>Variables oceanográficas tomadas en las zonas (costero, transición y oceánica) en función de la profundidad</i>	27

Resumen

Título: Variación espacial del ensamblaje de anfípodos pelágicos en un transecto costa océano en el Pacífico colombiano*

Autor: Carlos Mario Beltrán Castaño**

Palabras clave: Anfípodos pelágicos, Ensamblaje, Hyperiidia, Pacífico colombiano

Descripción:

Los anfípodos son crustáceos que han logrado colonizar diversos ambientes pelágicos y bentónicos en los océanos del mundo y son de gran importancia ecológica por ser considerados sensibles a los cambios oceanográficos. La variación de las condiciones oceanográficas modula espacial y temporalmente la estructura del ensamblaje de los anfípodos, afectando su composición y abundancia. El estudio de la comunidad de anfípodos contribuye al entendimiento de los cambios que ocurren en los ecosistemas marinos.

En el presente documento se estableció la distribución espacio-temporal del ensamblaje de los anfípodos pelágicos en el transecto costa-océano desde Bahía Málaga hasta cercanías de Isla Malpelo, durante los meses de julio 2012, diciembre 2012 y marzo 2013, en la zona central del Pacífico colombiano. Se utilizaron muestras de zooplancton recolectadas, en el marco del proyecto “Monitoreo del ambiente pelágico del SFF Malpelo” desarrollado por el grupo de investigación de Ciencias Oceanográficas de la Universidad del Valle. Se identificó un total de 83 familias de organismos zooplanctónicos y 11 especies de anfípodos, siendo *Lycaea serrata* (1457 ind/100 m³), *Lycaea pulex* (1285 ind/100 m³) y *Primno latreillei* (175 ind/100 m³) las especies más abundantes. Se registró por primera vez la presencia de las especies *Eupronoe maculata* y *Streetsia palmaspinosa* para el Océano Pacífico colombiano.

Se encontraron diferencias significativas tanto espacial como temporalmente; la zona oceánica (1153 ind/100m³) presentó la mayor abundancia de anfípodos pelágicos, y de manera temporal la mayor abundancia se observó en diciembre 2012 (277 ind/100m³). Se evidenció que el ensamblaje de anfípodos estuvo influenciado espacial y temporalmente por los cambios de salinidad, temperatura y pH. Los resultados concuerdan con otros autores al atribuirle importancia ecológica a la comunidad de anfípodos como indicadores de cambios en las condiciones oceanográficas de los ecosistemas marinos.

* Trabajo de Grado.

** Facultad de Ciencias. Escuela de Biología. Directora: María Isabel Críales Hernández, Doctora en Ciencias Naturales (Dr. Rer. Nat). Codirector: Alan Giraldo López, Doctor en Oceanografía.

Abstract

Title: Spatial variation of the pelagic amphipod assemblage in a coastal ocean transect in the Colombian Pacific*.

Author: Carlos Mario Beltrán Castaño**

Key words: Pelagic amphipods, Assemblage, Hyperiid, Colombian Pacific

Description:

Amphipods are crustaceans that have managed to colonize diverse pelagic and benthic environments in the world's oceans and are of great ecological importance because they are considered sensitive to oceanographic changes. The variation of oceanographic conditions spatially and temporally modulates the structure of the amphipod assemblage, affecting its composition and abundance.

The study of the amphipod community contributes to the understanding of the changes that occur in marine ecosystems. In this paper, the spatio-temporal distribution of the pelagic amphipod assemblage was established in the coast-ocean transect from "Bahía Málaga" to near "Isla Malpelo", during the months of July 2012, December 2012 and March 2013, in the central Colombian Pacific zone. Zooplankton samples collected as part of the project "Monitoring of the pelagic environment of the Malpelo FFS" developed by the Oceanographic Sciences research group of the Universidad del Valle were used. A total of 83 families of zooplanktonic organisms and 11 species of amphipods were identified, with *Lycaea serrata* (1457 ind/100 m³), *Lycaea pulex* (1285 ind/100 m³) and *Primno latreillei* (175 ind/100 m³) being the most abundant species. The presence of the species *Eupronoe maculata* and *Streetsia palmaspinosa* were recorded for the first time in the Colombian Pacific Ocean.

Significant differences were found both spatially and temporally; the oceanic zone (1153 ind/100m³) presented the highest abundance of pelagic amphipods, and temporally the highest abundance was observed in December 2012 (277 ind/100m³). It was evident that the amphipod assemblage was spatially and temporally influenced by changes in salinity, temperature and pH. The results agree with other authors in attributing ecological importance to the amphipod community as indicators of changes in the oceanographic conditions of marine ecosystems.

* Degree Work.

** Facultad de Ciencias. Escuela de Biología. Directora: María Isabel Criales Hernández, Doctora en Ciencias Naturales (Dr. Rer. Nat). Codirector: Alan Giraldo López, Doctor en Oceanografía.

Introducción

Los crustáceos son el componente más importante dentro del zooplancton, por su gran diversidad y altos valores de abundancia (Boltovskoy, 1999; Ayón et al., 2008; Márquez-Rojas et al., 2011). Entre los diferentes grupos taxonómicos de crustáceos que hacen parte del zooplancton, se encuentran los anfípodos, estos organismos han logrado colonizar ambientes pelágicos y bentónicos de todos los océanos del mundo, exhibiendo diversos hábitos alimentarios como: herbívoros, detritívoros, filtradores, depredadores y parásitos (Vinogradov 1999; Foster et al., 2009).

Los anfípodos pelágicos están representados principalmente por organismos del suborden Hyperiidea, los cuales parasitan algunos organismos del zooplancton gelatinoso, depredando sus tejidos directamente, utilizándolos como refugio y alimento para sus crías (Burrige et al., 2017; Mazda et al., 2019), otros estudios describen la importancia de los anfípodos pelágicos en las interacciones tróficas por su abundancia y biomasa acumulada (Valencia y Giraldo, 2009b; Dalpadado et al., 2016). Los anfípodos pelágicos se encuentran principalmente en zonas oceánicas, ocupando un amplio rango de profundidades. Aunque estos organismos son sensibles a cambios en la temperatura y salinidad también se pueden encontrar en zonas neríticas, (Gasca y Morales, 2012) por esta razón la mayor abundancia se encuentra en zonas oceánicas debido a que la salinidad es mucho más alta, porque la influencia de descargas de aguas provenientes del continente es menor (Valencia y Giraldo, 2009b; Valencia y Giraldo, 2012; Rodríguez et al., 2019).

Los estudios sobre los anfípodos en Colombia son escasos principalmente para el Caribe, donde los trabajos encontrados describen la riqueza y abundancia de anfípodos bentónicos (Ortiz, 1983; Ortiz y Lemaitre, 1994; Jara, 2007) y su función como bioindicadores (Polanía, 2010). Para

el Pacífico colombiano se han realizado algunos trabajos, entre los que destacan los realizados por Valencia y Giraldo, (2009b); Valencia y Giraldo, (2012); Valencia et al., (2013), que estudiaron principalmente los aspectos ecológicos del suborden Hyperiidea en el Océano Pacífico colombiano (OPC). Sin embargo, estos trabajos en el Pacífico colombiano están en su mayoría enfocados a zonas costeras a excepción del trabajo de Valencia y colaboradores (2013), donde se estudió la variación temporal y espacial producto de los procesos oceanográficos que experimenta el *Panama Bight*. Teniendo en cuenta la sensibilidad de los anfípodos pelágicos a los cambios en las variables físico-químicas, sumado al limitado número de estudios en Colombia, el presente trabajo describe las variaciones del ensamblaje de anfípodos pelágicos y condiciones ambientales en un transecto costa-océano, durante tres periodos hidroclimáticos; alta precipitación, transición y baja precipitación.

1. Objetivos

1.1 Objetivo General

Caracterizar el ensamblaje de los anfípodos pelágicos en un transecto costa- océano (Bahía Málaga - isla Malpelo), durante tres períodos hidroclimáticos; alta precipitación (julio-agosto 2012), transición (diciembre 2012) y baja precipitación (marzo 2013).

1.2 Objetivos Específicos

✓ Identificar y cuantificar la composición taxonómica de las especies de anfípodos pelágicos presentes en un transecto costa - océano durante tres períodos hidroclimáticos.

✓ Establecer si existen diferencias en el ensamblaje de anfípodos entre la zona costera, transición y oceánica.

✓ Establecer si existen diferencias en el ensamblaje de anfípodos durante los tres períodos hidroclimáticos.

✓ Establecer las relaciones entre el ensamblaje de anfípodos pelágicos y las variables físico-químicas en el área de estudio, con el propósito de identificar el factor abiótico que estaría influyendo más en la distribución de estos organismos.

2. Marco de Referencia

2.1 Variabilidad Hidroclimatológica del Pacífico Colombiano

El Océano Pacífico colombiano (OPC) se encuentra en la región del Panamá Bight, ubicado dentro del Pacífico Oriental Tropical (POT) (Valencia y Giraldo, 2012). El OPC se caracteriza por presentar procesos de surgencia que se encuentran asociados al fortalecimiento del Chorro de Viento de Panamá, generando que la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT) se desplace hacia el sur durante los meses de diciembre a abril, alcanzando su punto más austral en el mes de marzo (Díaz et al., 2008; Fiedler y Lavín, 2017; Valencia et al., 2019). Este desplazamiento, ocasiona una temporada de menor precipitación en la región, permitiendo el ingreso de aguas más frías (<20 °C), ricas en nutrientes y con salinidad superior a 34.5 psu, promoviendo un aumento de la productividad primaria y de la biomasa zooplanctónica, de manera contrastante, durante mayo a noviembre, se presenta una temporada de mayor precipitación, debido a que la influencia del Chorro de Viento de Panamá disminuye y la ZCIT se desplaza hacia el norte, lo que conlleva al cambio de las condiciones oceánicas, aumentando la temperatura (>25 °C) y disminuyendo la salinidad (>34.5 psu) y la concentración de nutrientes disponibles, junto con la productividad primaria y la biomasa zooplanctónica (Rodríguez-Rubio y Stuardo, 2002; Rodríguez-Rubio et al., 2003; Devis- Morales et al., 2008 ;Valencia y Giraldo, 2012; Valencia et al., 2013; Villegas et al., 2016).

Estos procesos son los principales factores que regulan las variables hidroclimatológicas y biológicas del OPC, por lo que la comunidad zooplanctónica se ve afectada por los cambios estacionales regionales y locales que ocurren en el Panamá Bight (Díaz et al., 2009; Valencia y Giraldo, 2012; Valencia et al., 2013; Jerez-Guerrero et al., 2017; Valencia et al., 2019).

El ambiente marino puede clasificarse en dos, respecto a la plataforma continental, las aguas que se encuentran sobre la plataforma continental pertenecen a la zona nerítica o costera, esta zona presenta mayor influencia de las descargas de aguas continentales por parte de los ríos, afectando los factores físico-químicos, por ejemplo, durante la temporada de mayor precipitación en la zona central del Pacífico colombiano es donde se ve el mayor contraste de salinidad en la zona nerítica y oceánica (Valencia et al., 2013). Las aguas que se encuentran fuera de la plataforma continental pertenecen a la zona oceánica (Curtis et al., 2003; Castro y Huber, 2019), las condiciones oceanográficas en estas zonas pueden variar por diferentes factores lo que a su vez afecta las comunidades biológicas en cada una.

2.2 Anfípodos

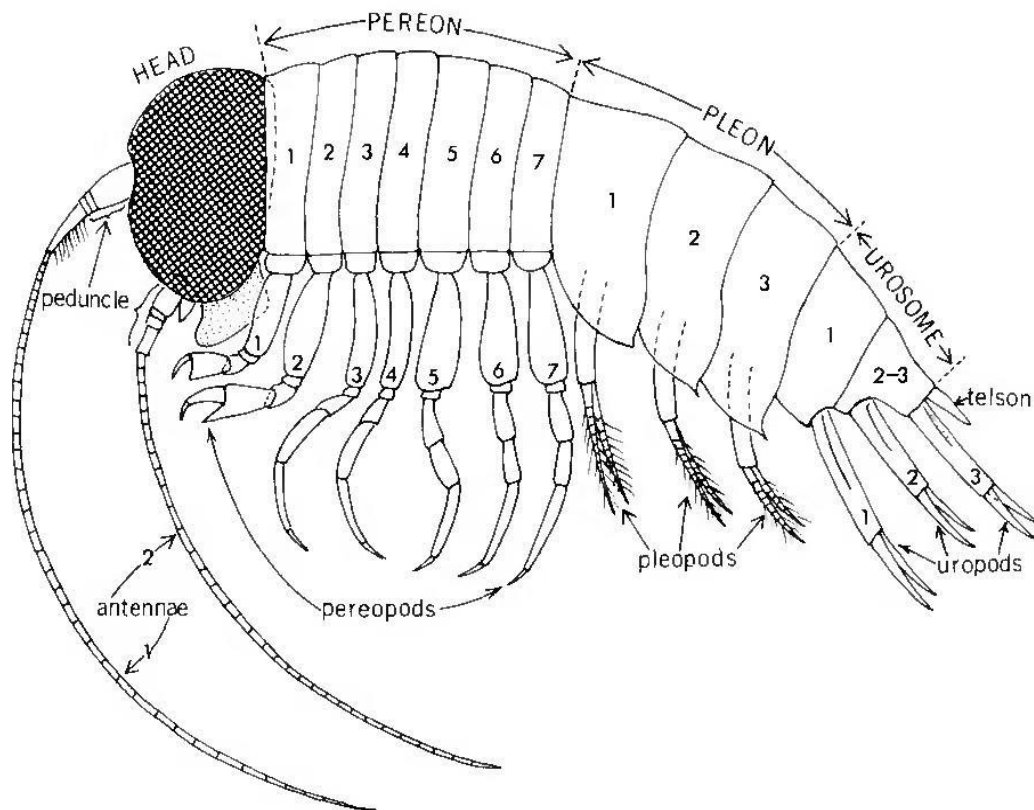
Los anfípodos son pequeños crustáceos, cuya talla en promedio no supera un centímetro, aunque hay especies de aguas frías o profundas que pueden llegar a medir más de 10 cm. El cuerpo de estos organismos se caracteriza por presentar una cabeza o cefalón, con dos pares de antenas, un pereón con siete segmentos, los 2 primeros apéndices son gnatópodos, y los cinco restantes son pereópodos. Poseen un pleón de tres segmentos y tres pares de pleópodos, un urosoma con otros tres segmentos y tres pares de urópodos. Al final se encuentra el telson (Figura 1) (Vinogradov, 1999; Touzet y Rueda, 2016).

Los anfípodos son uno de los órdenes más diversos del subphylum Crustacea (Malacostraca) compuesto por 223 familias, que albergan 1618 géneros y aproximadamente 10,000 especies (Lazarus-Agudelo y Cantera-Kintz, 2007; Zeidler, 2016; WoRMS Editorial Board, 2019), los anfípodos presentan una amplia distribución (Boltovskoy, 1999; GBIF.org, 2019) y se encuentran presentes en gran variedad de hábitats, la mayoría asociados a ecosistemas

marinos y estuarinos, también se encuentran organismos en aguas continentales e incluso hay algunos terrestres (Hurley, 1968; Boltovskoy, 1999; Valencia y Giraldo, 2009a; Dunlop et al., 2013; Martín et al., 2013; Lowry y Myers, 2017). La mayor diversidad de anfípodos marinos se encuentran en el ambiente bentónico, esto se debe a los anfípodos bentónicos tienen una distancia corta de dispersión y por ende un alto grado de endemismo, en comparación con los anfípodos pelágicos (Costello y Chaudhary, 2017).

Figura 1.

Anfípodo en posición lateral, con sus partes indicadas.



Fuente: The families and genera of Hyperiidia (Crustacea: Amphipoda). Tomado de Bowman y Gruner (1973).

Los subórdenes Hyperiidia y Gammaridea son los más frecuentes en el ambiente pelágico (Gasca et al., 2010; Lowry y Myers, 2017). De acuerdo con Valencia y Giraldo (2009b, 2012) y

Valencia et al. (2013) las especies de anfípodos más representativas en los ambientes oceánicos y neríticos del OPC son *Lestrignus bengalensis*, *L. schizogeneios*, *Hyperiodes sibaginis*, *Phronimopsis spinifera*, *Tetrathyrus forcipatus*, *Paralycaea gracilis*. Estos organismos cumplen un rol importante en las interacciones tróficas siendo un enlace entre los niveles inferiores y superiores, y entre las comunidades bentónicas y pelágicas (Arfianti y Costello, 2020).

3. Materiales y Métodos

3.1 Área de Estudio

El Océano Pacífico colombiano se encuentra asociado a la ecorregión del Panamá Bight, situado geográficamente entre los 1°30' N y 7°10' N, y entre los 77°40' W y 82°00' W (CCCP, 2002). Las características hidroclimáticas del OPC se ven influenciadas por la variación en la intensidad del Chorro de Viento de Panamá, provocando el desplazamiento estacional de la ZCIT, esta variación modula las temporadas de mayor precipitación (abril-diciembre) y de menor precipitación (enero-marzo) (Fiedler y Lavín, 2017; Valencia et al., 2019).

En base a las características climáticas el Pacífico colombiano se ha dividido en tres grandes zonas: zona norte, zona centro y zona sur (CCCP, 2002). El presente trabajo se desarrolló en la zona centro, caracterizada por un clima cálido, muy húmedo, con altas temperaturas y precipitaciones la mayor parte del año, registrándose alrededor de 8000 mm/año (CCCP, 2002). La influencia de las lluvias afecta las características físico- químicas y biológicas, principalmente en las zonas costeras debido a la escorrentía continental, encontrándose que en el área de estudio la pluma de la desembocadura del río San Juan tienen una influencia de 100 km, siendo el río más influyente del Pacífico colombiano, y la influencia de los ríos Dagua, Anchicaya y Naya, está entre

los 55.56 Km y los 74.08 Km de la costa (Martínez y González, 1997; Beltrán-León et al., 2016; Leitaó et al., 2019; Valencia et al., 2013).

3.2 Fase de Campo

Para el desarrollo de este trabajo de grado se utilizaron muestras de zooplancton recolectadas, en el marco del proyecto “Monitoreo del ambiente pelágico del SFF Malpelo” desarrollado por el grupo de investigación de Ciencias Oceanográficas de la Universidad del Valle, durante tres períodos hidrolimáticos correspondientes a julio del 2012, diciembre del 2012 y marzo del 2013. Para el desarrollo del monitoreo se establecieron ocho estaciones de muestreo a lo largo de un trayecto lineal desde Bahía Málaga, hasta cercanías de isla Malpelo. Considerando la distancia a la línea de costa y la influencia de la escorrentía continental, se clasificaron las estaciones 21-10 y 20-40 en la zona costera y las estaciones 20-70 y 20-100 en la zona de transición y la estaciones 21-130, 21-160, 21-190 y 21-220 en la zona oceánica; las estaciones neríticas se definieron teniendo en cuenta que esta es la distancia máxima a la cual se tendría influencia de la escorrentía por parte del río San Juan (Arango, 2002), (Figura 2).

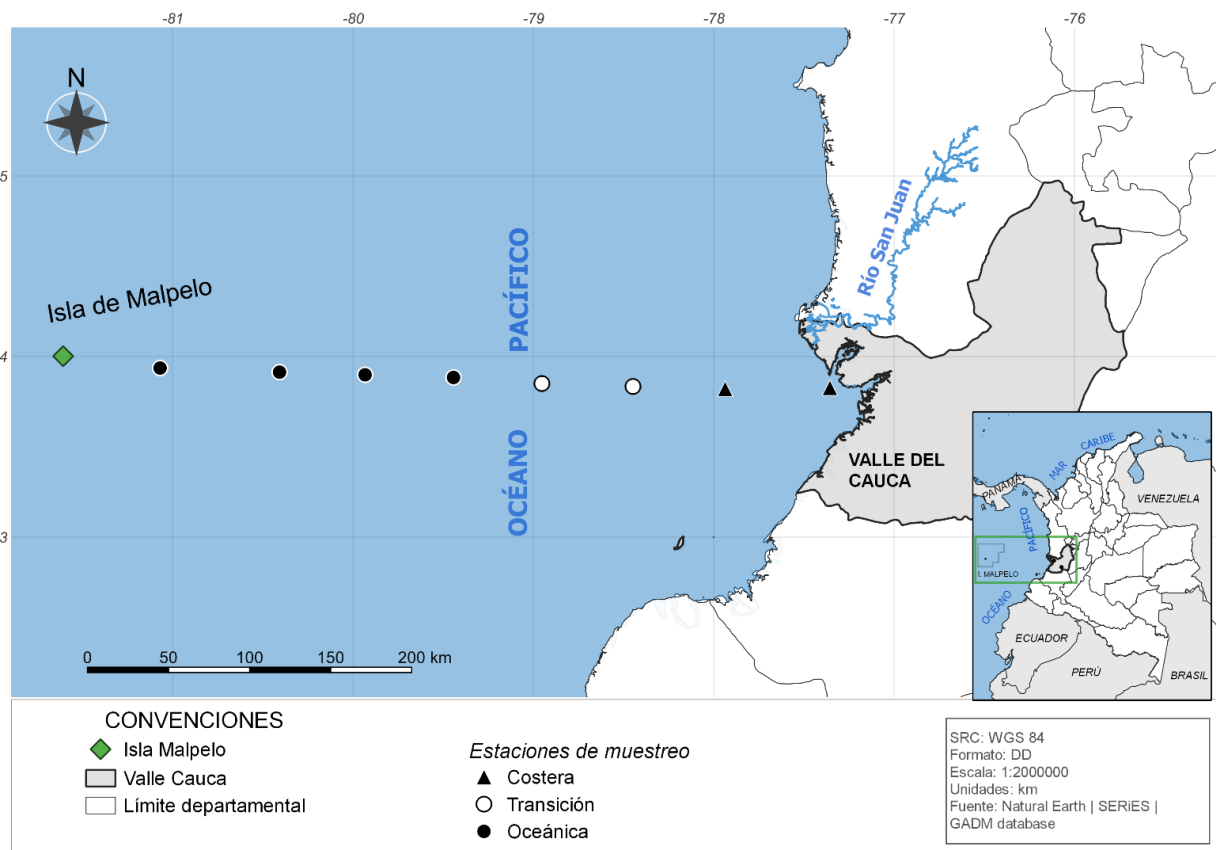
La recolección de las muestras de zooplancton se realizaron mediante arrastres oblicuos de 8 minutos de duración, con una velocidad promedio de 2.14 km/h, y con una red tipo Bongo de 60 cm de diámetro y ojo de malla de 300 μm y 500 μm . Una de las redes estuvo provista de un flujómetro Hydrobios, para cuantificar el volumen de agua filtrada. Las muestras fueron fijadas en formol buferizado a una concentración final del 4% (APHA, 2005), para ser analizadas posteriormente.

Los datos físico-químicos se recolectaron en cuatro profundidades (1, 10, 30 y 50 metros) en cada una de las estaciones utilizando una botella Niskin. En cada profundidad se registró la

temperatura y salinidad con la sonda multiparamétrica YIS 85, y pH con el pHmetro YIS pH 10.

Figura 2.

Ubicación de las estaciones de muestreo en transecto costa océano en el Pacífico colombiano consideradas en este estudio.



Fuente: estaciones costeras (triángulos negros), estaciones transición (círculos blancos) y estaciones oceánicas (círculos negros), isla Malpelo (verde), se resalta el río San Juan. Tomado de Cáceres (2022).

3.3 Fase de Laboratorio

En el Laboratorio de Hidrobiología de la Universidad Industrial de Santander, se fraccionó cada muestra de zooplancton utilizando un divisor Motoda para facilitar su revisión (Motoda, 1959). La identificación y cuantificación del zooplancton y las especies de anfípodos se realizó siguiendo las claves taxonómicas de Bowman (1973), Shih (1991), Vinogradov et al. (1996),

Boltovskoy (1999), Shih y Hendrycks (2003), Zeidler (2004, 2009 y 2016) y se siguió la nomenclatura propuesta por WoRMS Editorial Board (2020) hasta el nivel taxonómico más bajo posible.

La información obtenida se digitalizó en la base de datos del Laboratorio de Hidrobiología de la UIS, siguiendo el estándar Darwin Core, esta información se reportó al grupo de investigación de Ciencias Oceanográficas de la Universidad del Valle, quienes posteriormente cargarán los datos a la plataforma del Sistema de Información de Biodiversidad de Colombia (SiB Colombia).

3.3.1 Análisis de Datos

La abundancia de los organismos se estandarizó en términos de ind/100m³, en función del volumen de agua filtrada. Los datos de abundancia de anfípodos se transformaron en logaritmo base diez, para disminuir la influencia de las especies más abundantes sobre las especies raras, a partir de los valores de abundancia transformados se realizó una exploración de los datos utilizando estadística descriptiva.

Para establecer la estructura del ensamblaje de los anfípodos pelágicos en su distribución espacial y temporal. Se realizaron análisis comunitarios mediante un análisis de SIMPER para identificar la contribución de cada especie en la formación de los grupos. Mediante estimadores no paramétricos de riqueza se determinó si el muestreo fue significativo mediante curvas de rarefacción mediante los paquetes VEGAN y BiodiversityR del software R (RTeam, 2015) y posteriormente se evaluó la diversidad del ensamblaje de anfípodos usando la serie numérica de Hill utilizando el software Primer-e versión 7 (Clarke y Gorley, 2015).

Se evaluó la normalidad de los datos de abundancia y se realizó una prueba de Kruskal-Wallis para determinar si hubo diferencias espaciales entre la zona costera, transición y zona

oceánica (Valencia et al., 2013) y temporales (períodos). Para los análisis que presentaron diferencias significativas, se realizó un post test de Dunn y con una correlación de Bonferroni y se determinó entre qué grupos se presentaron las diferencias. Esto se realizó haciendo uso del paquete VEGAN y Dunn.test con el software R (RTeam, 2015).

La relación de las variables físico-químicas con el ensamblaje de anfípodos se evaluó haciendo un análisis BEST Bio-Env usando el software Primer-e versión 7 (Clarke y Warwick, 2001), en este análisis se usó la matriz de similitud de los datos biológicos mediante Bray-Curtis, y la matriz de distancia euclidiana de las variables oceanográficas. Esta evaluación permitió conocer el coeficiente de correlación de Spearman, lo que permitió conocer las variables oceanográficas que más afectaron el ensamblaje de anfípodos (Clarke y Gorley, 2015).

4. Resultados

4.1 Composición Taxonómica

4.1.1 Descripción del Ensamblé

Se identificaron un total de 83 morfoespecies de organismos zooplanctónicos en los tres períodos, siendo más abundante el período de diciembre-2012, seguido de marzo-2013 y finalmente julio-2012 (diciembre = 6.475.918 ind/100m³, marzo = 355.002 ind/100m³, julio = 183.977 ind/100m³). Respecto las zonas se observó que la zona oceánica presentó la mayor abundancia (oceánica = 3.635.555 ind/100m³, Transición = 2.524.809 ind/100m³, costera = 854.533 ind/100m³).

Los anfípodos representaron el 0.75% de la abundancia total del zooplancton, se identificaron un total de once especies de anfípodos pelágicos, los organismos que se encontraban en un estado deteriorado se dejaron en el nivel de suborden (Hyperiiidea) y así mismo con los organismos juveniles en juveniles Hyperiiidea, dando un total de trece morfoespecies. Las especies más abundantes fueron *Lycaea serrata*, seguida de *Lycaea pulex*, y de *Primno latreillei* (Tabla 1).

La riqueza y abundancia de morfoespecies varió entre las tres zonas, la mayor abundancia se encontró en la zona oceánica (1153 ind/100m³), seguida de la zona de transición (679 ind/m³) y finalmente la zona costera (101 ind/100m³). La mayor riqueza de anfípodos se presentó en la zona costera (11 morfoespecies), seguido de la zona oceánica (10 morfoespecies) y finalmente la zona de transición con (8 morfoespecies). Las estaciones de la zona oceánica fueron las que presentaron mayor diversidad en el ensamblaje de anfípodos pelágicos ().

Entre los períodos de muestreo la abundancia más alta se evidenció en el período de diciembre 2012 (277 ind/100m³), seguido de los períodos de marzo 2013 (57 ind/100m³) y julio 2012 (34 ind/100m³) (Tabla 2.). La riqueza de morfoespecies fue mayor en el mes de marzo 2013 con trece morfoespecies, seguida del mes de diciembre 2012 con seis y finalmente, julio 2012 con cinco. El período con valores más altos de diversidad fue el de marzo 2013 seguido de julio 2012 y finalmente diciembre 2012 (Tabla 3).

Tabla 1.

Listado taxonómico y de abundancia (ind/100 m³) de los anfípodos Hyperiiidea

Familia	Genero	Especie/Morfo	Abundancia
-	-	Juvenil Hyperiiidea	487
-	-	Hyperiiidea	1682
Dairellidae	-	Dairellidae	257
Brachyscelidae	Brachyscelus	<i>Brachyscelus rapax</i>	62

Familia	Genero	Especie/Morfo	Abundancia
Eupronoidae	Eupronoe	<i>Eupronoe maculata</i>	50
Oxycephalidae	Streetsia	<i>Streetsia palmaspinosa</i>	35
Vibillidae	Vibillia	<i>Vibillia pyripes</i>	18
Amphithyridae	Paralycaea	<i>Paralycaea gracilis</i>	45
Platyscelidae	Paratyphis	<i>Paratyphis promontori</i>	81
Phronimidae	Phronima	<i>Phronima sedentaria</i>	29
Phrosinidae	Primno	<i>Primno latreillei</i>	175
	Simorhynchotus	<i>Simorhynchotus antennarius</i>	9
	Lycaea	<i>Lycaea pulex</i>	1285
Lycaeidae	Lycaea	<i>Lycaea serrata</i>	1457

Tabla 2.

Logaritmo abundancia (ind/100 m³) de los anfípodos presentes por cada estación durante los tres períodos (J-julio, D-diciembre y M-marzo) y las zonas muestreadas.

	Estaciones	<i>Brachyscelus rapax</i>	<i>Dairellidae</i>	<i>Eupronoe maculata</i>	<i>Hyperidea</i>	juvenil <i>Hyperidea</i>	<i>Lycaea pulex</i>	<i>Lycaea serrata</i>	<i>Paralycaea gracilis</i>	<i>Paratyphis promontori</i>	<i>Phronima sedentaria</i>	<i>Primno latreillei</i>	<i>Simorhynchotus antennarius</i>	<i>Streetsia palmaspinosa</i>	<i>Vibillia pyripes</i>
Zona costera	20-10 J	0	0	0	0	0	0	1,0678071	0	0	0	1,0678071	0	0	0
	20-10 D	0	0	0	0	0	0	2,2744324	0	0	0	0	0	0	0
	20-10 M	0	1,5076321	1,6123675	0	0	1,6966884	1,7884587	0	1,94336071	1,0682994	0	0,943360709	0	1,2443907
	21-40 J	0	0	0	0	0	0	1,0868801	0	0	0	1,0868801	0	0	0
	21-40 D	0	0	0	0	2,92485204	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	21-40 M	1,952953396	1,4758321	1,7768621	0	0	2,3789221	1,7768621	0	2,17480215	0	0	0	0	0
Zona transición	21-70 J	0	0	0	0	1,56619692	1,7422882	2,0433182	0	0	0	0	0	0	0
	21-70 D	0	0	0	0	0	0	3,1098925	0	0	0	0	0	0	0
	21-70 M	1,528485385	1,5284854	0	0	0	1,8295154	2,0056066	0	2,00560664	0	0	0	1,528485385	0
	21-100 J	0	0	0	0	1,5721554	1,5721554	0	0	0	0	0	0	0	0
	21-100 D	0	0	0	0	3,28242392	0	3,8784098	0	0	0	0	0	0	0
	21-100 M	0	1,6390738	0	0	1,77377238	0	0	0	0	0	1,5976811	0	0	0
Zona oceánica	21-130 D	0	3,0680848	0	3,545206	0	4,0350083	4,1198802	0	0	0	2,9711748	0	0	0
	21-130 M	0	1,4752031	0	0	1,47520308	1,7762331	1,9523243	0	1,77623308	1,4752031	1,4752031	0	0	0
	21-160 D	0	0	0	2,6719158	0	0	3,2312239	0	0	0	0	0	0	0
	21-160 M	0	0	0	0	0	1,6517055	1,9527355	1,6517055	1,65170555	1,6517055	0	0	0	0
	21-190 J	0	0	0	0	0	0	1,3595688	0	0	0	1,3595688	0	0	0
	21-190 D	0	2,8367456	0	3,0286311	0	2,8825031	3,3449011	0	0	0	0	0	0	0
	21-190 M	0	1,5069435	0	0	0	0	1,8079735	0	0	0	0	0	1,506943503	0
	21-220 J	0	0	0	0	0	0	1,5986695	0	0	0	0	0	1,598669508	0
	21-220 D	0	0	0	0	0	2,8412152	3,0009161	0	0	0	0	0	0	0
	21-220 M	0	0	0	0	0	0	1,9038314	0	1,60280137	0	0	0	0	0

Tabla 3.

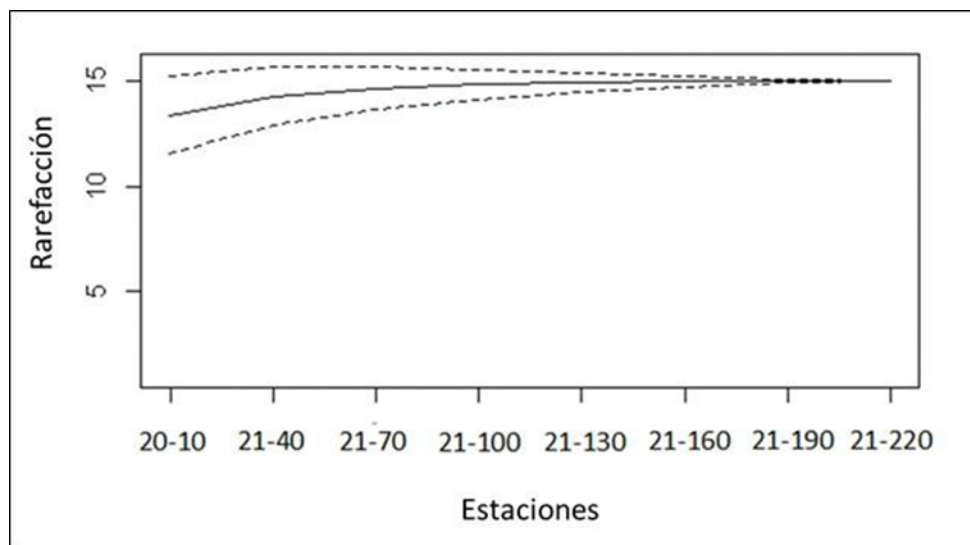
Índices de diversidad del ensamblaje de anfípodos pelágicos espacial (Zona) y Temporal (Período).

	Zona			Período		
	Costera	Transición	Oceánica	Julio 2012	Diciembre 2012	Marzo 2013
Riqueza	11	8	10	5	6	13
Diversidad	4,258	3,308	3,765	2,644	2,34	4,793
Equitatividad	0,9907	0,9965	0,9952	0,998	0,9999	0,9974

En cuanto a la representatividad del muestreo, los valores arrojados por los estimadores no paramétricos de riqueza oscilaron entre 16,30 para Chao, 16,62 para Jack-1 y 18,58 para Jack-2, y el número de morfoespecies observadas fue de 15, lo que indica que faltó una especie para tener el muestreo completo (Figura 3).

Figura 3.

Curva de acumulación de especies por rarefacción.



El ensamblaje de los anfípodos pelágicos encontrados temporalmente presentó una disimilitud 73,5% para los períodos de julio 2012 y diciembre 2012 y las morfoespecies que más aportaron a esta disimilitud fueron: *Lycaea serrata*, juvenil Hyperiidea, *Lycaea pulex*, *Primno latreillei*, entre los períodos de julio 2012 y marzo 2013 el valor de disimilitud fue de 78,2%, las morfoespecies con mayor contribución fueron: *Paratyphis promontori*, *Lycaea serrata*, *Lycaea pulex*, *Primno latreillei*, juvenil Hyperiidea, Dairellidae, finalmente entre los períodos de diciembre 2012 y marzo 2013 el porcentaje de disimilitud fue de 68,7% las morfoespecies que más aportaron fueron: *Paratyphis promontori*, *Lycaea pulex*, *Lycaea serrata*, Hyperiidea, juvenil Hyperiidea (Apéndice A).

El ensamblaje de los anfípodos pelágicos encontrados espacialmente presentó una disimilitud de 71,3% entre la zona costera y la zona de transición, las morfoespecies que más aportaron al ensamblaje fueron: *Lycaea serrata*, *Lycaea pulex*, *Primno latreillei*, juvenil Hyperiidea, Dairellidae, entre la zona costera y la zona oceánica el porcentaje de disimilitud 75,5%, las morfoespecies más significativas fueron: *Lycaea serrata*, *Lycaea pulex*, *Primno latreillei*, *Paratyphis promontori*, juvenil Hyperiidea, Dairellidae, finalmente entre la zona de transición y la zona oceánica el porcentaje de disimilitud es de 69,6%, las morfo especies con mayor contribución fueron: *Lycaea serrata*, *Lycaea pulex*, *Primno latreillei*, juvenil Hyperiidea, Dairellidae (Apéndice A).

Para el análisis de la comunidad el resultado de la prueba Kruskal-Wallis mostró diferencias significativas entre períodos de muestreo con un valor $P=5,1 \times 10^{-10}$. Entre las zonas de muestreo no se observaron diferencias significativas $P=0,091$ (Figura 4). El test de Dunn determinó diferencias entre los períodos entre diciembre-marzo y diciembre-julio (Tabla 4).

Tabla 4.*Resultados de la prueba de Dunn entre períodos*

	<i>Julio 2012</i>	<i>Diciembre 2012</i>	<i>Marzo 2013</i>
<i>Julio 2012</i>	-	-	-
<i>Diciembre 2012</i>	$2e^{-10}$	-	-
<i>Marzo 2013</i>	0,054	$5e^{-10}$	-

4.1.2 Hidroclimatología

4.1.2.1 Hidroclimatología Temporalmente. Durante los períodos de muestreo la temperatura más alta se observó en el mes de julio 2012, los valores variaron entre 22,3 y 27 °C, los valores más bajos se encontraron en el mes de diciembre 2012 con temperaturas que oscilaron entre 17,1 y 23,7 °C; con respecto a la salinidad el mes de diciembre 2012 presentó los valores más altos de salinidad entre 32,7 a 36,5 ups y en el mes de marzo 2013 se observó la salinidad más baja entre 29,9 a 32,4 ups. El oxígeno disuelto los valores más altos se presentaron en el mes de diciembre 2012 con valores entre 4,4 y 7,3 mg/L y el mes de marzo 2013 se registraron los valores más bajos 1,7 y 5,6 mg/L. El pH tuvo los valores más altos en el mes de diciembre 2012 con valores que oscilaron entre los 7,8 y los 8,1, y en el mes de marzo 2013 presentó los valores más bajos entre 7,3 y 7,6. Finalmente las clorofila- α , el mes de diciembre de 2012 presentó los valores más altos entre 2,5 a 6 mg/m³ y los valores más bajos en el mes de julio 2012 entre 1,6 a 3,0 mg/m³ (Figura 5).

Figura 4.

Distribución del log. de la abundancia de los anfípodos pelágicos en función de la zona y el período muestreado.

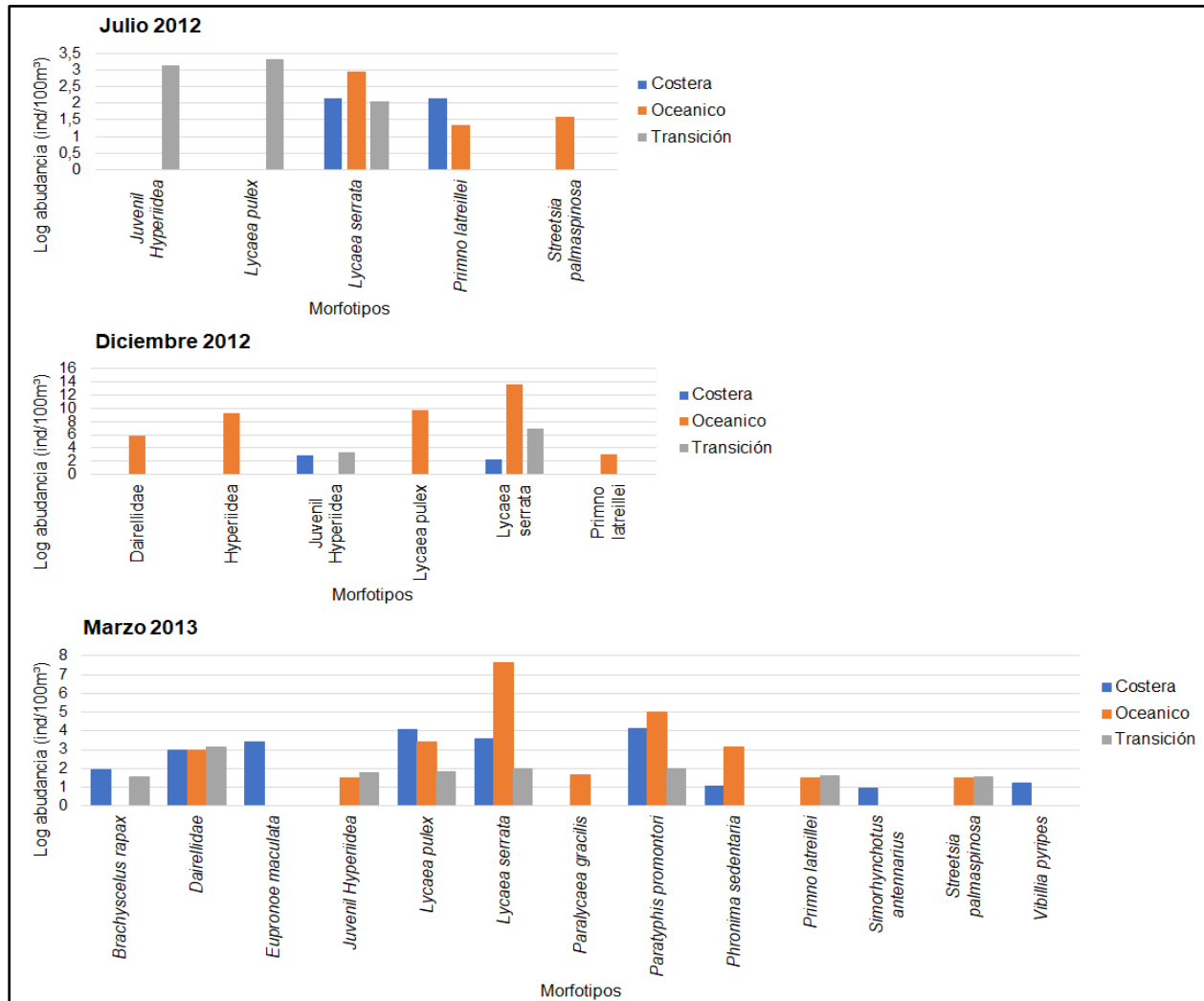
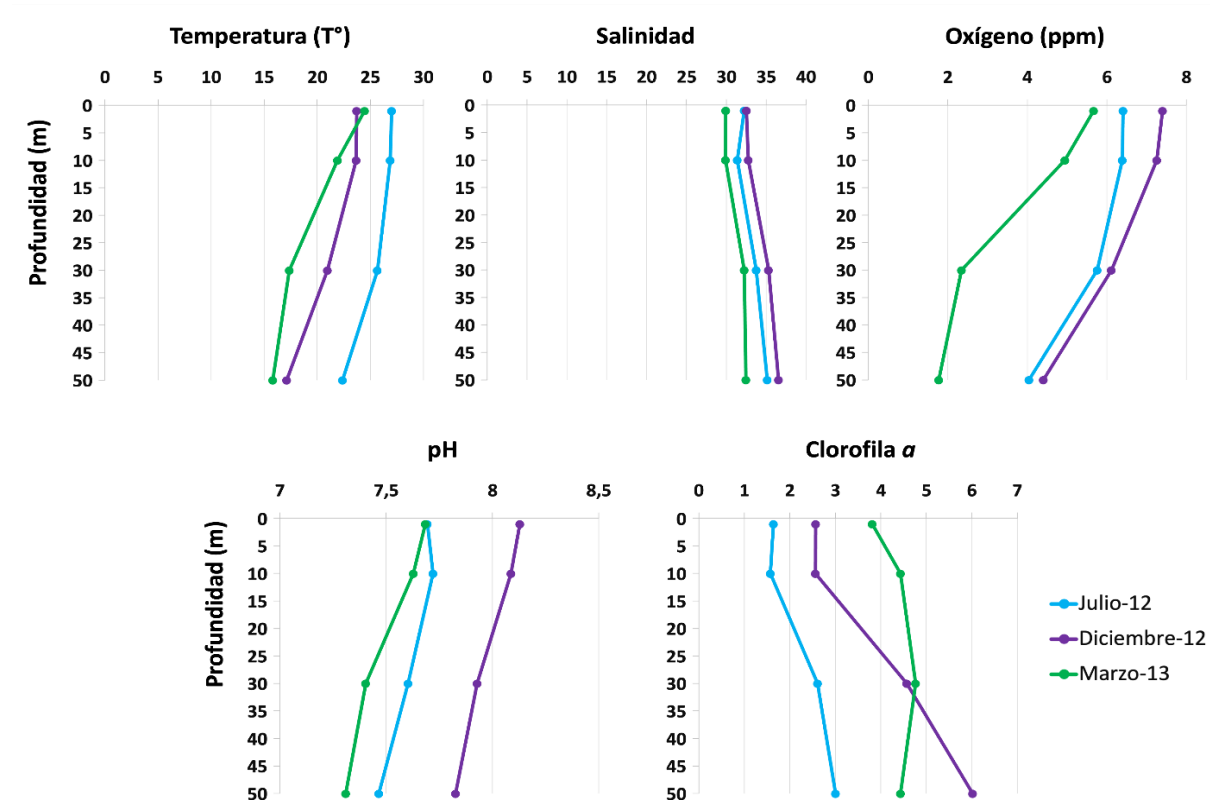


Figura 5.

Variables oceanográficas tomadas durante los períodos muestreados (julio 2012, diciembre 2012, marzo 2013) en función de la profundidad.

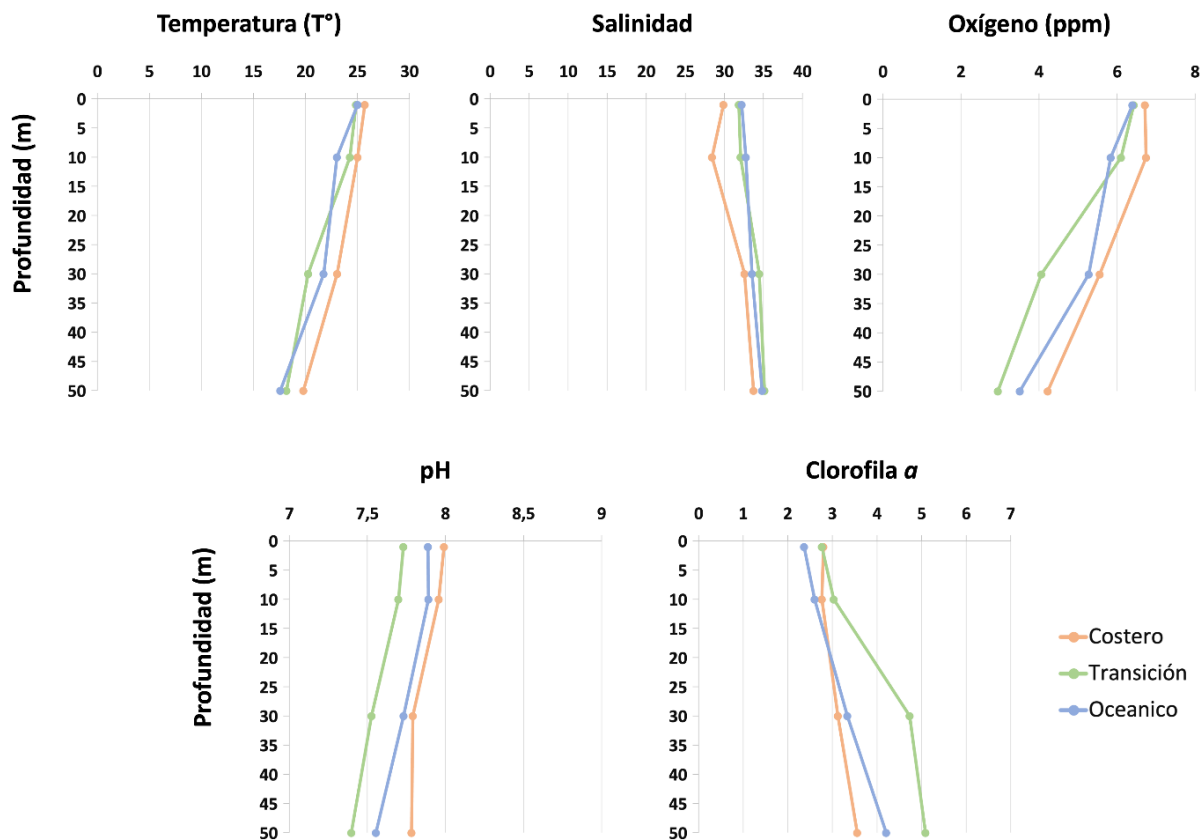


4.1.2.2 Hidroclimatología Espacialmente. La temperatura más alta se presentó en la zona costera con valores que oscilan entre 19,8 °C y 25,7 °C, la zona de transición presentó los valores más bajos 17,5 °C y 25 °C; los valores de salinidad más altos se observaron en la zona oceánica 31.86 a 35.13 ups, en la zona costera se observaron los valores más bajos 28,4 y 33,7 ups. El oxígeno disuelto presentó los valores más altos en la zona costera (4,2 a 6,7 mg/L) y los valores más bajos son los de la zona oceánica varían entre 2,9 a 6,4 mg/L. En el caso del pH los valores más altos se observaron en la zona costera (7,7 a 7,9) y en la zona oceánica se presentaron los

valores más bajos los que fluctuaron entre 7,3 y 7,7. Se observó que los valores más altos de clorofila- α los presentó la zona oceánica (2,7 a 5 mg/m^3) los valores más bajos los presentó la zona costera 2,7 y 3,5 mg/m^3 (Figura 6).

Figura 6.

Variables oceanográficas tomadas en las zonas (costero, transición y oceánica) en función de la profundidad.



4.2 Los Anfípodos y su Relación con las Condiciones Hidroclimatológicas

4.2.1 Los Anfípodos y su Relación con las Condiciones Hidroclimatológicas Temporalmente

La relación del ensamblaje de anfípodos con las condiciones hidroclimatológicas del período de julio 2012 mostró correlaciones positivas a diferentes parámetros combinados, donde

se destacan la salinidad a 50m y el oxígeno superficial (Bio-Env, $ps=0,568$), en el período de diciembre 2012 los principales factores abióticos son la temperatura a 50m, clorofila- α 50m el pH a 30m y superficial (Bio-Env, $ps=0,796$) finalmente en el período de marzo 2013 los factores abióticos más importantes son la temperatura a 10m y 50m, y el pH superficial (Bio-Env, $ps=0,551$) (Tabla 5).

Tabla 5.

Resultados del análisis de relación entre el ensamblaje de anfípodos con las condiciones oceanográficas del transecto muestreado (Bahía Málaga-Isla Malpelo) en los períodos julio 2012, diciembre 2012 y marzo 2013, a partir de la rutina Bio-Env.

Período	Variabes	Ps
Julio 2012	Sali 50m - Oxi sup	0,568*
	Sali 50m - Oxi sup - Oxi 30m - Clha 10m	0,546
	Sali 50m - Oxi sup - pH sup - Clha 10m	0,528
	Sali 50m - Oxi sup - pH 10m	0,526
	Sali 50m - Oxi sup - Clha 10m	0,526
Diciembre 2012	Tem 50m - pH sup - pH 30m - Clha 50m	0,796*
	pH sup - Clha 50m	0,793
	pH sup - pH 30m - Clha 50m	0,786
	Tem 50m - Sali sup - pH sup - pH 30m - Clha 50m	0,784
	Tem 50m - Oxi 30m - pH 30m - Clha 10m - Clha 50m	0,782
Marzo 2013	Tem 10m - Tem 50m - pH sup	0,551*
	Tem 10 - Tem 50m - Sali 50m - pH sup	0,511
	Tem 5 - Sali 50m - Oxi 50m - pH sup	0,495
	Tem 10m - Tem 50 - Sali 50m - pH sup - Clha 50m	0,477
	Tem 50m - Sali 50m - pH sup	0,477

Nota: Se presentan los mejores 5 resultados, ps : coeficiente de correlación de Spearman entre matrices de similitud,

Tem: temperatura, Oxi: oxígeno, pH: pH, Sal: salinidad, Clh: Clorofila- a.

* Los valores en negrilla y cursiva son los más significativos

4.2.2 Los Anfípodos y su Relación con las Condiciones Hidroclimatológicas Espacialmente

La relación del ensamblaje de anfípodos con las condiciones hidroclimatológicas de la zona costera mostró correlaciones positivas a diferentes parámetros combinados, donde se destaca el oxígeno a 50m (Bio-Env, $ps=0,463$), en la zona de transición el principal factor abiótico es el pH superficial (Bio-Env, $ps=0,796$) finalmente en la zona oceánica el factor abiótico más importante es la salinidad a 50m (Bio-Env, $ps=0,551$) (Tabla 6).

Tabla 6.

Resultados del análisis de relación entre el ensamblaje de anfípodos con las condiciones oceanográficas del transecto muestreado (Bahía Málaga-Isla Malpelo) e los períodos julio 2012, diciembre 2012 y marzo 2013, a partir de la rutina Bio-Env.

Zona	Variables	ps
Costera	Oxi 50m	0,436*
	Oxi 50m - pH 10m	0,495
	Tem 10m - Oxi 50m - pH 10m	0,553
	Sali sup - Sali 30m - Oxi 50m - Clha 10m	0,502
	Sali sup - Sali 30m - pH 10m - Clha sup - Clha 10m	0,553
Transición	pH sup	0,626*
	Sali sup - Clha 50m	0,726
	Tem 30m - Sali 30m - Clha 50m	0,729
	Sali 50m - pH sup - pH 30m - Clha 50m	0,718
	Sali 30m - Oxi 10m - Oxi 30m - pH sup - Clha 50m	0,729
Oceánica	Sali 50m	0,384*
	Tem sup - Sali 50m	0,525
	Tem sup - Sali 50m - Clha 50m	0,559
	Tem sup - Sali 10m - Oxi sup - pH sup	0,556
	Tem 30m - Sali 10m - Oxi sup - pH sup - pH 10m	0,572

Nota: Se presentan los mejores 5 resultados, ps: coeficiente de correlación de Spearman entre matrices de similitud,

Tem: temperatura, Oxi: oxígeno, pH: pH, Sal: salinidad, Clh: Clorofila- α .

*Los valores en negrilla y cursiva son los más significativos

5. Discusión

Las especies identificadas durante los tres períodos de muestreo, en el transecto desde bahía Málaga hasta cercanías de isla Malpelo corresponden a especies que se encuentran presentes en aguas del (OPC), excepto los anfípodos *Eupronoe maculata*, *Streetsia palmaspinosa* y un morfoespecie de la familia Dairellidae (Gasca y Hendrickx, 2021; GBIF, 2019; SiB Colombia, 2021; Valencia y Giraldo, 2009b; Valencia y Giraldo, 2012). Estas dos especies no están reportadas para el OPC y se estaría ampliando el registro de su distribución. Se debe aclarar que estas dos especies están presentes en aguas del POT (GBIF, 2019; SiB Colombia, 2021; Valencia et al., 2013; Vinogradov, 1999). Para el caso de *Eupronoe maculata* se ha reportado en zonas tropicales de Centroamérica y el Atlántico y *Streetsia palmaspinosa* tiene registros en el océano Índico (Vinogradov, 1999; Valencia et al., 2013; GBIF, 2019).

Según lo reportado por Valencia y Giraldo, 2009b, Valencia y Giraldo, 2012 y Valencia et al., 2013, la familia Lestrigonidae es la que se encontró mejor representada especialmente en la zona costera, debido a que los estudios de Valencia y Giraldo, 2009b, Valencia y Giraldo, 2012, investigaron las zonas costeras o insulares. El listado de especies reportado en estos estudios es relativamente mayor a lo que se encontró en este trabajo, esto pudo deberse a la diferencia en el esfuerzo de muestreo, cabe aclarar que el número de estaciones en la literatura revisada es mucho mayor y si tenemos en cuenta que dos de los artículos estudian la distribución en zonas costeras el número de especies pertenecientes a la familia Lestrigonidae va a ser mucho mayor en comparación con el presente estudio.

El presente estudio hizo una separación a priori de las zonas marinas, aun así, nuestros resultados mostraron que el ensamblaje de hipéridos no presenta una transición en su distribución,

lo que se observa es la no diferencia entre las tres zonas de muestreo costera, transición y oceánica, los valores más altos de abundancia en la zona oceánica se deben a que la mayoría de los hipéridos son de hábitos oceánicos (Gasca, 2004; Valencia, B., y Giraldo, A. (2009b); Valencia et al., 2013).

Se debe resaltar que, a lo largo del transecto estudiado, existe una diferencia en las condiciones hidroclimáticas de las dos zonas, la zona costera se caracteriza por una fuerte descarga de ríos, mientras que la zona oceánica se ve modulada por eventos de surgencias (Martínez y González, 1997; Valencia et al., 2013). Esta dinámica hidroclimática favoreció el aumento de la abundancia de hipéridos especialmente en la zona oceánica, esto también se ha reportado en el POT, donde los hipéridos prefieren estar (Restrepo y Kjerfve, 2000; Gasca, 2004; Valencia y Giraldo, 2009b; Valencia y Giraldo, 2012; Valencia et al., 2013; Rodríguez et al., 2019; Espinosa-Leal et al., 2021). Por esta razón es necesario revisar si los procesos de surgencia pudieran estar influyendo en la distribución de los anfípodos pelágicos en la zona oceánica.

La zona central del Pacífico colombiano se caracteriza por presentar dos periodos de precipitación, de abril a noviembre la temporada de mayor precipitación y la temporada de menor precipitación de diciembre a marzo, estos eventos están modulados por la influencia del desplazamiento de la ZCIT (CCCP, 2002). En el presente estudio, lo que se observó es que marzo de 2013 durante el muestreo ya se había dado inicio al periodo de mayor precipitación (IDEAM, 2013 a y b). Por lo que la abundancia de anfípodos se vio afectada por el ingreso de aguas con menores valores de salinidad y relacionándose más con los valores de julio de 2012 que corresponden también a un periodo de mayor precipitación.

En consecuencia, la mayor abundancia de anfípodos se observó en el periodo de diciembre 2012, que correspondió a los valores de temperatura más bajos y de salinidad más altos del estudio, los cuales se asocian usualmente con el inicio del periodo de menor precipitación (Valencia et al,

2013). Esto se traduce en que la comunidad de anfípodos presentó las mayores diferencias en este periodo con respecto a los otros dos periodos estudiados. Según lo reportado por Valencia y otros (2013), se pueden observar los valores más elevados de abundancia de hipéridos durante los períodos de menor precipitación (las menores temperaturas y mayor salinidad) en la cuenca del Pacífico colombiano.

En el presente estudio comprueba que los anfípodos son organismos que responden a los cambios en la temporalidad de la cuenca del Pacífico colombiano, en cuanto a la espacialidad, no hay diferencias significativas entre las zonas sin embargo se observó un aumento en la abundancia en la zona oceánica, ocasionada posiblemente por eventos de surgencias oceánicas y por la fuerte descarga de aguas continentales en la zona costera de la zona central del Pacífico colombiano. Confirmando nuevamente que los anfípodos son organismos muy sensibles a los cambios físicos y químicos de la columna de agua (Martínez y González, 1997; CCCP, 2002; Valencia et al., 2013), especialmente a la variación en los valores de salinidad el cual fue una de las variables que presentó diferencias significativas tanto temporal como espacialmente (Lavaniegos, 2014; Valencia y colaboradores., 2013; Espinosa-Leal y Lavaniegos, 2016; Valencia et al., 2019; Hereu, 2020).

El presente estudio contribuye a confirmar que los anfípodos son uno de los grupos taxonómicos del plancton con gran importancia para ser usados como bioindicadores de cambios hidroclimáticos en un área de estudio. La variación de la abundancia en el ensamblaje de anfípodos pelágicos en este trabajo tanto espacial como temporalmente ayuda a evidenciar cambios hidroclimáticos de la cuenca del Pacífico colombiano en la zona central por lo que es importante continuar con el estudio de este grupo taxonómico en otras áreas marinas colombianas.

6. Conclusiones

El ensamblaje de anfípodos responde a los cambios en las variables de salinidad, temperatura y pH espacial y temporalmente demostrando que las condiciones oceanográficas de esta región del Pacífico colombiano modulan la distribución de estos organismos. Durante este estudio las especies más abundantes fueron *Lycaea serrata*, *Lycaea pulex*, y *Primno latreillei*. Los resultados de este estudio permiten conocer la dinámica de los anfípodos pelágicos en un transecto costa-océano del Pacífico colombiano, lo que contribuye a la comprensión de la diversidad marina en el país.

Referencias Bibliográficas

- Arfianti, A., & Costello, M. (2020). Global biogeography of marine amphipod crustaceans: latitude, regionalization, and beta diversity. *Marine Ecology Progress Series*, 83-94. doi:10.3354/meps13272
- Ayón, P., Criales, M., Schwamborn, R., & Hirche, H. (2008). Zooplankton research off Perú: a review. *Progress in Oceanography*, 79(2-4), 238-255. doi:https://doi.org/10.1016/j.pocean.2008.10.020
- Boltovskoy, D. (1999). *South Atlantic zooplankton*. Loguivy Plougras, France: Backhuys Publishers, Leiden.
- Boltovskoy, D., Correa, N., & Boltovskoy, A. (2003). Marine zooplanktonic diversity: A view from the South Atlantic. *Oceanological Acta*, 25(5), 271-278.
- Bowman, T., & Gruner, H. (1973). The families and genera of Hyperiidia (Crustacea: Amphipoda). *Smithsonian Contributions to Zoology*, 1-64.
- Burridge, A., Tump, M., Vonk, R., Goetze, E., & Peijnenburg, K. (2017). Diversity and distribution of hyperiid amphipods along a latitudinal transect in the Atlantic Ocean. *Progress in Oceanography*, 158, 224-235. doi:https://doi.org/10.1016/j.pocean.2016.08.003
- Clarke, K., & Gorley, R. (2015). Getting started with PRIMER v7. *Plymouth Routines in Multivariate Ecological Research*, 1-20. doi:https://www.researchgate.net/publication/307447596_PRIMER_version_7_User_manualtutorial
- Correa, I. (2002). *Geología y Oceanografía del Delta del Río San Juan: Litoral Pacífico*

Colombiano. Medellín, Colombia: Fondo Editorial Universidad EAFIT.

Costello, M., & Chaudhary, C. (2017). Marine biodiversity, biogeography, Deep-Sea gradients, and conservation. *Current Biology*, 27(11), 511-527.
doi:<https://doi.org/10.1016/j.cub.2017.04.060>

Curtis, H., Barnes, S., Schnek, A., & Flores, G. (2003). *Biología*. México D.F.: Editorial Médica Panamericana.

Dalpadado, P., Hop, H., Ronning, J., Pavlov, V., Sperfeld, E., Buchholz, F., . . . Wold, A. (2016). Distribution and abundance of euphausiids and pelagic amphipods in Kongsfjorden, Isfjorden and Rijpfjorden (Svalbard) and changes in their relative importance as key prey in a warming marine ecosystem. *Polar Biology*, 1765-1784.

Devis, A., García, I., & Villegas, N. (2002). *Compilación Oceanográfica de la Cuenca Pacífica Colombiana*. Cali, Colombia: Centro Control Contaminación del Pacífico (CCCP). Dirección General Marítima. doi:10.26640/9583338699.2002

Devis, A., Schneider, W., Montoya, R., & Rodríguez, E. (2008). Monsoon-like winds reverse oceanic circulation in the Panama Bight. *Geophysical Research Letters*, 35, 1-6.
doi:10.1029/2008GL035172

Díaz, D., Málikov, I., & Villegas, N. (2009). Características de las zonas de surgencia de la Cuenca del Pacífico Colombiano y su relación con la Zona de Convergencia Intertropical. *Boletín Científico CIOH*, 59-72.

Díaz, D., Villegas, N., & Málikov, I. (2009). Descripción de los ciclos de ascenso de las aguas de la Cuenca del Pacífico Colombiano durante el año y su relación con factores meteorológicos asociados con zona de convergencia intertropical. *Revista de Institucional Tecnológica del Chocó: Investigación, Biodiversidad y Desarrollo*, 27(2), 200-206.

doi:<https://doi.org/10.18636/biodesarrollo.v27i2.452>

- Dunlop, J., Scholtz, G., & Salden, P. (2013). Water-to-Land transitions. *Arthropod Biology and Evolution*, 417-439.
- Espinosa, L., & Lavaniegos, B. (2016). Seasonal variability of pelagic amphipods off Baja California during la Niña 2011 and comparison with a “neutral year” (2005). *Cal Coop Ocean Fish*, 132-150.
- Espinosa, L., Escribano, R., Riquelme, R., & Corredor, A. (2021). Distribution and biodiversity patterns of hyperiid amphipods across the coastal-offshore gradient of the sub-tropical Southeast Pacific. *Marine Biodiversity*, 51-(1), 1-17.
- Fiedler, P., & Lavín, M. (2017). Oceanographic conditions of the eastern tropical Pacific. *Coral Reefs of the Eastern Tropical Pacific*, 59-83.
- Foster, J., LeCroy, S., Heard, R., & Vargas, R. (2009). Gammaridean Amphipods. *Marine Biodiversity of Costa Rica, Central America*, 265-274.
- Gasca, R. (2004). Distribution and abundance of hyperiid amphipods in relation to summer mesoscale features in the southern Gulf of Mexico. *Journal of Plankton Research*, 26(9), 993-1003. doi:<https://doi.org/10.1093/plankt/fbh091>
- Gasca, R., & Hendrickx, M. (2021). Pelagic amphipods (Crustacea: Amphipoda: Hyperiiidea) in western Mexico. 2 Family Eupronoidae. *Zootaxa*, 5105(2), 419-430. doi:<https://doi.org/10.11646/zootaxa.5105.2.3>
- Gasca, R., & Morales, Á. (2012). Anfípodos hiperídeos (Crustacea: Peracarida) del Parque Nacional Isla del Coco, Costa Rica, Pacífico Tropical Oriental. *Revista de Biología Tropical*, 60, 223-233. doi:https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-

77442012000800013

Gasca, R., Suárez, E., & Franco, C. (2010). New records of Hyperiid (Amphipoda, Hyperiidea) from Surface Waters of the central Mexican Pacific. *Crustaceana*, 927-940.

Global Biodiversity Information Facility. (27 de Septiembre de 2019). *GBIF - Global Biodiversity Information Facility*. Obtenido de GBIF: <https://www.gbif.org/>

Hereu, C., Arteaga, M., Galindo, C., Herzka, S., Batta, P., & Jiménez, S. (2020). Zooplankton summer composition in the southern Gulf of Mexico with emphasis on salp and hyperiid amphipod assemblages. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 665-680.

Herrera, J., Cuéllar, A., & Giraldo, A. (2021). Diseño de una malla de muestreo oceanográfico para el Santuario de Flora y Fauna Malpelo, Pacífico de Colombia. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras-INVEMAR*, 50(2), 91-112.
doi:<https://doi.org/10.25268/bimc.invemar.2021.50.2.1089>

Hurley, D. (1968). Transition from water to land in amphipod crustaceans. *American Zoologist*, 8(3), 327-353. doi:<https://doi.org/10.1093/icb/8.3.327>

IDEAM. (2013). *Predicción climática y alertas para planear y decidir. Publicación N° 205*. Bogotá D.C., Colombia: IDEAM.
doi:http://www.pronosticosyalertas.gov.co/documents/21021/647985/03_Bolet%C3%ADn_de_Predicci%C3%B3n_Clim%C3%A1tica_Marzo.pdf/1ae86bab-403f-4d5b-895e-fb501f81ed8b?version=1.0

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). (2013). *Informe Técnico Diario N° 079-085: Condiciones hidrometeorológicas actuales*. Bogotá D.C., Colombia: IDEAM.

- Jara, A. (2007). *Estructura de la comunidad de macrocrustáceos bentónicos de las áreas someras (0 - 20 m) y profundas (80-170 m) de las islas de Providencia y Santa Catalina presentes durante la época seca del 2005*. (Trabajo de Grado). Facultad de Biología Marina. Universidad Jorge Tadeo Lozano. Bogotá D.C.
- Jerez, M., Ciales, M., & Giraldo, A. (2017). Copépodos epipelágicos en Bahía Cupica, Pacífico colombiano: composición de especies, distribución y variación temporal. *Revista de Biología Tropical*, 65(3), 1046-1061. doi:<http://dx.doi.org/10.15517/rbt.v65i3.29449>
- Lazarus, J., & Cantera, J. (2007). Crustáceos (Crustacea: Sessilia, Stomatopoda, Isopoda, Amphipoda, Decapoda) de Bahía Málaga, Valle del Cauca (Pacífico colombiano). *Biota Colombiana*, 8(2), 221-239. doi:<http://revistas.humboldt.org.co/index.php/biota/article/view/192>
- Levaniegos, B. (2014). Pelagic amphipod assemblage associated with subarctic water off the West Coast of the Baja California peninsula. *Journal of Marine Systems*, 1-12.
- Lowry, J., & Myers, A. (2017). A Phylogeny and Classification of the Amphipoda with the establishment of the new order Ingolfiellida (Crustacea: Peracarida). *Monograph Zootaxa*, 1-89.
- Márquez, B., Troccoli, L., Marcano, L., Morales, J., Allen, T., Marín, B., & Díaz, R. (2011). Estructura comunitaria del zooplancton en dos localidades del Golfo de Cariaco, Venezuela. *Boletín del Instituto Oceanográfico de Venezuela*, 50(2), 103-119.
- Martín, A., Díaz, Y., Miloslavich, P., Escobar, E., Guerra, J., Ortíz, M., . . . Klein, E. (2013). Regional diversity of Amphipoda in the Caribbean Sea. *Revista de Biología Tropical*, 61(4), 1681-1720. doi:https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-77442013000500012

- Martínez, J., & González, J. (1997). *Evolución Histórica de las Islas Barrera del Sector de Buenaventura y el Naya*. Santa Marta, Colombia: Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras "José Benito Vives de Andreis" - INVEMAR. Serie de Publicaciones Especiales, No. 3.
- Mazda, Y., Sasagawa, T., Inuma, Y., & Wakabayashi, K. (2019). Maternal care and juvenile feeding in a hyperiid amphipod (*Oxycephalus clausi* Bovallius, 1887) in association with gelatinous zooplankton. *Marine Biology Research*, 541-547.
- Motoda, S. (1959). Devices of simple plankton apparatus. *Environmental Science*, 73-97.
- Orozco, U. (2020). *Variabilidad estacional de la profundidad de la capa de mezcla en la cuenca del pacífico Colombiano*. (Trabajo de Investigación). Universidad de Antioquia. Turbo, Antioquia.
- Ortiz, M. (1983). Los anfípodos (Gammaridea) de las costas del mar Caribe de la República de Colombia. *Revista de Investigaciones Marinas*, 23-31.
- Ortíz, M., & Lalana, R. (2016). Estado actual del conocimiento de los anfípodos (Crustacea, Peracarida), de Cuba: Morfología, historia, taxonomía y bibliografía. *Revista de Investigaciones Marinas. Universidad de la Habana*, 36(1), 1-19.
- Ortíz, M., & Lemaitre, R. (1994). Crustáceos anfípodos (Gammaridea) colectados en las costas del Caribe colombiano, al sur de Cartagena. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras - INVEMAR*, 23(1), 119-127.
- Polanía, J. (2010). Indicadores biológicos para el monitoreo de puertos en Colombia. *Gestión y Ambiente*, 13(3), 75-86.
doi:<https://revistas.unal.edu.co/index.php/gestion/article/view/25417/25920>
- Restrepo, J., & Kjerfve. (2000). Water discharge and sediment load from the western slopes of the

- Colombian Andes with focus on Rio San Juan. *The Journal of Geology*, 108(1), 17-33.
- Rodrigues, M., Ochi, V., & Penna, C. (2019). Short-term temporal variations in the zooplankton community of the surf zone influenced by estuarine discharge. *Regional Studies in Marine Science*, 29.
- Rodriguez, E., & Stuardo, J. (2002). Variability of photosynthetic pigments in the Colombian Pacific Ocean and its relationship with the wind field using ADEOS-I data. *Journal of Earth System Science*, 227-236.
- Rodriguez, E., Schneiner, W., & Abarca, R. (2003). On the seasonal circulation within the Panama Bight derived from satellite observations of wind, altimetry and sea surface temperature. *Geophysical Research Letters*, 227-236.
- RStudio Team. (2015). *RStudio: Integrated Development for R*. RStudio. Obtenido de RStudio: <https://www.rstudio.com/>
- Sistema de Información sobre Biodiversidad de Colombia. (2021). *Portal Web Sistema de Información sobre Biodiversidad de Colombia*. Obtenido de SIAC: <http://www.siac.gov.co/sib>
- Valencia, B., & Giraldo, A. (2009). A New Species of the Genus *Chelorchestia* (Amphipoda, Talitridae) from Palma Island, Malaga Bay, Pacific Coast of Colombia. *Crustaceana*, 82(1), 1-10. doi:10.1163/156854008X363768
- Valencia, B., & Giraldo, A. (2009). Hipéridos (Crustacea: Amphipoda) en el sector norte del Pacífico oriental tropical colombiano. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 37(2), 265-273. doi:https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-560X2009000200014&script=sci_abstract
- Valencia, B., & Giraldo, A. (2012). Structure of hyperiid amphipod assemblages on Isla Gorgona,

- eastern tropical Pacific off Colombia. *Journal of the Marine Biological Association of the UK*, 92(07), 1489-1499. doi:10.1017/S0025315411001780
- Valencia, B., Giraldo, A., Rivera, M., Izquierdo, V., & Cuellar, A. (2019). Effects of seasonal upwelling on hydrography and mesozooplankton communities in a Pacific tropical cove off Colombia. *Revista de Biología Tropical*, 67(4), 945-962.
- Valencia, B., Lavaniegos, B., Giraldo, A., & Rodríguez, E. (2013). Temporal and spatial variation of hyperiid amphipod assemblages in response to hydrographic processes in the Panama Bight, eastern tropical Pacific. *Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers*, 73, 46-61.
- Vinogradov, G. (1999). Pelagic amphipods (Amphipoda, Crustacea) from the Southeastern Pacific Ocean. *Trudy Instituta Okeanologii*, 27-104.
- World Register of Marine Species (WORMS). (2020). *Portal Web World Register of Marine Species. Integrated Marine Information System (IMIS)*. Obtenido de WORMS: <https://doi.org/10.14284/170>
- Zeidler, W. (2016). A review of the families and genera of the superfamily Platysceloidea Bowman & Gruner, 1973 (Crustacea: Amphipoda: Hyperiidea), together with keys to the families, genera and species. *Zootaxa*, 4192(1), 1-136.

Apéndices

Apéndice A. Ensamblaje de los Anfípodos Pelágicos Encontrados

	Especies	% contribución individual	% contribución acumulada
Julio-Diciembre 73,51% disimilitud	<i>Lycaea serrata</i>	22,18	22,18
	juvenil Hyperiidea	19,37	41,54
	<i>Lycaea pulex</i>	15,51	57,05
	<i>Primno latreillei</i>	9,79	66,84
	Dairellidae	8,66	75,5
Julio-Marzo 78,24% disimilitud	<i>Paratyphis promontori</i>	16,77	16,77
	<i>Lycaea serrata</i>	16,26	33,03
	Dairellidae	13,98	47,01
	<i>Lycaea pulex</i>	12,34	59,35
	<i>Primno latreillei</i>	8,25	67,6
	juvenil Hyperiidea	8,13	75,73
Diciembre-Marzo 68,72% disimilitud	<i>Paratyphis promontori</i>	16,42	16,42
	<i>Lycaea pulex</i>	13,19	29,61
	Dairellidae	12,71	42,31
	<i>Lycaea serrata</i>	12,56	54,87
	juvenil Hyperiidea	9,24	64,11
	Hyperiidea	6,8	70,91
Costero-Transición 71,35% disimilitud	<i>Lycaea serrata</i>	22,18	22,18
	juvenil Hyperiidea	19,37	41,54
	<i>Lycaea pulex</i>	15,51	57,05
	<i>Primno latreillei</i>	9,79	66,84
	Dairellidae	8,66	75,5
Costero-Oceanico 74,58% disimilitud	<i>Lycaea serrata</i>	23,01	23,01
	<i>Lycaea pulex</i>	12,3	35,31
	<i>Primno latreillei</i>	11,61	46,92
	<i>Paratyphis promontori</i>	9,72	56,65
	juvenil Hyperiidea	9,49	66,13
	Dairellidae	7,82	73,95
Transición-Oceanico 69,66% disimilitud	<i>Lycaea serrata</i>	21,95	21,95
	juvenil Hyperiidea	20,22	42,18
	<i>Lycaea pulex</i>	15,65	57,83
	Dairellidae	9,57	67,4
	<i>Primno latreillei</i>	7,51	74,9