



Publicación Especial  
**BAUMAR MARÍN ESPINOZA**  
*In Memoriam*

Fariña Ángel, Prieto Antulio,  
& Márquez-Rojas Brightdoom (Eds.)



Boletín del Instituto Oceanográfico de Venezuela  
Vol. 61, N° 1 (2022)  
ISSN 0798-0639

**BOLETÍN DEL INSTITUTO OCEANOGRÁFICO DE VENEZUELA**  
**UNIVERSIDAD DE ORIENTE**  
CUMANÁ – VENEZUELA

---

COMITÉ EDITORIAL

ANTONIO BAEZA  
Clemson University,  
Clemson, United State of America.

ARTURO ACERO P.  
Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de  
Colombia, Bogotá, Colombia.

JOSÉ MANUEL VIÉTEZ  
Universidad de Alcalá,  
Alcalá de Henares, España.

MAURO NIRCHIO  
Universidad de Oriente y Universidad Técnica de  
Machala, Machala, Ecuador.

LUÍS TROCCHI  
Universidad de Oriente y Universidad Estatal Santa  
Elena, Santa Elena, Ecuador.

CARMEN TERESA RODRÍGUEZ  
Universidad de Carabobo,  
Carabobo, Venezuela.

JULIÁN CASTAÑEDA  
Instituto Oceanográfico de Venezuela,  
Cumaná, Venezuela.

VICTOR HUGO DELGADO BLAS  
Universidad Quintana Roo,  
México.

ALFREDO GÓMEZ GASPAR  
Universidad de Oriente,  
Nueva Esparta, Venezuela.

EDGAR ZAPATA VÍVENES  
Universidad de Oriente,  
Cumaná, Venezuela.

MARIO LONDOÑO MESA  
Universidad de Antioquia,  
Medellín, Colombia.

JOSÉ GREGORIO RODRÍGUEZ  
Universidad de Carabobo,  
Carabobo, Venezuela.

El Instituto Oceanográfico de Venezuela (IOV) constituye el núcleo primigenio de la Universidad de Oriente, creada por el Decreto de la Junta de Gobierno N° 459 de fecha 21 de noviembre de 1958. Sus actividades comenzaron el 12 de octubre de 1959, en la ciudad de Cumaná estado Sucre, Venezuela y han continuado ininterrumpidamente desde entonces.

EL BOLETÍN DEL INSTITUTO OCEANOGRÁFICO DE VENEZUELA es una revista arbitrada que tiene como objeto fundamental difundir el conocimiento científico sobre la oceanografía del Mar Caribe y el Océano Atlántico Tropical.

El Boletín fue editado por primera vez en el mes de octubre del año 1961, siendo publicado con el nombre de “Boletín del Instituto Oceanográfico”. A partir del volumen n° 8 publicado en el año 1970, la portada, el formato y las normas editoriales fueron modificadas. En el año 1980 es rebautizado con el nombre actual de “Boletín del Instituto Oceanográfico de Venezuela”.

INSTITUTO OCEANOGRÁFICO DE VENEZUELA

MAYRÉ JIMÉNEZ  
*Directora*

IVIS FERMÍN  
*Jefe Departamento de Oceanografía*

NIEVES AGUADO  
*Jefe Departamento de Biología Pesquera*

JORGE BARRIOS  
*Jefe Departamento de Biología Marina*

IVIS FERMÍN  
*Coordinador Postgrado en Ciencias Marinas*

BRIGHTDOOM MÁRQUEZ  
*Editora Jefe*

FARIÑA, A. & PRIETO ANTULIO  
*Editores Asociados*

EDY MIR PARRA  
*Asistente Técnico*

E-mail: [jeiovudo@gmail.com](mailto:jeiovudo@gmail.com)

<http://www.ojs.udo.edu.ve/index.php/boletiniov>

Indizada en :

*EBSCO, Aquatic Sciences & Fisheries Abstracts, Biosis, Latindex, Periódica, Ulrich's Periodicals Directory, Wildlife Review Abstracts, Zoological Record.*

*Fondo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (FONACIT)*

N° Reg.- 19990243

---

Como citar este volumen:

Abdy E. García, José G. Núñez, Luis A. Ariza, Mydream Montilla, Elizabeth Méndez De E & Antulio Prieto. 2022. Análisis ecológico de la comunidad íctica en la zona litoral de boca de Uchire, estado Anzoátegui, Venezuela. En: Fariña, A., Prieto Antulio & Márquez-Rojas Brightdoom (Eds.). *Baumar Marín Espinoza, In Memoriam. Pub. Esp. Bol. Inst. Oceanogr. Venez. 61(1): XX pp.*

Responsables de la dirección, coordinación y edición de este volumen:

Brightdoom Márquez-Rojas

Edymir Parra

Agradecimiento especial a estos colaboradores que permitieron que este volumen se realizara:

Álvarez, Julia (Grupo de Moluscos, Universidad de Carabobo)  
Ariza, Luis Alejandro (Instituto Oceanográfico de Venezuela)  
Beltrán-López, Beatriz (Ministerio de Ambiente y Desarrollo sostenible, AG. Consultores Ambientales, S.A.S. Colombia)  
Bitter, Ricardo (Universidad Francisco de Miranda, Coro, Venezuela)  
Calderón, Gregoria (Instituto de Pesca, Guayaquil, Ecuador)  
Díaz-Díaz, Oscar (FAUNAMAR LTDA., Chile)  
Fariña, Ángel (Universidad de Oriente)  
Fernández, Johanna (Universidad de Oriente)  
Freites, Luis (Instituto Oceanográfico de Venezuela)  
Gallego Zerrato, Juan José (Integrante del Grupo en Ciencias Oceanografía de la Universidad del Valle, Colombia)  
Gárate, Paulina (Bióloga Marina de la Pontificia Universidad Católica de Chile)  
Gómez, Alfredo (Universidad de Oriente, Nueva Esparta & Museo Marino de Margarita, Venezuela)  
Gómez, Juan Antonio (Universidad de Panamá)  
Guerrero Kommritz, Jürgen (Investigador independiente, Colombia)  
Jiménez-Prieto, Mayré (Instituto Oceanográfico de Venezuela)  
López, Adriana (Universidad Simón Bolívar, Venezuela)  
López-Marcano, Juan (Instituto Oceanográfico de Venezuela)  
Méndez, Elizabeth (Universidad de Oriente)  
Narváez, Mariela (Instituto Oceanográfico de Venezuela)  
Núñez, José Gregorio (Instituto Oceanográfico de Venezuela)  
Prieto, Antulio (Universidad de Oriente)  
Salazar, Sinatra (Instituto Oceanográfico de Venezuela)  
Troccoli, Luis (Universidad de Oriente, Instituto de Investigaciones Científicas, Núcleo Nva. Esparta)  
Velásquez, Marcel (Sorbonne Universités, Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris, France)  
Villafranca, Sioliz (Instituto Oceanográfico de Venezuela)

Diseño y diagramación

Brightdoom Márquez-Rojas, Oscar Díaz-Díaz & Edymir Parra



**Antulio Prieto** Después de su graduación como Licenciado en Biología en el año 1969 empieza a formar parte del personal docente del Departamento de Biología de la Escuela de Ciencias de la Universidad de Oriente - Núcleo de Sucre, realizando sus primeras investigaciones en el área de ecología de reptiles. Su formación académica e investigativa fue seguida con la obtención de su título de postgrado en Biología Marina, cursado en el IOV (1977), dedicándose seguidamente a la investigación de ecología de moluscos, específicamente bivalvos.

Luego de su jubilación en 1993, conformó un grupo activo de investigación con los doctores Baumar Marín y Cesar Lodeiros quienes trabajaron en la sistemática y ecología de bivalvos marinos del Oriente de Venezuela, al mismo tiempo continuó realizando actividades de docencia e investigación en el área marina principalmente en el área de biología de moluscos, realizando numerosas publicaciones, específicamente sobre producción secundaria de bivalvos.

Desde el 2000 hasta el 2008 colaboró intensivamente con diferentes grupos de investigación en el Departamento de Biología y el Instituto Oceanográfico de Venezuela, participando en numerosos proyectos de investigación, línea base e intercambio de saberes, con investigadores tanto nacionales como extranjeros, para empresas públicas y privadas, actividades que le permitieron obtener diferentes distinciones y reconocimientos académicos tanto locales (UDO) como nacionales (FONACIT, CONICIT, CONADES, CONABA, FAPUV) que culminaron con la obtención como investigador con la máxima puntuación (161 puntos) otorgada por el Programa de Estímulo a la Investigación (PEI) de la UDO en la convocatoria del año 2006. En la actualidad es investigador NIVEL 5 en la reciente Convocatoria de Acreditación de Investigadores de la UDO (SAI- UDO 2014). En su haber ha publicado más de 120 artículos científicos, ha asesorado más de 65 trabajos de pre y postgrado, participado en números congresos científicos nacionales e internacionales.





**Brightdoom Márquez Rojas.** Biólogo con postgrado en Ciencias Marinas, mención Biología Marina (Instituto Oceanográfico de Venezuela) y Doctorado en Ciencias, mención Ecología (Universidad Central de Venezuela). Profesor Titular de la Universidad de Oriente desde el 2000. Línea de investigación Ecología del zooplancton marino y estuarino, con énfasis en taxonomía de copépodos y cladóceros. Asesora de 15 tesis de pregrado y cuatro de postgrado. Ganadora de dos becas nacionales (CONICIT). Coordinadora del grupo de Plancton de la Universidad de Oriente. Editora en jefe del Boletín del Instituto Oceanográfico de Venezuela; miembro del comité editorial externo de la Revista Bases de la Ciencia de Ecuador, de la Revista Ciencia e Ingeniería de la Universidad de la Guajira, Colombia y de la Revista Servolab Science New de Puerto Ordaz, Venezuela. Publicación de un capítulo en un libro y 45 publicaciones en revistas indexadas. Responsable o colaboradora en proyectos de investigación, especialmente sobre biodiversidad y estudios de línea base.



**Ángel Fariña Pestano.** Licenciado en Biología, mención Biología Marina de la Universidad de Oriente, Venezuela; Diploma de Estudios Avanzados y Doctor en Biología Marina y Acuicultura de la Universidad de Santiago de Compostela, España. Profesor Asociado e Investigador de la Universidad de Oriente, Jefe del Laboratorio de Ecología de Peces Marinos, con 27 años de experiencia en investigación y docencia universitaria. Asesor de múltiples trabajos de grado, autor y coautor de diversas publicaciones científicas nacionales e internacionales, árbitro colaborador de diferentes revistas científicas en el ámbito mundial.

## CONTENIDO

	Página
NÚÑEZ-PEÑALVER, J.G. & L.A. ARIZA-ARREDONDO. Pasión y entrega de un científico, maestro y amigo: Baumar Marín (1956-2021).	6
GARCÍA, A.E., J.G. NÚÑEZ, L.A. ARIZA, M. MONTILLA, E. MÉNDEZ DE E. & A. PRIETO. Análisis ecológico de la comunidad íctica en la zona litoral de Boca de Uchire, estado Anzoátegui, Venezuela.	17
FARIÑA, A., B. MARÍN <sup>†</sup> & M. REY-MÉNDEZ. Fluctuaciones temporales del ictioplancton en el sector Las Caracas, Parque Nacional Mochima, Venezuela.	35
LÓPEZ-MARCANO, J., J. NÚÑEZ & B. MARÍN <sup>†</sup> . Abundancia y distribución vertical-temporal de la densidad de huevos y larvas de peces en aguas oceánicas superficiales de la fosa de Cariaco, Venezuela.	57
GÓMEZ H, J.A., B. MARÍN <sup>†</sup> & I. GOTI. Características morfodinámicas y procesos erosivos en dos playas arenosas de Panamá y su relación con el meiobentos.	79
MAIZ, D., M. NARVAEZ, B. MARÍN <sup>†</sup> , A. ARIZA, J. NÚÑEZ & S. VILLAFRANCA. Evaluación espacio temporal de la distribución y densidad de tres especies de gasterópodos marinos asociados a la pesquería en el eje punta Araya-Chacopata, estado Sucre.	103
VILLAFRANCA, S., Primer reporte del microgasteropodo <i>Amphithalamus rauli</i> (gastropoda: littorinimorpha: anabathridae) en raíces del mangle rojo <i>Rhizophora mangle</i> , Parque Nacional Mochima, Venezuela.	121
FERNÁNDEZ-MALAVÉ, J. & B. GÓMEZ-MARVAL. Primer registro del <i>Nautilus</i> <i>Papel Argonauta argo</i> (Linné, 1758) (octopoda: argonautidae) para las costas del estado Sucre, Venezuela.	131
Normas para la preparación de manuscritos a ser sometidos al Boletín del Instituto Oceanográfico de Venezuela.	138

## **PASIÓN Y ENTREGA DE UN CIENTÍFICO, MAESTRO Y AMIGO: BAUMAR MARÍN (1956-2021)**

NÚÑEZ-PEÑALVER, JOSÉ GREGORIO<sup>1,3\*</sup> & ARIZA-ARREDONDO, LUIS ALEJANDRO<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup>*Laboratorio de Ictioplancton, Departamento de Biología Marina, Instituto Oceanográfico de Venezuela, Universidad de Oriente.*

<sup>2</sup>*Laboratorio de Evaluación de Recursos Pesqueros, Departamento de Biología Pesquera, Instituto Oceanográfico de Venezuela, Universidad de Oriente.*

<sup>3</sup>*Doutorando no Programa de Pós-graduação em Oceanografia Biológica, Universidade Federal do Rio Grande, Brasil.*

\*E-mail: [jgnp31@gmail.com](mailto:jgnp31@gmail.com)



*“Uno siente la reconfortante sensación de dar cosas útiles que la gente necesita y que has acumulado en toda una vida de esfuerzos y empuje, resumiendo toda tu carrera en un: para esto viví! ... me siento como Salmón desovando, un campesino regando semillas...”* Baumar Marín (2014).

El profesor Baumar Marín, quien con un inigualable e inagotable don de la enseñanza, y extraordinario ímpetu por el desarrollo de sus investigaciones científicas, ayudó a fortalecer la calidad y distinción del Instituto Oceanográfico de Venezuela-Universidad de Oriente, dejando un legado de conocimientos y un cardumen de alevines, que con certeza contribuirán con las ciencias marinas, cuando fuertes vientos alisios den la oportunidad de resurgir nuestra morada académica. Fue un hombre admirado y respetado, muy amado por su familia, gran amigo y colega, un profesor muy querido por sus estudiantes, a veces un poco iluso o soñador, pero inspirador,



compartiendo sus conocimientos, entusiasmo y energías, que parecían no acabar. Lleno de carisma, humildad, amor, sabiduría y pasión por su trabajo, un ser sublime y cercano, padre, amigo, hermano, y maestro.

El profesor Baumar José Marín Espinoza, nació en Río Caribe, un hermoso pueblo costero situado al oriente de Venezuela, más específicamente en la margen norte de la Península de Paria, estado Sucre, el 14 de noviembre de 1956. Su infancia transcurrió en Caracas capital de Venezuela, donde realizó sus estudios de primaria, posteriormente durante su adolescencia, la familia se establecía nuevamente en el oriente del país, esta vez en la ciudad de Güiria. Allí, Baumar cursó sus estudios del ciclo básico y diversificado,

mostrando siempre un gran interés y aptitudes académicas, en este tiempo encontró su primer pasatiempo, al formar parte de un grupo dedicado al entendimiento y desarrollo de películas, tornándose muy interesado por el mundo de la fotografía. Fue en Güiria, su pueblo querido, donde él desarrolló un fascinante amor por el mar, gracias a su padre, un importante Capitán de la Marina Mercante: Diomedes Marín Farías, quien en cada regreso a casa le traía fascinantes estructuras óseas de carbonato de calcio pertenecientes a caracolas. Su imaginación desbordaba y ultrapasaba los confines de la realidad, interesándose desde temprana edad por el buceo; también de manera aficionada y sin nociones, inició colecciones de conchas de bivalvos y caracoles que encontraba en sus días de paseo por la playa. En esa misma época, se hizo fanático de las aventuras de Jacques Cousteau, que veía por televisión, siendo este personaje una gran influencia para él, aprendiendo a tener un mayor respeto por el medio ambiente y particularmente por el mar, todo esto, ciertamente, hizo que su camino estuviera inclinado a prepararse a nivel superior en las ciencias del mar.

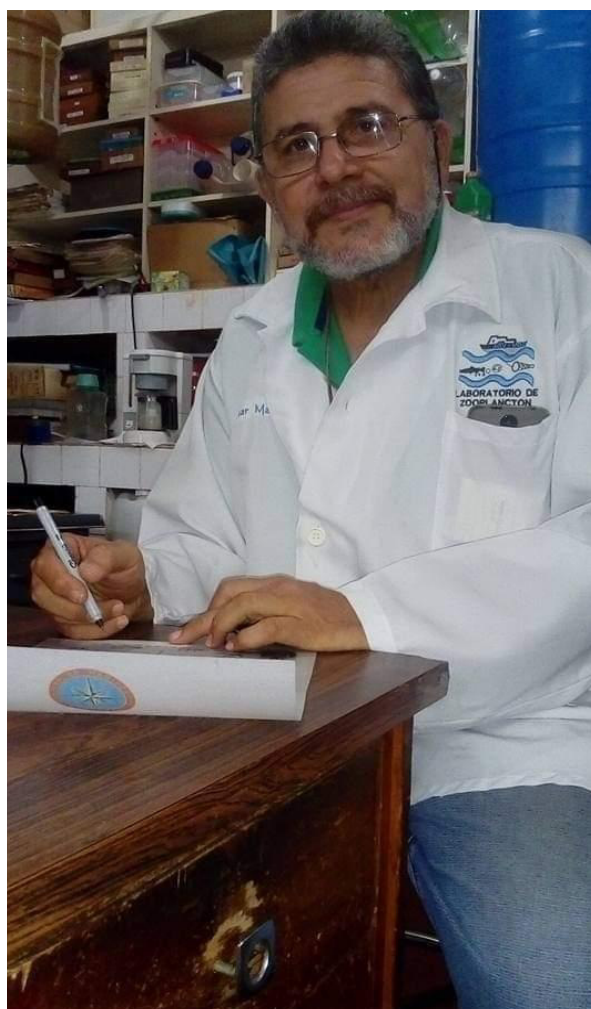
Sus estudios universitarios los realiza en la Licenciatura en Biología, mención: Biología Marina, en el Departamento de Biología. Al avanzar en estos, ya sea por casualidad o causalidad tuvo la oportunidad de trabajar con muestras de zooplancton colectadas a final de la década del 70 por su ídolo, J. Cousteau. Simultáneamente, trabajó como Preparador Docente en las cátedras:

Conservación de los Recursos Naturales Renovables, Ecología, y Ornitología. Al poco tiempo llegó a fungir como Asistente Principal de Laboratorio para el Proyecto de Cultivo de Semillas de Bivalvos (CONICIT). Egresa como Licenciado en 1984.

A partir de 1987, el Profesor Baumar Marín inicia su vida profesional formal dentro del Instituto Oceanográfico de Venezuela, en el Departamento de Biología Marina, como Auxiliar Docente del Laboratorio de Zooplancton, en la especialidad del Ictioplancton. En el año 1989, el Profesor Baumar Marín culmina sus estudios de Postgrado, con la Maestría en Ciencias Marinas, mención: Biología Pesquera, del Postgrado en Ciencias Marinas del Instituto Oceanográfico de Venezuela-Universidad de Oriente (IOV-UDO), donde desarrolló temas relacionados con el desarrollo larval de bivalvos para la elaboración de paquetes tecnológicos para la optimización en la producción de semillas para el avance de la maricultura en Venezuela; fue durante este lapso que participa y gana un concurso por oposición para formar parte de la planta profesoral de la Universidad de Oriente.

Por su excelencia y compromiso con la academia, fue beneficiario del otorgamiento de becas, convirtiéndose en becario de la Fundación Gran Mariscal de Ayacucho, tanto para el pregrado como para el doctorado, obteniendo una Subvención de trabajo GIROQ-QUEBEC y una Subvención de tesis LASPAU-USA (Doctorado). Esto hizo que se trasladara a principios de la década de los 90, a Quebec en Canadá, para realizar sus estudios Doctorales en la Universidad Laval donde desarrolló como tema de investigación: Transporte y reclutamiento de la lisa, *Mugil curema*, en una laguna costera tropical. Obteniendo en 1996 el título de Ph.D. en Biología.

A su regreso a Venezuela, reanuda su función como Docente y retoma sus rutinas de Investigación y Extensión, llegando a participar en más de 35 proyectos de investigación (CINS-UDO y FONACIT) e informes de servicio en el área de Ictioplancton para evaluaciones de línea base para PDVSA, MPPARNR e INSOPESCA. También brinda y asesoraría científica en proyectos de INIA y FIDAE, entre los que se destacan el Proyecto Cariaco, Gran Mariscal, Biodelta, Plataforma





Deltana, el proyecto Sardina, Albacora, entre otros; los cuales sirvieron como base científica para el desarrollo de tesis de pregrado, maestría y doctorado de muchos estudiantes, que posteriormente pudieron graduarse desarrollando sus tesis bajo la tutoría del profesor Baumar.

En sus más de 30 años de esfuerzo y trabajo de investigación dentro de la Universidad, desarrolló temas ligados a las ramas de la Ecología, Zooplancton, Ictioplancton, Acuicultura, Malacofauna, Biología de poblaciones y Pesquerías, permitiendo el progreso y afianzando estas líneas de investigación dentro del Departamento de Biología Marina del IOV-UDO, siendo pionero para el oriente del país en áreas relacionadas con Taxonomía y Ecología de huevos y larvas de peces, Malacoplancton, Micromoluscos, Micronecton, Edad y crecimiento en larvas de peces, Metapoblaciones y Conectividad entre ecosistemas, Tecnología en acuicultura y Desarrollo ontogénico en peces y moluscos. Cabe destacar que el profesor Baumar Marín representó a la Universidad de Oriente en más 200 trabajos de investigación, tanto en congresos nacionales como internacionales entre los años 1980 y 2020. De igual forma, fue participante como autor o co-autor en más de 60 artículos en revistas arbitradas nacionales e internacionales, dejando un número importante de publicaciones en revistas y libros, en alto grado de avance, donde participaba con colegas de su área. El profesor Marín asesoró más de 30 tesis de Pregrado, 15 de Maestría, y 7 tesis de Doctorado. Evidenciándose así una fructífera cosecha de saberes y un gran esfuerzo.

Dentro de sus competencias docentes, colaboró con el Departamento de Biología de la Escuela de Ciencias (UDO), coordinando y/o dictando las cátedras: Carcinología, Plancton, Biología Marina, Ecología General, Evolución Orgánica, Ictioplancton, Ecología Larvaria de Peces y Malacología. Mientras que en el Postgrado en Ciencias Marinas, también coordinó o fue profesor en los cursos de: Biología de Peces, Biología de Moluscos, Biología Marina, Crucero Oceanográfico, Ecología Marina, Ecología Larvaria de Peces, Ictioplancton, Ecología del zooplancton, Plancton, Procesos Oceanográficos y Biológicos, Seminario de Biología Marina, y Malacología. En el ámbito docente fue uno de los pocos profesores que cada semestre ofertaba sus disciplinas, dándole a un gran número de estudiantes en biología de la UDO-Sucre y del IOV-UDO, la oportunidad de participar en alguno de sus cursos, donde nunca faltaban las galletitas y cafecito agüaito.

El profesor Baumar nunca aceptó ningún cargo administrativo, salvo ciertas cooperaciones momentáneas cuando fungía como Jefe de Departamento de Biología Marina o como Coordinador Encargado del Programa de Postgrado en Ciencias Marinas del IOV. Su laboratorio era su vida, y las responsabilidades diferentes a lo estrictamente académico lo alejaban de su pasión, razón por la cual, solo existió y fue fuente de sabiduría para sus estudiantes y compañeros de trabajo.

A pesar de dedicarse a la línea de investigación del Ictioplancton, el profesor Baumar nunca abandonó una de sus pasiones, la Malacología, la cual logró articular en su mundo profesional y desarrollarla paralelamente, es así, como logra destacarse en el campo de la taxonomía de moluscos, llegando a ser una importante figura dentro del reconocido “Grupo de Biología de Moluscos” de la Universidad de Oriente, quienes con arduo esfuerzo y años de colecta y trabajo de campo, lograron publicar el “Catálogo de Moluscos del Oriente Venezolano: Clase Bivalvos”, bibliografía que debería ser referencia en todo trabajo que se realice sobre este tema por los malacólogos venezolanos.

Entre los premios y reconocimientos alcanzados por el Profesor Marín se encuentran: Premio al reconocimiento académico CONADES 1998, Reconocimiento de la Comisión Permanente del Ambiente y Ordenación Territorial del Senado de la República 1999, Premio de Beneficio Académico (CONABA), Profesor Meritorio nivel III. Premio de Estímulo a la Investigación (PEI). Evaluación 2000-2005. Premio PPI nivel I. 2000-2007, Premio PPI nivel II 2008-2017. SAI-UDO 2014. Reconocimiento por la Comisión Oceanológica Intergubernamental (COI) de la UNESCO, donde le fue otorgada la medalla Roger Revelle, el 10 de julio de 2014, en París, esto por los estudios relacionados con



el cambio climático, llevados a cabo por el “Proyecto Cariaco: Ventana a la Oceanografía en Venezuela”, evento que fue presentado durante la conferencia en conmemoración del científico Roger Revelle, en el marco de las actividades de la 47° Sesión del Consejo Ejecutivo de la COI.

Toda esta labor como Docente permitió que el profesor Marín fuese avanzando profesionalmente y alcanzase en el año 2016 el máximo nivel dentro del escalafón profesoral de la Universidad de Oriente: Profesor Titular, mostrando una importante contribución en el desarrollo del estudio del Ictioplancton, que aportaban descripciones precisas de las abundancias y distribuciones espacio-temporales de especies de interés comercial y ecológico a lo largo de las costas del nororiente de Venezuela.



En referencia a algunos aspectos de su vida personal, el profesor Marín formó parte de una maravillosa familia, encabezada por su señora madre Doña Baudilia Espinoza de Marín “Yiya”, quien cumplía una hermosa labor social como enfermera. El particular nombre “Baumar” proviene precisamente de la mezcla entre el nombre de su madre Baudilia y el de su bisabuela paterna, Marcelina. Durante su vida vivió rodeado y querido de una familia grande, donde fue admirado por sus hermanos y en especial por sus sobrinos. En 1991, Baumar contrajo matrimonio con la Profesora

en Química Iray Fornerino, su amada esposa, de allí surgieron sus dos amados hijos: León y Jean Carlos, de los que estaba muy orgulloso y a los que nombraba constantemente. Baumar tuvo tres hermanos, siendo los más conocidos por sus cercanías al mundo de las ciencias, Rita y Gedio Marín, la primera una importante y reconocida Ambientalista y el segundo un Ornitólogo con mucha experiencia y trayectoria, también Profesor de la UDO. Es importante resaltar que este grupo familiar, constituyó para mediados del 2007, una fundación dedicada al rescate de los valores y amor por la naturaleza, orientado principalmente para instruir a las generaciones más jóvenes en el compromiso que debían cumplir en el cuidado, mantenimiento, rescate y preservación del entorno natural, esta se llamó La Fundación Pequeños Guardianes del Medio Ambiente, cuya área de influencia se enfoca en los estados Anzoátegui y Sucre.

Para sus colegas y amigos, el profesor Baumar Marín era una persona especial, extraordinaria, confiable, empático y solidario, le gustaba ayudar a todos, siempre tenía disposición y una actitud positiva ante el trabajo y los retos que se presentaban. Fue muy colaborador con todos sus amigos, compañeros, y muy especialmente con los estudiantes, así como con todas las personas que llegaban al Departamento de Biología Marina. El profesor Baumar, era una enciclopedia andante, sabía de todo y lo que no sabía lo investigaba; se apasionaba por temas en auge y hacía planes para experimentarlos, siempre dentro de las posibilidades de su laboratorio. Era un hombre

calmo, aunque con un carácter fuerte, que siempre evitó la confrontación, mostrándose equilibrado e imparcial, siempre mediador y conciliador.

Era absolutamente apasionado con el trabajo de campo, participaba activamente en toda colecta de material biológico que se necesitara, tanto a IDEA en Mochima, como al Centro de Investigaciones Ecológicas de Guayacán, la playa Tunantal y en especial a su muy querida Estación Hidrobiológica Dr. Aníbal Vélez en Turpialito, a esta última -incluso durante la pandemia- iba cada 15 días a realizar los muestreos de su proyecto. Comentan algunos amigos cercanos, que cada vez que van a la estación, parecen verlo halando





la malla de plancton desde el muelle... en este trabajo estaba muy contento con los resultados que iba obteniendo, ya que llevaba una serie de tiempo de más de 5 años con el proyecto, decía que era un excelente trabajo que contenía importantes datos quincenales de temperatura, salinidad, y zooplancton. Vale añadir que en una oportunidad, tras un accidente en una salida a Mochima, tuvo que tomar un descanso obligatorio, y en un e-mail nos regaló las siguientes líneas:

*“...el ánimo se me resquebra de tiempo en tiempo pero la ilusión de volver al mar, oír sus voces, y seguir produciendo para nuestra universidad hacen ver esto como una lección de vida que Dios me dio, como para decirme que debo entregar día a día lo mejor de mí, porque uno no sabe cuánto nos queda, y peor aún....cuando nos quedaremos sin nada que dar. Sigo preparando los trabajos y avanzando sin caminar :-)... un abrazo a todos”...*

Baumar.

El profesor Baumar era un intenso coleccionista de casi todo: recetas de cocina (era un amante de la cocina y de la comida); constantemente estaba repartiendo CD's con más de 2000 recetas. Recopilaba continuamente infinidad de información científica para armar carpetas y compartir con estudiantes y colegas. También coleccionaba potecitos, para sus muestras, muchísimas veces su laboratorio desbordaba con ellos hasta los pasillos, ganando algún que otro llamado de atención. Aficionado de la música, en particular del rock, de la mano de Pink Floyd “*Shine on you crazy diamond, Come on you stranger, you legend, you martyr, and Shine!*”. El profesor Baumar tenía un particular silbido que con entonadas melodías relativamente armoniosas, nos anunciaba su presencia en los pasillos o su acercamiento a un lugar en particular, fueron muy pocas las veces que ese sonido no se escuchó.

Las anécdotas con él fueron incontables, sería imposible mencionarlas todas, cuando llevaba a los estudiantes nuevos por vez primera a Turpialito les decía que había una planta que podía sustituir el azúcar y que era muy buena, se bajaba del vehículo buscaba la planta y se las daba, y siempre todos caían en esa broma, esa planta tenía un sabor entre amargo y agrio, él solo se reía.

Era muy común para los estudiantes y compañeros de trabajo que hacíamos vida en el Departamento de Biología Marina del IOV, encontrarnos abandonados en el pasillo: un teléfono celular, una cartera, un morral, una laptop o una taza de café a medio tomar, junto con una libretita o ficha de papel llena de apuntes escritos con emoción sobre nuevas ideas de investigación, fechas de reuniones o compromisos que no debían ser olvidadas, o nombres de canciones de grupos musicales de décadas pasadas. No teníamos que pensarlo dos veces, para saber que habían sido dejados olvidados en el pasillo por el Prof. Baumar, quien tenía terrible memoria para aspectos de la vida cotidiana. Sin embargo, bastaba con hacerle una pregunta sobre ciencias marinas para que recordara con exactitud el nombre de la publicación, autores, año y a veces hasta la página exacta dónde conseguir la respuesta. Ese era nuestro profe, un maestro de la memoria selectiva dirigida a lo que más apasionaba de las ciencias... investigar y compartir sus conocimientos con quienes siempre buscamos aprender de él.

El profesor Baumar vivió y luchó a diario durante la destrucción de la infraestructura del Instituto Oceanográfico de Venezuela y del Núcleo de Sucre de la Universidad de Oriente, entre 2018 y 2020. Aún ante este escenario, continuaba trabajando con ahínco y con mucha Fe, en que la situación mejoraría. Siguió sus labores en espacios improvisados de laboratorios y aulas, y desarrollando a pesar de las circunstancias trabajos de grado, siempre con sus queridos estudiantes. Encabezó además, junto a la Directora del IOV, Dra. Mayré Jiménez, múltiples jornadas de rescate y protección de los libros de nuestras violentadas bibliotecas.

*“...tesistas y profesores que colaboran en el proceso, bajo un arduo esfuerzo que bien merece un eterno agradecimiento a estas personas que saben que este proceso se hace con la conciencia de que los conocimientos que levantamos en cada libro son para ayudar a superar la barbarie y la ignorancia que nos amenaza y que puede matar más personas que la Pandemia que nos agobia. A este cada vez más reducido grupo de colaboradores internos y externos, nuestro más sincero reconocimiento del valor ético y moral que los motiva y los llena, y que ha evitado que caigan en la apatía y la depresión derrotista que inmoviliza a gran parte de nuestros profesionales udistas.... fuerza hermanos ...” Baumar (21 nov 2020).*

Este es un pequeño y sentido homenaje en su memoria, los que lo conocimos lo quisimos y admiramos, y los que te conocerán por medio de este escrito, entenderán porque tanto amor, y posiblemente llegaran a sentir tu ausencia, en todo caso ya eres inmortal en nuestros corazones, en nuestras conciencias, que te hacemos un ser perfecto, nos formaste a muchos dentro de la Universidad, para cubrir campos en otras universidades o para desarrollar proyectos de investigación para la evolución de las Instituciones del Estado, tu conocimiento no acaba, se preserva, se desarrolla y evoluciona en quienes dejaste en esta Tierra para que continuemos tu legado.



Terminamos este relato con lágrimas en los ojos, el corazón chiquito y un fuerte nudo en la garganta, sólo podemos agradecer a la vida por habernos permitido conocer a este ser lleno de luz, trabajar con él y soñar con él, en sus proyectos que parecían inalcanzables por la falta de límites, una vez más nos demostró que los límites los poníamos nosotros, porque siempre los proyectos salían adelante y los resultados eran sorprendentes, esos proyectos aún no acaban, continuamos en varios de ellos, y sólo terminarán cuando queden completamente concluidos, como la asignatura que nos dejó pendiente.

El profesor, Baumar Marín, falleció en la ciudad de Cumaná el 11 de abril de 2021, a sus 64 años de edad, tras complicaciones respiratorias, convirtiéndose en una de las tantas víctimas producto de la Pandemia mundial de Covid-19, su partida dejó un inmenso vacío en su familia y en quienes lo conocimos, quienes no olvidaremos ese “caracha negro”... De parte de sus amigos/colegas más allegados y del personal académico, administrativo, obrero y estudiantil del Instituto Oceanográfico de Venezuela ofrecemos nuestra gratitud con su familia, y le brindamos nuestras más sinceras palabras de aliento, hermandad y paz. Para su esposa, hijos, hermanos y familiares reciban nuestro más sentido pésame, y que brille para él la luz perpetua.

*“Santa como todos los años pasó por frente la UDO,...recordó de años pasados sus floridos jardines e investigadores inagotables y dedicados.... y se preguntó: qué sería de esta gente sin días de descanso y sacrificio de por vida, que laboran sin pedir reconocimientos y con el convencimiento de estar aportando todo su esfuerzo por el bien de la naturaleza y la humanidad?. A lo lejos se fijó que en sus edificios había luces prendidas y sonidos de tubos de ensayos y sillas... se sorprendió que aún había gente que trabajaba duro en tiempos de condiciones de austeridad, desánimo e inseguridad. Ya para salir de Cumaná, luego de repartir sus regalos, no se olvidó de pasar por el laboratorio 114 y encontró un pequeño arbolito... abrió su saco...y nos dejó:*

***...un inmensurable sentimiento de amistad por los colegas y adjuntos,***

***...una incontrolable pasión por el trabajo y***

***...una imborrable esperanza de que la UDO volverá a florecer...” Baumar.***

Agradecimientos:

Este escrito fue posible gracias a la colaboración de su hermana Rita, y sus colegas Dra. Mayré Jiménez, M. Sc. Mariela Narváez y Dra<sub>(c)</sub>. Sioliz Villafranca.

# ANÁLISIS ECOLÓGICO DE LA COMUNIDAD ICTICA EN LA ZONA LITORAL DE BOCA DE UCHIRE, ESTADO ANZOÁTEGUI, VENEZUELA

ABDY E. GARCÍA<sup>1</sup>, JOSÉ G. NÚÑEZ<sup>2</sup>, LUIS A. ARIZA<sup>3</sup>, MYDREAM MONTILLA<sup>4</sup>, ELIZABETH MÉNDEZ DE E<sup>5\*</sup> & ANTULIO PRIETO<sup>6</sup>

<sup>1,4,5,6</sup> *Departamento de Biología, Escuela de Ciencias, Universidad de Oriente, Núcleo de Sucre. <sup>1</sup>estefa-20@hotmail.com, orcid/org/0000-003-2431-2191; <sup>4</sup>mydreamcedisuc@gmail.com, orcid/org/0000-0001-8805-6903; <sup>5\*</sup> Autor de correspondencia, ibaiondo2006gmail.com, orcid/org/0000-0001-6898-9175; <sup>6</sup> alprieton@hotmail.com, orcid/org/0000-0002-3466-8506*

<sup>2,3</sup> *Departamento de Biología Pesquera, Instituto Oceanográfico de Venezuela, Cumaná, Venezuela. <sup>2</sup>jgnp31@gmail.com, orcid/org/0000-0002-3471-3767; <sup>3</sup>luisalejandroariza@gmail.com, orcid/org/0000-0001-6660-9124*

**RESUMEN:** En la zona litoral de Boca de Uchire, situada en la región Centro-Oriental de Venezuela se realizaron colectas mensuales diurnas desde agosto de 2017 hasta enero de 2018, con el objetivo de analizar la estructura de la comunidad íctica presente en el área, determinando también los parámetros ambientales, temperatura, salinidad y oleaje. Para la extracción de las muestras se usó un arte de pesca tipo “Camaronera”. Se capturó un total de 4.179 organismos con una biomasa de 70927,30 g pertenecientes a 46 especies de peces, incluidos en dos clases: osteíctios y condriictios agrupados en 7 órdenes y 15 familias, de las cuales las que presentaron un mayor número de especies fueron Sciaenidae (11), Ariidae (7), Engraulidae (6) y Carangidae (5). La dominancia específica en los primeros cuatro meses fue baja con valores que oscilaron entre 21% (*Stellifer stellifer*) y 35% (*Pellona harroweri*). La segunda especie dominante en los últimos meses fue *Larimus breviceps* con 14,32±3,77%, valores muy inferiores a la que presentaron las dos especies de *Stellifer* que superaron el 50% al final de los muestreos. Se encontraron diferencias significativas mensuales en la abundancia de peces y el análisis de la influencia de las variables ambientales indicó que el oleaje es la principal variable moduladora de la comunidad íctica.

**Palabras claves:** Peces marinos, Litoral costero, Estructura comunitaria, Ictiofauna.

**ABSTRACT:** The ichthyic community structure was analyzed in littoral zones of the town Boca de Uchire situated in Anzoategui State, eastern zone of Venezuela. The monthly survey was conducted from August 2017 to January 2018, evaluating parameters such as temperature, salinity and waves. A total of 4.179 fish were captured with a biomass of 79927, 30 g pertaining to Chondryctych and Osteihtics clases, grouped in 7 orders, 15 families and 46 species. The most important families (according to the number of species) were: Scianidae, Ariidae and Carangidae. Specific dominance in first four months was low with values between 21% (*Stellifer stellifer*) and 35% (*Pellona harroweri*). The second dominant species in the last months was *Larimus breviceps* with average of 14, 32 ±3, 77%, which is lower than those presented by the two *Stellifer* species (over 50% of sampling). There were monthly differences in the abundance of species and the analysis of environmental factors showed than the principal parameter modulator of fish community was is the waves.

**Keywords:** Marine fish, Coastal littoral, Community structure, Sandy beach, ichthiophage.

## INTRODUCCIÓN

Los peces son considerados los vertebrados más abundantes, tanto en número de especies como en número de individuos y en el medio marino existen un total de 34.800 especies de peces (FISHBASE 1999). El estudio de la biodiversidad íctica, asociado a la información de los recursos naturales, que habitan en una zona determinada, establecerá consecutivamente las razones por las cuales una especie se localiza en un lugar específico, hábitat o ecosistema (VEGAS 2004).

A pesar del gran número de estudios que hay sobre las comunidades animales de las zonas costeras son pocos los estudios sobre las de fondos arenosos en relación a su composición, posiblemente debido a que en el litoral expuesto y de alta energía, es difícil realizar muestreos efectivos (BENNETT 1989). No obstante, en diferentes trabajos se han podido determinar cómo estas zonas dinámicas, son habitadas mayormente por juveniles, utilizadas para protección ante depredadores y como áreas de alimentación BLABER & BLABER (1980), LASIAK (1984), WHITFIELD (1996).

Entre los estudios realizados en zonas costeras tropicales de América destacan el de CASTELLANOS-GALINDO *et al.* (2006), quienes estudiaron la comunidad de peces marinos y estuarinos en la bahía Málaga, Valle del Cauca, Pacífico colombiano, reportando un listado de los peces encontrados en la zona; MONCAYO-ESTRADA *et al.* (2006) realizaron una lista sistemática de la ictiofauna de bahía de Banderas, México, donde constataron que la existencia de una gran variedad de hábitats, contribuye a la ictiodiversidad. En Venezuela, se destacan los trabajos de GASPAS (2008) que analizó la diversidad íctica de la zona costera influenciada por el río Manzanares, golfo de Cariaco, reportando una lista de peces característica de aguas someras marino-estuarina; y RABASCALL (2009), estudió la composición y estructura comunitaria de la ictiofauna en cuatro playas arenosas del extremo noroccidental de la península de Araya, estado Sucre, señalando que el viento influye directamente en la composición y estructura de la comunidad íctica.

En la plataforma Unare-Piritu existe un reporte sobre los recursos pesqueros en el área, señalando como familias más abundantes: Scianidae, Ophidiidae, Carangidae, Lolinidae, Octopidae, Centropomidae, Serranidae, Gerreidae, Sphyraenidae, Priacanthidae y Trachuridae (MENDOZA *et al.* 2010). Sin embargo, específicamente en la playa de Boca de Uchire, no se conoce ningún trabajo ecológico en el cual se haya evaluado en forma taxonómica su ictiofauna, que es el objetivo de la presente investigación.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Zona de estudio

Boca de Uchire, se encuentra ubicado en el estado Anzoátegui, en la región centro-oriental de Venezuela (10°07'56''N - 65°25'16''W), comprendida en la Plataforma Pesquera Unare-Piritu. (Fig.1). Esta zona está enmarcada en el bosque seco tropical, con precipitaciones que oscilan entre 400-1400 mm y una evaporación de 2000-2800 mm y temperaturas entre 26 y 28°C, con oscilaciones de 2.3 a 2.6 °C. En el área la modalidad de agroproducción está basada en la actividad pesquera artesanal y estacionalmente turística. RODRÍGUEZ & GONZÁLEZ (1994). El área de muestreo

está comprendida entre las desembocaduras de la laguna de Unare y el río Uchire (Fig 1). Durante la época de lluvia ocurre la salida temporal de agua dulce a las aguas oceánicas, aportando nutrientes a toda el área y generando ligeras modificaciones de la salinidad, dependiendo del régimen climático de la zona. SENIOR & CASTAÑEDA (1993).

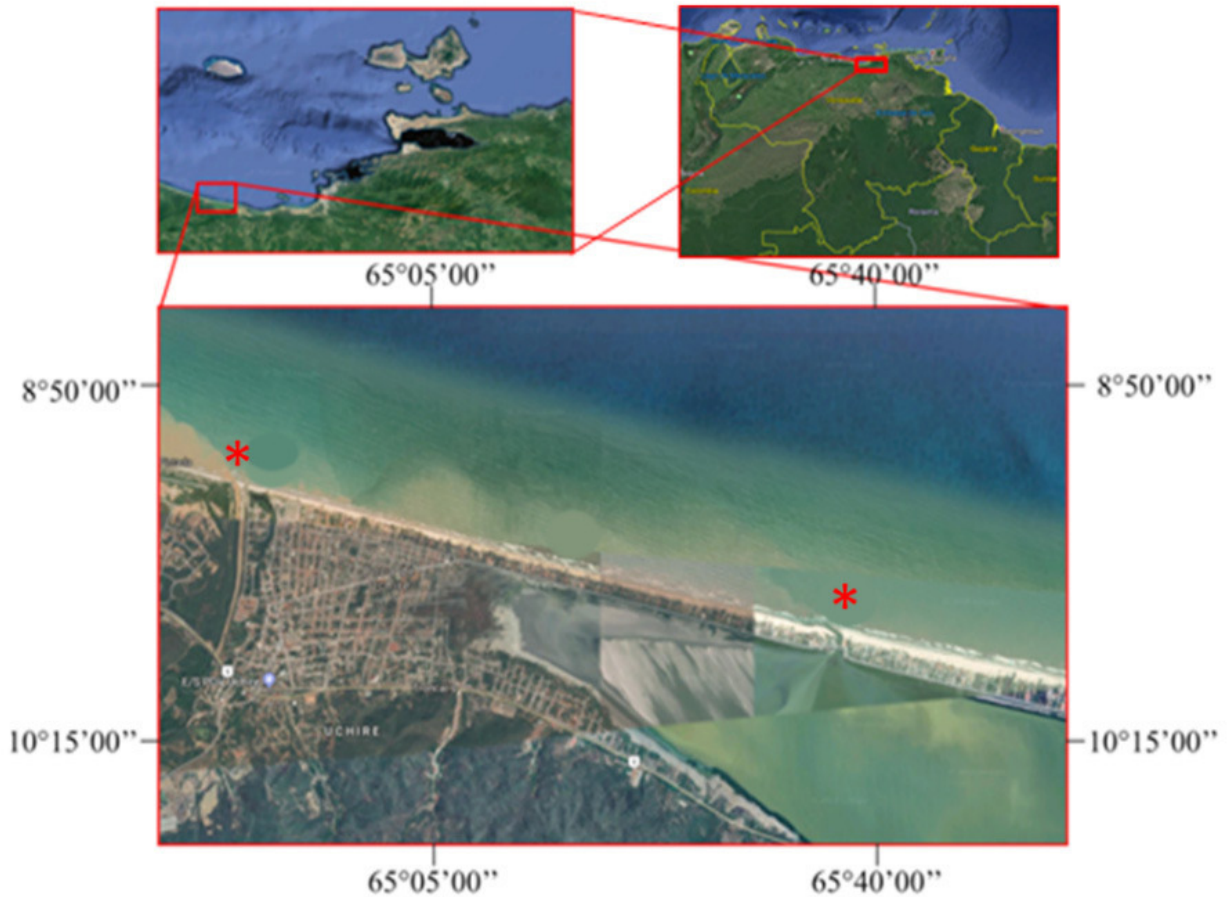


Fig. 1. Mapa georeferenciado del área de muestreo (entre los asteriscos\*) en la zona litoral de la playa de Boca de Uchire, estado Anzoátegui, Venezuela.

### Trabajo de campo

Los muestreos se realizaron con una periodicidad mensual, durante seis meses, en los cuales se reflejaron los periodos de lluvia (agosto-noviembre) y sequía (diciembre-enero) (RODENAS & LÓPEZ-ROJAS 1993). Se efectuaron tres calados en horas de la mañana (9 am) con un intervalo de seis horas, y un tiempo establecido de 15 minutos de arrastre, a una velocidad de 4 nudos y a una distancia de 70 m de la orilla, con una profundidad cercana a 2 m. Para la extracción de las muestras se usó un arte de pesca tipo “Camaronera o Florida” de 10,40 m de largo y 11 m de boca, con luz de malla de 5,08 cm (2 pulgadas), de uso particular en esa zona y en el golfo de Paria.

(Fig. 2). Por último, los ejemplares capturados fueron depositados en bolsas plásticas (10 kg de cap.) y almacenados en una cava con hielo. Los organismos fueron transportados al Laboratorio de Ecofisiología de Peces, del Departamento de Biología Marina del Instituto Oceanográfico de Venezuela, en donde fueron agrupados de acuerdo a su similitud morfológica y se identificaron hasta el menor nivel taxonómico utilizando las guías de identificación de CERVIGÓN (1991, 1993, 1994, 1996), CERVIGÓN & ALCALÁ (1999), RAMÍREZ & CERVIGÓN (2003).

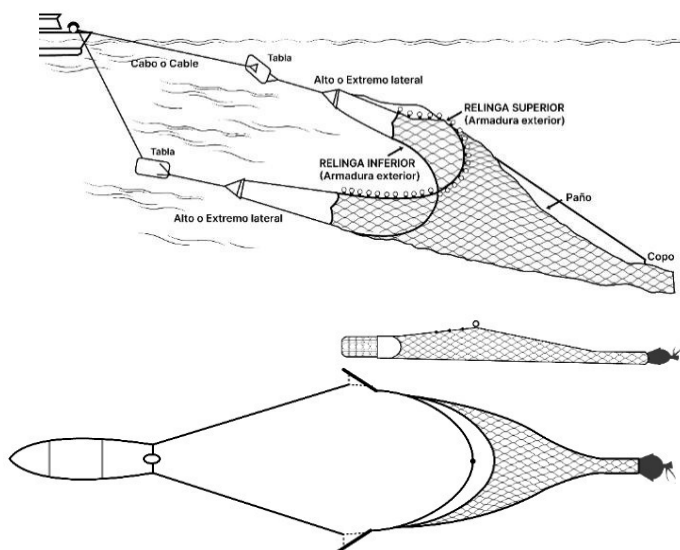


Fig. 2. Esquema del arte de pesca, utilizado en la captura de peces (Tomado de BALMORI-RAMÍREZ *et al.* 2000).

Se registraron las siguientes variables ambientales: temperatura, evaluada con un termómetro ambiental de mercurio de  $\pm 0,1^{\circ}\text{C}$  de apreciación; salinidad, utilizando un refractómetro manual Modelo R0081001, con apreciación de  $\pm 0,1$  ppm; intensidad del oleaje se estimó mediante la escala de Beaufort, la cual es utilizada por el INAMEH (2007).

### Parámetros comunitarios

Se calculó la abundancia total y relativa y se expresó en porcentaje, mediante la relación entre el número de individuos de una especie y el total de las especies. La frecuencia de ocurrencia (F) se empleó para establecer: las especies ocasionales (F entre 1 y 30%), cíclicas o estacionales (F 31 a 70%) y permanentes (F 71 a 100%). Siguiendo la clasificación propuesta por YAÑEZ-ARANCIBIA *et al.* (1980). La dominancia de especies se calculó usando la fórmula propuesta por MCNAUGHTON (KREBS 1989).

### Análisis estadísticos

Previa verificación del cumplimiento de los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas, se emplearon Análisis de Varianzas de una vía (ANOVA), En aquellos casos donde

no se cumplieron los supuestos se aplicó el análisis estadístico no paramétrico KRUSKAL-WALLIS con la utilización del paquete estadístico Statgraphics plus 4.1, para detectar diferencias entre las épocas y meses, con respecto a la temperatura, salinidad, número de especies, organismos, biomasa y parámetros comunitarios. En los casos donde existieron diferencias estadísticas, se utilizó la prueba *a posteriori* Duncan (SOKAL & ROHLF 1995).

### **Análisis estadísticos multivariados**

La estructura de la comunidad se analizó mediante técnicas multivariantes (PRIMER, CLARKE & WARWICK 1994). Las afinidades entre los periodos y los meses se establecieron por un análisis de ordenación MDS (programa PRIMER 5 para Windows versión 5.2) que indica los cambios experimentados por la comunidad, en base a los índices de similitud de BRAY-CURTIS, existente entre cada dos muestras integrando la información de todas las especies. Los datos de abundancia de especies se transformaron aplicando la raíz cuadrada y la validez de la ordenación se verificó con el coeficiente de estrés de KRUSKAL. Para detectar posibles diferencias en la composición de las muestras recogidas durante los seis meses de estudio y los periodos, se utilizó el test no paramétrico ANOSIN (CLARKE & GREEN 1988), con base en la abundancia de las especies en cada mes y período, que es un procedimiento basado en permutaciones no paramétricas aplicadas a la matriz de similitud y que hace muy pocas suposiciones sobre los datos. Una vez agrupadas y detectadas las diferencias entre las muestras, se identificaron las categorías responsables de esos resultados. Esto se llevó a cabo mediante el análisis de porcentajes de similitud SIMPER (*Similarity Percentage Breakdown*) incluido en el paquete PRIMER (CLARKE 1993).

Para estimar cual variable ambiental o combinación de éstas explica de mejor manera el patrón de abundancia por especie, se aplicó una prueba BEST(BIOENV) basada en permutaciones (CLARKE & WARWICK 2001).

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **Variables ambientales**

La temperatura promedio del agua durante esta evaluación fue  $29,72 \pm 1,36^{\circ}\text{C}$ , con el valor más bajo en enero 2018, con  $28 \pm 0,00^{\circ}\text{C}$ , y el valor promedio más alto en agosto de 2017 con  $32 \pm 0,00^{\circ}\text{C}$ , existiendo diferencias estadísticas entre los meses de muestreos (agosto-noviembre y diciembre-enero), ( $KW=15,67$ ;  $p=0,0078$ ). Valores similares se han reportado en la zona costera del golfo de Cariaco con temperaturas mayores entre 25 y  $28^{\circ}\text{C}$ , entre junio y noviembre (época de lluvia), y el otro periodo, de temperaturas más bajas de 21 a  $24^{\circ}\text{C}$ , entre diciembre y mayo que corresponde con la época de sequía y la mayor intensidad de los vientos y la surgencia costera (RUIZ 1992; GASPARG 2008).

La salinidad presentó un valor promedio de  $31,28 \pm 8,17$  ppm, oscilando entre  $14,67 \pm 7,51$  ppm en agosto 2017 y  $36,00 \pm 1,73$  ppm en diciembre 2017, siendo este último mes donde se registró el mayor valor, con 38 ppm con la existencia de diferencias estadísticas de la salinidad entre los meses de muestreos ( $KW=15,17$ ;  $p=0,0096$ ). Esta variación mensual es un reflejo del aporte de

agua dulce, durante la época de lluvia, proveniente del río Uchire y la laguna de Unare. En la zona costera influenciada por el río Manzanares, los valores de salinidad más bajos se han reportado entre septiembre y noviembre 2004 (28 y 29, respectivamente), y los más elevados durante mayo 2004 y marzo 2005 (35 y 34, respectivamente) producto posiblemente por la disminución de la influencia del río y por la alta evaporación originada por los fuertes vientos de esta época (RUIZ 1992, GASPAR 2008).

La intensidad del oleaje según la escala de Beaufort, evidencio una mayor exposición a los vientos los meses de diciembre de 2017 y enero de 2018, con un valor en la escala de 4 y 5, respectivamente, con olas que ondulaban entre 1 y 2 m de alto, brisa de moderada a fuerte, con rompimiento de las crestas de las olas que generaban abundante espuma. El resto de los meses presentaron olas con menor energía, con valores más bajos de este índice para agosto y noviembre de 2017, cuando disminuyen los vientos del noreste y su intensidad y efecto sobre la superficie marina costera se hace menor, con diferencias de la intensidad del oleaje entre los meses ( $KW= 0,17$ ;  $p= 0,0045$ ). Estas zonas, con amplias fluctuaciones ambientales (mareas, salinidad, temperatura, otras), contienen organismos que están perfectamente adaptados a esa tasa diaria de cambios en los niveles de oleaje y salinidad, donde muchas especies incluso necesitan estos ciclos para sobrevivir (BROWN & MCLACHLAN 1990; RIDD & STIEGLITZ 2002; EPA 2006. Estos factores crean hábitats heterogéneos y complejos; por lo que la influencia de las variables ambientales y hábitats circundantes pueden provocar que la composición de las comunidades de estas zonas varíe espacialmente entre playas y en la extensión de la misma, y temporalmente entre mareas, estaciones y años (CLARK 1997; MCLACHLAN 2001; DOMÍNGUEZ-GRANDA *et al.* 2004).

### **Estructura comunitaria**

Se capturó un total de 4 179 organismos con una biomasa de 70 927,30 g pertenecientes a 46 especies de peces, divididos en dos clases: osteíctios (peces óseos) y condricios (peces cartilaginosos), agrupados en siete órdenes y 15 familias divididos en 33 géneros (TABLA 1).

TABLA 1. Ordenamiento Taxonómico de las Familias y especies de peces en una playa arenosa de Boca de Uchire.

---

Superclase: Osteichthyes
Clase: Actinopterygii
Orden: Clupeiformes
Familia: Engraulidae
Especies: <i>Anchoa filifera</i> (Fowler, 1915)
<i>Anchoa spinifer</i> (Valenciennes, 1848)
<i>Anchoa clupleoides</i> (Swainson, 1839)
<i>Cetengraulis edentulus</i> (Cuvier, 1829)
Familia: Pristigasteridae

Especies: *Chirocentrodon bleekermanus* (Poey, 1867)  
*Pellona harroweri* (Fowler, 1917)  
*Odontognathus compressus* Meek & Hildebrand, 1923

Orden: Perciformes

Familia: Carangidae

Especies: *Caranx crysos* (Mitchill, 1815)  
*Caranx hippos* (Linnaeus, 1766)  
*Oligoplites saurus* (Bloch & Schneider, 1801)  
*Selene setapinnis* (Mitchill, 1815)  
*Selene vomer* (Linnaeus, 1758)

Familia: Centropomidae

Especie: *Centropomus ensiferus* Poey, 1860

Familia: Ephippidae

Especie: *Chaetodipterus faber* (Broussonet, 1782)

Familia: Gerreidae

Especies: *Diapterus rhombeus* (Cuvier, 1829)  
*Eucinostomus melanopterus* (Bleeker, 1863)

Familia: Haemulidae

Especies: *Conodon nobilis* (Linnaeus, 1758)  
*Genyatremus luteus* (Bloch, 1790)

Familia: Sciaenidae

Especies: *Bairdiella ranchius* (Cuvier, 1830)  
*Isopisthus parvipinnis* (Cuvier, 1830)  
*Larimus breviceps* Cuvier, 1830  
*Menticirrhus littoralis* (Holbrook, 1847)  
*Nebris microps* Cuvier, 1830  
*Ophioscion* sp.  
*Paralonchurus brasiliensis* (Steindachner, 1875)  
*Paralonchurus elegans* (Boeseman, 1948)  
*Stellifer microps* (Steindachner, 1864)  
*Stellifer naso* (Jordan, 1889)  
*Stellifer rastrifer* (Jordan, 1889)  
*Stellifer stellifer* (Bloch, 1790)

Familia: Trichiuridae

Especie: *Trichiurus lepturus* Linnaeus, 1758

Orden: Pleuronectiformes

Familia: Achiridae

Especie: *Achirus achirus* (Linnaeus, 1758)

*Achirus lineatus* (Linnaeus, 1758)

Familia: Paralichthyidae

Especie: *Etropus crossotus* Jordan & Gilbert, 1882

*Syacium papillosum* (Linnaeus, 1758)

Orden: Siluriformes

Familia: Ariidae

Especie: *Aspistor quadriscutis* (Valenciennes, 1840)

*Bagre bagre* (Linnaeus, 1766)

*Bagre marinus* (Mitchill, 1815)

*Cathorops spixii* (Agassiz, 1829)

*Sciades couma* (Valenciennes, 1840)

*Sciades herzbergii* (Bloch

*Sciades passany* (Valenciennes

Orden: Tetraodontiformes

Familia: Tetraodontidae

Especie: *Sphoeroides greeleyi* Gilbert, 1900

Superclase: Elasmobranchii

Clase: Chondrichthyes

Orden: Myliobatiformes

Familia: Gymnuridae

Especie: *Gymnura micrura* (Bloch & Schneider, 1801)

Orden: Rajiformes

Familia: Dasyatidae

Especie: *Fontitrygon geijskesi* (Boeseman

*Hypanus guttatus* (Bloch & Schneider

---

Los órdenes más importantes con respecto al número de familias fueron el orden Perciformes el cual estuvo compuesto por siete familias, luego Pleuronectiformes y Clupeiformes ambos integrados por dos familias. Con respecto a las especies el orden Perciformes fue donde se encontró mayor número de especies (24), luego los órdenes Clupeiformes y Siluriformes (7) y Pleuronectiformes (4) (Fig. 3).

Las familias con mayor número de especies fueron, Sciaenidae (12), Ariidae (7), Carangidae (5), Engraulidae (4) y Pristigasteridae (3). Siendo éstas las más significativas en relación al aporte de individuos.

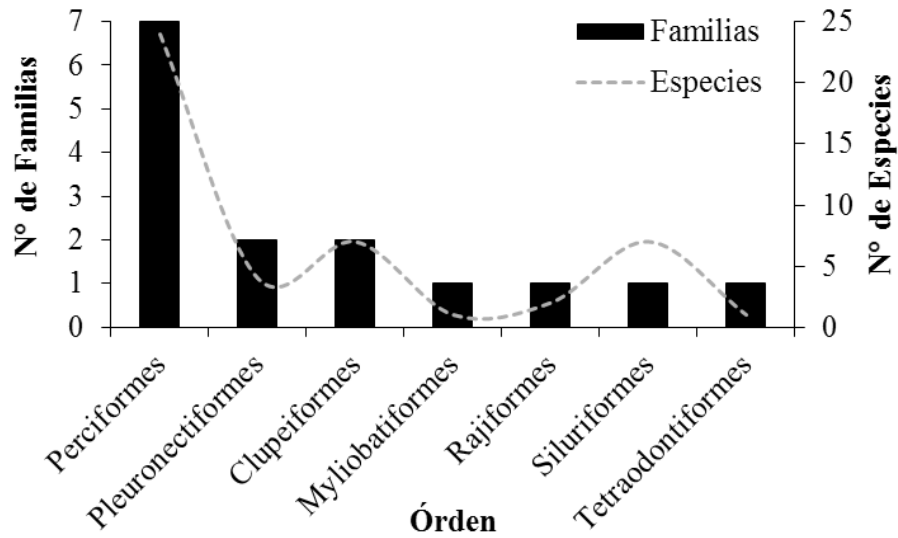


Fig. 3.- Número de familias y especies de peces por Órdenes, capturados en la zona litoral de la playa de Boca de Uchire

La fauna íctica colectada en Boca de Uchire concuerda en cierto grado con la reportada en la costa pacífica de Colombia donde las familias con más especies fueron Sciaenidae (11), Ariidae (7), Pristigasteridae (6), Engraulidae (6) y Carangidae (5), que están dentro del grupo de especies que integran la ictiofauna juvenil, caracterizada por habitar aguas someras marino-estuarinas, conformada predominantemente por especies pelágico-costeras y demersales, ubicado en una isla de pequeño tamaño (VELASCO & WOLFF 2000), y como ha sido descrita por PAULY (1985) para áreas estuarinas tropicales abiertas de fondos blandos. Por otra parte, estas familias han sido señaladas como integrantes vitales de los recursos pesqueros de la Plataforma Unare-Píritu (MENDOZA *et al.* 2010).

Otro aspecto importante sobre la fauna ictiológica de estos cuerpos de agua es la ausencia de grandes depredadores y el dominio de especies detritívoras como Mugilidae y Gerreidae (mojarras y españolas) de los géneros *Eugerres*, *Eucinostomus* y *Diapterus*, que se desarrollan dentro de la laguna de Unare hasta sus fases preadultas, para después, en época de lluvia, cuando se abre la boca de esta, actúan como conexión temporal con la playa de Boca de Uchire, haciendo posible el intercambio de organismos y nutrientes (CERVIGÓN 2005). En la zona estudiada, se encuentran, entre otras, especies adultas de las familias Centropomidae, *Centropomus ensiferus* (róbalos) y Sciaenidae, como: *Nebris microps* (Merluza), *Stellifer microps*, *S. naso*, *S. stellifer* (burritos), *S. rastrifer* (burrito bocón), *Paralanchurus brasiliensis* (lambe rayado), *Menticirrhus littoralis* (lambe plateado), los cuales tienen importancia comercial. La familia Sciaenidae, son peces eurihalinos que se encuentran alrededor del mundo y se conocen como corvinas que están presentes en la zona de rompiente, ya que esa área funciona como una zona importante de acumulación, ruta transitoria de larvas y criadero de juveniles de peces, donde la sobrevivencia es mayor que en otros hábitats tropicales (BEÁREZ 2001; DOMÍNGUEZ-GRANDA *et al.* 2004; ORTEGA *et al.* 2014; MARÍN-JARRÍN *et al.* 2015).

La familia Gerreidae tiene una importante presencia en los estudios de playas arenosas del oriente de Venezuela, por dos especies, *Eucinostomus melanopterus* y *Diapterus rhombeus*, siendo esta última muy común y frecuente en fondos fangosos de lagunas litorales de Venezuela, el Caribe colombiano y ambientes estuarinos de aguas salobres de México (GÓMEZ 1987 MÉNDEZ *et al.* 1988 ARRIETA & DE LA ROSA 2003, CHÁVEZ-LÓPEZ *et al.* 2005).

En este estudio se capturaron cuatro especies de la familia Engraulidae, que son muy abundantes en lagunas costeras mexicanas (PÉREZ-HERNÁNDEZ & TORRES-OROZCO 2000). En Boca de Uchire destaco *Cetengraulis edentulus*, siendo la segunda especie dominante en septiembre 2017.

De la Familia Ariidae, a la que pertenecen los bagres marinos y son de gran importancia económica (ACERO & BETANCUR 2007), se capturaron un total de siete especies: *Aspistor quadriscutis*, *Bagre bagre*, *B. marinus*, *Cathorops spixii*, *Sciades couma*, *S. herzbergii* y *S. passany*.

Por otro lado, entre las especies de peces cartilaginosos se encuentran dentro de los Gymnuridae, a *Gymnura micrura*, y entre los Dasyatidae a *Hypanus guttatus* y *Fontitrygon geijskesi*; esta última especie de raya (cinco ejemplares capturados), no había sido reportada para aguas del mar Caribe, por lo cual este estudio representa el primer registro.

El número de especies capturadas por mes, presentó un promedio de  $15,83 \pm 4,57$  y el valor más bajo se obtuvo en septiembre 2017, con  $13,00 \pm 3,61$  y el más alto en octubre de 2017, con  $21,33 \pm 0,58$ . El menor número de especies fue de siete y se registró en el mes de diciembre 2017, el valor más alto fue de 22 en el mes de octubre con diferencias estadísticas del número de especies entre los meses de muestreos ( $F_s=4,73$ ;  $F_s=0,0128$ ). El número de especies se considera alta, tomando en cuenta que sólo se evaluó medio ciclo en el periodo anual, siendo similar al encontrado por VELASCO & WOLFF (2000), quienes señalaron un total de 53 especies para la costa pacífica de Colombia; mientras que en lagunas litorales de México, ROSALES-CASIAN (2004) y RAMÍREZ-GUTIÉRREZ *et al.* (2007) identificaron 64 especies, en las bahías de San Quintín y San Agustín respectivamente.

VALECILLOS (1993), en dos playas de sustrato arenoso con presencia de *Thalasia testudinum* en Bocaripo-Chacopata, reportó 79 especies, en muestreos diurnos y nocturnos y GASPAS (2008) en una zona costera de Cumaná con influencia del río Manzanares, reportó 98 especies; siendo importante resaltar, que en estas dos últimas evaluaciones, el esfuerzo, al igual que la regularidad temporal de la recolecta de las muestras, fue mayor, además de presentar otros ecosistemas dentro de las playas arenosas, como la presencia de fanerógamas marinas u otras estructuras de retención de especies.

El promedio de la abundancia durante los meses de estudio fue  $232,17 \pm 155,93$  organismos; con el menor valor promedio en diciembre 2017 de  $80,33 \pm 31,09$ ; a diferencia de agosto de 2017 donde se encontró el valor promedio más alto, con  $424,33 \pm 255,92$ , sin diferencias significativas de la abundancia relativa entre los meses de estudio ( $KW=7,88$ ;  $p=0,1631$ ). Los cambios estacionales de número y composición de especies también han sido señalados en la comunidad de peces

demersales del sector suroriental del golfo de Paria y se han atribuido a las variaciones de salinidad. LASSO-ALCALÁ *et al.* (2004) Unas de las especies que contribuyeron más en términos de abundancia relativa fue la sardina (*Pellona harroweri*), observando además que el orden de importancia cambió en cada período climático, mostrando la variación de su abundancia relativa, ya que, durante la sequía el porcentaje de abundancia fue de 22,23% y en lluvia fue 26,99% (LASSO-ALCALÁ *et al.* 2008).

El promedio de la biomasa durante los meses muestreados fue 3940,41±3965,85 g, con el valor más bajo en enero 2018 con 1561,20±801,33 g, y el más alto en agosto 2017 con 8 819,80±8576,99 g. Los valores oscilaron entre 646,50 g en enero 2018 y 18722,20 g en agosto de 2017, sin diferencias significativas de la biomasa entre los meses de estudio (KW=8,56;  $p=0,1282$ )

En la estructura de la comunidad íctica de la playa de Boca de Uchire, se determinó un mayor número de especies cíclicas o estacionales (48%), seguidas de las especies ocasionales o accidentales (28%), y por último las especies permanentes (24%), que sin ser las más abundantes, correspondieron a las especies de interés comercial. Entre las 11 permanentes están: *Cetengraulis edentulus*, *Stellifer stellifer*, *Nebris microps*, *Larimus breviceps*, *Anchovia chupeides*, *Selenne setapinnis*, *Centropomus ensiferus* y *Catorops spixii*, y las cíclicas de mayor valor de constancia (70%), son: *Dasyatis guttata*, *Bagre marino*, *Bagre bagre*, *Gymnura micrura*, *Stellifer microps*, *Paranlunchurus brasiliensis* y *Stellifer naso*.

El porcentaje de especies cíclicas sobrepasó al de las ocasionales y permanentes, y según AMEZCUA-LINARES *et al.* (1987) se debe a condiciones ambientales, como la influencia del agua dulce que origina una disminución de especies marinas, contribuyendo así a que el componente cíclico y ocasional sea mayor en zonas estuarinas. De igual forma, YAÑEZ-ARANCIBIA *et al.* (1985) señalan que un número intermedio de especies en tránsito, la existencia de pocas especies residentes y muchas irregulares han sido descritas como características de ecosistemas costeros estuarinos, donde la heterogeneidad espacial y temporal del hábitat generan cambios ambientales a los cuales sólo unas cuantas especies se encuentran adaptadas y usan las lagunas costeras o los estuarios, en alguna etapa de su ciclo de vida (YAÑEZ-ARANCIBIA *et al.* 1980; DÍAZ-RUIZ *et al.* 2003).

La dominancia de las especies no fue mayor del 50% durante los cuatros primeros meses de muestreos, estando las primeras especies dominantes entre el 21% (*Stellifer stellifer*) y de 35% (*Pellona harroweri*), para agosto y octubre 2017, y las segundas especies más dominantes entre 22,31 y 16,99% (*Cetengraulis edentulus* y *Larimus breviceps*, respectivamente) para septiembre 2017 y enero 2018. Por otro lado, las especies *Stellifer rastrifer* y *Stellifer stellifer* presentaron dominancias en torno al 50%, en diciembre 2017 y enero 2018, estando como segunda especie más dominante en esos meses *Larimus breviceps* con 14,32±3,77% de dominancia (Fig. 4)

En la dinámica ecológica de un sistema, las especies dominantes son una pieza clave, ya que adoptan diversas estrategias biológicas a las que deben su éxito en el uso de los hábitats (TAPIA *et al.* 1988). Las corvinas son especies euritermas y eurihalinas que resisten cambios bruscos de temperatura (2 a 38°C) y de salinidad (5 a 42 ppm), facultad que les permite penetrar en aguas

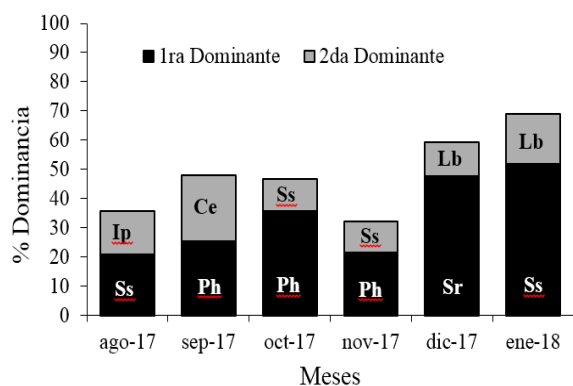


Fig. 4.- Variación temporal de la dominancia de las especies, en la comunidad de peces, de la zona litoral de la playa de Boca de Uchire, estado Anzoátegui, Venezuela. (Ss: *Stellifer stellifer*, Ph: *Pellona harroweri*, Sr: *Stellifer rastrifer*, Ip: *Isopisthus parvinnis*, Ce: *Cetengraulis edentulus*, Lb: *Larimus breviceps*).

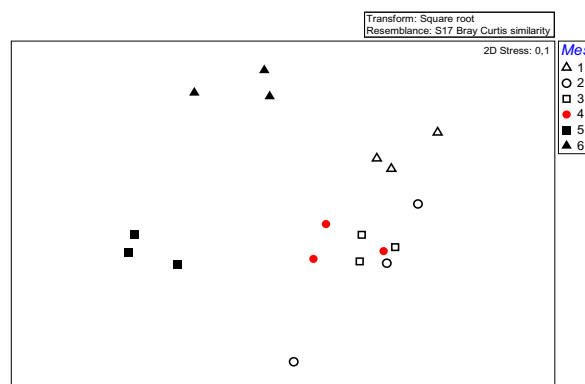


Fig. 5. Distribución espacial de las especies entre los 6 meses de muestreos en el 2016-2017 en la zona litoral de Boca de Uchire, estado Anzoátegui, Venezuela (Mes 1: Agosto, 2: Septiembre, 3: Octubre, 4: Noviembre, 5: Diciembre, 6: Enero).

someras (SAAVEDRA *et al.* 2011). En este estudio, las especies *Stellifer stellifer* y *S. rastrifer*, pertenecientes a la familia Scianidae fueron las más dominantes en la zona. MENEZES & FIGUEIREDO (1980) señalan que estas especies se distribuyen desde Venezuela hasta el sur de Brasil, en aguas litorales y estuarinas con fondos de arena o fango, y su dominancia puede deberse a las capacidades de adaptación que presenta ante cambios ambientales. Otra de las especies dominantes, *Pellona harroweri*, perteneciente a la familia Pristigasteridae, tiende a ser más abundante hacia el gradiente marino del área estuarina (CERVIGÓN 2005).

Según el MDS (Fig.5) la disposición espacial de los datos muestra diferencias entre las réplicas por meses, la heterogeneidad espacial de las muestras colectadas mensualmente (Stress= 0,10), pero si se observa que los meses 1, 5 y 6 son diferentes entre sí y de los demás, en el mes 1 (agosto) el área de estudio fue influenciada por una fuente de agua dulce, debido a que en esta época estaba abierta la boca de la laguna de Unare, por otro lado los meses 5 y 6 (diciembre, enero) estuvieron expuestos a fuertes vientos y un aumento de la energía en la zona.

En este sentido, se detectaron diferencias estadísticas mensuales de la abundancia de las especies según el ANOSIN (R Global = 0,793;  $p=0,001$ ). Entre los meses evaluados, cinco especies se presentaron con un rango entre 45,56 y 84,07% de contribución de abundancia total, observándose para el mes de agosto de 2017 que las especies: *S. stellifer*, *L. breviceps*, *I. parvipinnis*, *O. compressus* y *P. harroweri*, contribuyeron con el 64,38% de su abundancia, generando una similitud de 72,73% del total; para el mes de diciembre de 2017, se observó que las especies más abundantes originaron un 84,07% de contribución de la abundancia (*S. stellifer*, *L. breviceps*, *N. microps*, *S. rastrifer* y *C. ensiferus*).

Los modelos que permitieron determinar cuáles variables ambientales ejercían una mayor presión sobre la comunidad de peces establecidas en la playa de Boca de Uchire, quedaron definidos así:

Modelo 1: Intensidad del viento (Rho=0,549;  $p=0,0002$ )

Modelo 2: Intensidad del viento + Temperatura (°C) (Rho=0,534;  $p=0,0002$ )

Modelo 3: Intensidad del viento + Temperatura (°C) + Salinidad (Rho=0,409;  $p=0,0002$ )

Siendo el modelo 1, el que arrojó el valor más alto de correlación, y el que mejor explica la configuración de las abundancias de las especies de la comunidad en el sector evaluado, el cual corresponde a playas de costas extensas de alta energía, con contacto directo al mar Caribe, por lo que la incidencia de los vientos es directa e intensa en la época de sequía.

Las condiciones ambientales, atmosféricas y oceanográficas que caracterizan a la zona litoral de Boca de Uchire, son responsables de alta diversidad biológica, establecida según los parámetros biológicos y ecológicos evaluados; notando que de las 47 especies capturadas, un gran porcentaje más del 75% de los organismos se encontraban en estadios juvenil; por lo que se puede considerar a esta zona litoral influenciada por una laguna costera, como un área de alevinaje y crianza de especies de peces. Adicionalmente, la zona muestreada por su exposición a los vientos, se transforma en zona de alta energía (zona rompiente), lo cual proporciona condiciones favorables para especies de mayor abundancia y constancia como: *S. stellifer*, *P.harroweri*, *C.eduntulos*, *C.spixii*, entre otras, que se aprovechan de la turbidez del agua y la energía de las olas para obtener protección y alimento.

Dentro de los componentes comunitarios el porcentaje de especies cíclicas fue mayor, por lo que el bajo porcentaje de especies permanentes y la predominancia de peces juveniles, indica la utilización de esta zona, como alternativa de refugio, protección y/o alimentación, permitiendo el establecimiento de una compleja estructura comunitaria y trófica que es típico de los ecosistemas costeros.

Dentro de las variables ambientales estudiadas, la que tuvo mayor asociación con la comunidad de peces fue el viento, siendo este el que proporciona en una época del año una mayor energía a las olas, generando variaciones en la comunidad íctica.

## REFERENCIAS

- ACERO, A. & R BETANCUR. 2007. Monophyly, affinities, and subfamilial clades of the sea catfishes (Siluriformes: Ariidae). *Ichthyol. Explor. Freshw.* 18: 133-143.
- AMEZCUA-LINARES, F., M. ÁLVAREZ-RUBIO. & A. YÁÑEZ-ARANCIBIA. 1987. Dinámica y estructura de la comunidad de peces en un sistema ecológico de manglares de la costa del Pacífico de México, Nayarit. *A. Inst. Cien. Mari. Limnol.* 14(2): 221-248.
- ARRIETA, L. & J. DE LA ROSA. 2003. Estructura de la comunidad íctica de la Ciénaga de Mallorquín, Caribe colombiano, Santa Marta, Colombia. *Bol. Invest. Mari. Cost.* 32: 231-242.
- BALMORI-RAMÍREZ, A., S. SARMIENTO-NÁFATE & H. SANTANA-HERNÁNDEZ. 2000. *Catálogo de los sistemas de captura de las principales pesquerías comerciales*. Instituto Nacional de la

- Pesca. Dirección General de Investigación y Desarrollo Tecnológico Pesquero. Ciudad de México, México. 174 pp.
- BEÁREZ, P. 2001. Description of a new weakfish, *Cynoscion nortoni*, from Ecuador with a note on the distribution of *Umbra bussingi* (Perciformes: Sciaenidae). *Rev. Biol. Trop.* 49(1): 59-65.
- BENNETT, A. 1989. The fish community of a moderately exposed beach on the southwestern Cape COSAT of South Africa and assessment of this habitat as a nursery for juvenile fish. *Estuar. Coast. Shelf Sci.* 28: 293-305.
- BLABER, S. & T. BLABER. 1980. Factors affecting the distribution of juvenile estuarine and inshore fish. *Jour. Fish Biol.* 17: 143-162.
- BROWN, A. & A. McLACHLAN. 1990. *Ecology of sandy shores*. Elsevier. Amsterdam, Holanda. 572 pp.
- CASTELLANOS-GALINDO, G., J. CAICEDO-PANTOJA, L. MEJÍA-LADINO & E. RUBIO. 2006. Peces marinos y estuarinos de Bahía Málaga, Valle del Cauca, Pacífico colombiano. *Biota Colombiana* 7(2): 263-282.
- CENAHF (Centro Nacional de Alertas y Pronósticos Hidrometeorológicos). 2007. “Escala Beaufort-Intensidad del Viento”. “Centro Nacional de Alertas y Pronósticos Hidrometeorológicos”. <[http://cenaph.gob.ve/leyendas\\_simbolos/beaufort.php](http://cenaph.gob.ve/leyendas_simbolos/beaufort.php)>. (15-10-2020).
- CERVIGÓN, F. 1991. *Los Peces Marinos de Venezuela*. Volumen I. Segunda edición. Fundación Científica Los Roques, Cromotip. Caracas, Venezuela. 425 pp.
- CERVIGÓN, F. 1993. *Los Peces Marinos de Venezuela*. Volumen II. Segunda edición. Fundación Científica Los Roques, Cromotip. Caracas, Venezuela. 498 pp.
- CERVIGÓN, F. 1994. *Los Peces Marinos de Venezuela*. Volumen III. Segunda edición. Fundación Científica Los Roques, Cromotip. Caracas, Venezuela. 294 pp.
- CERVIGÓN, F. 1996. *Los Peces Marinos de Venezuela*. Volumen IV. Segunda edición. Fundación Científica Los Roques, Cromotip. Caracas, Venezuela. 254 pp.
- CERVIGÓN, F. 2005. La ictiofauna marina de Venezuela: Una aproximación ecológica. *Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela*, 41: 3-28.
- CERVIGÓN, F. & A. ALCALÁ. 1999. *Los Peces Marinos de Venezuela*. Volumen V. Segunda edición. Fundación Museo del Mar, Fondo Editorial del estado Nueva Esparta. Nueva Esparta, Venezuela. 230 pp.
- CHÁVEZ-LÓPEZ, R., J. FRANCO-LÓPEZ, A. MORÁN-SILVA & M. O’CONNELL, 2005. Long-term fish’s assemblage dynamics of the Alvarado Lagoon Estuary, Veracruz, México. *Gulf Caribb. Res.* 17: 145-156.

- CLARK, B. 1997. Variation in surf-zone fish community structure across a wave-exposure gradient. *Estuar. Coast. Shelf Sci.* 44(6): 659-674.
- CLARKE, K. 1993. Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure. *Austra. J. Ecol.* 18: 117-143.
- CLARKE, K. & R. GREEN. 1988. Statistical desing and analysis for a “biological effects” study. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 46: 213-226.
- CLARKE, K. & R. WARWICK. 2001. *Change in marine communities: An approach to statistical analysis and interpretation*, Second edition. PRIMER-E Ltd. Plymouth Marine Laboratory. Plymouth, Reino Unido. 2:1-68.
- DÍAZ-RUIZ, S., M. PÉREZ-HERNÁNDEZ & A. AGUIRRE-LEÓN. 2003. Characterization of fish assemblages in a tropical coastal lagoon in the North West Gulf of Mexico. *Ciencias Marinas* 29(4): 631-644.
- DOMÍNGUEZ-GRANDA, L., N. FOCKEY, M. DE MEY, B. BEYST, M. CORNEJO, J. CALDERON & M. VINCX. 2004. Spatial patterns of the surf zone hyperbenthic fauna of Valdivia Bay (Ecuador). *Hydrobiología* 529(1): 205-224.
- EPA (Environmental Protection Agency). 2006. “Volunteer estuary monitoring manual, methods manual”. “Environmental Protection Agency” <<http://www.epa.gov/owow/estuaries/monitor/>> (15-10-2020).
- FISHBASE.1999. FishBase 99. CD-ROM.ICLARM, Manila.
- GASPAR, Y. 2008. *Diversidad ictica de la zona costera influenciada por el río Manzanares, Golfo de Cariaco, Venezuela*. Trab. Grad., Lic. Biología, Universidad de Oriente. Cumaná, Venezuela. 85 pp.
- GÓMEZ, A. 1987. Estructura de la taxocenosis de peces en praderas de *Thalassia testudinum* de la bahía de Charagato, Isla de Cubagua, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanog. Venezuela* 26: 125-146.
- INAMEH. 2018. Instituto Nacional de Meteorología e Hidrografía. <Http://www.inameh.gob.ve>
- KREBS, C. 1989. *Ecological methodology: the experimental analysis of distribution and abundance*. Harper & Row. Nueva York, USA. 694 pp.
- LASIAK, A. 1984. Structural aspects of surf zone fish assemblage at fringe Beach, Algoa Bay, South Africa: Short-term fluctuation. *Estuar. Coast. Shelf Sci.* 18: 347-360.
- LASSO-ALCALÁ, O., C. LASSO & J. CAPELO. 2004. Nuevos registros y ampliaciones de distribución de la Ictiofauna marina de Venezuela. *Mem. Fund. La Salle Cienc. Nat.* 161-162: 167-200.

- LASSO-ALCALÁ, O., C. LASSO, & J. RODRÍGUEZ. 2008. Comunidad de peces demersales del sector suroriental del Golfo de Paria, Venezuela. *Mem. Soc. Cienc. Nat. La Salle*.170: 99-124.
- MARÍN-JARRÍN, J., S. MIÑO, L. DOMÍNGUEZ-GRANDA, S. GUARTATANGA & M. CORNEJO. 2015. Spatiotemporal variability of the surf zone fauna of two Ecuadorian sandy beaches. *Mar. Freshw. Res.* 67(5): 566-577.
- MC CONNAUGHEY, B. 1974. *Introducción a la Biología Marina*. Acribia. Zaragoza, España.455 pp.
- MCLACHLAN, A. 2001. *Coastal beach ecosystems*. Lewin, S (Ed.) Encyclopedia of Biodiversity. New York, Estados Unidos.741-751 pp.
- MÉNDEZ, E., R. MANRIQUE, & F CERVIGÓN. 1988. *La Ictiofauna de la Bahía de Mochima*. Fundaciencia. Caracas, Venezuela. 125 pp.
- MÉNDEZ, E., L. RUIZ, A. PRIETO, A. TORRE, A. FARIÑA, S. SANT, J. BARRIO & B. MARÍN. 2006. Fish community of a fringing reef at Mochima National Park, Venezuela. *Ciencias Marinas*, 32(4): 683-693.
- MENDOZA, J., L. MARCANO, J. ALIO & F. AROCHA. 2010. Autopsia de la pesquería de arrastre del oriente de Venezuela: análisis de los datos de desembarques y esfuerzo de pesca. *Proceedings of the GCFI, 1*: 69-75.
- MENEZES, N. & FIGUEIREDO, J. 1980. *Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil. Cuarta Edición*. São Paulo: Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo. São Paulo, Brasil. 469 pp.
- MONCAYO-ESTRADA, R., J. CASTRO-AGUIRRE & J. DE LA CRUZ-AGÜERO. 2006 Lista sistemática de la ictiofauna de Bahía de Banderas, México. *Rev. Mex. Biodiver.* 77: 67-80.
- ORTEGA, I., A. MARTÍN & Y. DÍAZ. 2014. Variabilidad de agregaciones suprabentónicas costeras de playas arenosas de la costa Caribe de Venezuela. *Rev. Biol. Trop.* 62: 495-511.
- PAULY, D. 1985. Fisheries Science: The view from Lowestoft. Reviews of three books by D.H. Cushing. *J. Appl. Ichthyol.* 1(2): 93-96.
- PÉREZ-HERNÁNDEZ, M. & R. TORRES-OROZCO. 2000. Evaluación de la riqueza de especies de peces en las lagunas costeras mexicanas: Estudio de un caso en el golfo de México. 48(2-3): 425-438.
- RABASCALL, C. 2009. *Composición y estructura comunitaria de la ictiofauna presente en cuatro playas arenosas del extremo noroccidental de la península de Araya, estado Sucre, Venezuela*. Trab. Grad. Lic. Biología, Universidad de Oriente. Cumaná, Venezuela. 112 pp.
- RAMÍREZ, H. & CERVIGÓN F. 2003. *Peces del Archipiélago Los Roques*. Intenso offset. Caracas, Venezuela. 304 pp.

- RAMÍREZ-GUTIÉRREZ, M., M. TAPIA-GARCÍA, E. RAMOS-SANTIAGO & R. ULLOA. 2007. Estructura comunitaria de peces en bahía San Agustín, Huatulco, México. *Rev. Chil. Hist. Nat.* 80: 419-430.
- RIDD, P. & T. STIEGLITZ. 2002. Dry season salinity changes in arid estuaries fringed by mangroves and saltflats. *Estuar. Coast. Shelf Sci.* 54(6): 1039-1049.
- RODENAS, R. & H. LÓPEZ-ROJAS. 1993. Ictiofauna de la laguna de Tacarigua, resultados preliminares. *Acta Biol. Venez.* 14(2):71-75.
- RODRÍGUEZ, J. & D. GONZÁLEZ. 1994. Estudio ambiental de la Cuenca del río Unare y las lagunas de Unare y Piritu. Centro de Estudios Integrales del Ambiente (CENAMEC). UCV. 17 pp.
- ROSALES-CASIAN, J. 2004. Composición, importancia y movimientos de los peces de Bahía de San Quintín, Baja California, México. *Ciencias Marinas.* 30(1): 109-117.
- RUIZ, L. 1992. *Estructura de las comunidades de peces en dos localidades del saco del Golfo de Cariaco, Venezuela.* Trab. Asc. Prof. Titular, Universidad de Oriente. Cumaná, Venezuela. 187 pp.
- SAAVEDRA, M., E. REVILLA, N. MARTÍN & S. CÁRDENAS. 2011. Engorde de corvina *Argyrosomus regius* y de la lubina *Dicentrarchus labrax* en estanque de tierra con flujo continuo de agua. *XIV Foro dos Recursos Mariños e da Acuicultura das Rias Galegas.* 14: 289-296.
- SENIOR, W. & J. CASTAÑEDA. 1993. Estudio ambiental del ecosistema marino de la bahía de Bergantín, Área de Jose, zona costera de Puerto Piritu y Sistema lagunar Unare-Piritu. Informe Técnico. Proyecto Estudio Ambiental del Oriente de Venezuela. PEQUIVEN. 137 pp.
- SOKAL, R. & F. ROHLF. 1995. *Biometry: the principles and practice of statistics in biological research.* Freeman. New York, USA. 776 pp.
- TAPIA, M., A. YAÑEZ-ARANCIBIA, P. SÁNCHEZ-GIL. & M. GARCÍA-ABAD. 1988. Biología y ecología de *Cynoscion arenarius* Ginsburg, en las comunidades demersales de la plataforma continental del sur del golfo de México (Pisces: Sciaenidae). *Rev. Biol. Trop.* 36(1): 1-27.
- VALECILLOS, Y. 1993. Estructura ecológica de la comunidad de peces del sistema Chacopata-Bocaripo, península de Araya estado Sucre. Venezuela. Trab. Grad. Lic. Biología, Universidad de Oriente. Cumaná, Venezuela. 120 pp.
- VEGAS, M. 2004. Ictiofauna de la Reserva de la biosfera Celestín-Yucatán: una contribución al conocimiento de su biodiversidad. *Anales Inst. Biol. Uni. Auton. México.* 75: 193-206.
- VELASCO, A. & M. WOLFF. 2000. Ictiofauna juvenil de fondos blandos durante la transición de “secas” a lluvias en la costa pacífica de Colombia. *Rev. Biol. Trop.* 48(1): 215-228.
- WHITFIELD, K. 1996. A review of estuarine ichthyology in South Africa over the past 50 years. *Trans. R. Soc. South Africa.* 51: 79-89.

YÁÑEZ-ARANCIBIA, A., H. ÁLVAREZ-GUILLEN & A. LARA-DOMÍNGUEZ 1985. Ecología de la Boca del Carmen, Laguna de Términos. El hábitat y estructura de las comunidades de peces. *A. Inst. Cien. Mar. Limnol.* 12(1): 107-144.

YÁÑEZ-ARANCIBIA, A., F. AMEZCUA-LINARES & J. DAY. 1980. *Fish community structure and function in Terminos Lagoon, a tropical estuary in the southern Gulf of Mexico.* En: *Estuarine perspectives.* Kennedy, V. (ed.). Academic Press Inc. Nueva York, USA. 465- 482.

RECIBIDO: NOVIEMBRE 2021

ACEPTADO: MAYO 2022

## FLUCTUACIONES TEMPORALES DEL ICTIOPLANCTON EN EL SECTOR LAS CARACAS, PARQUE NACIONAL MOCHIMA, VENEZUELA

ÁNGEL FARIÑA<sup>\*1</sup>, BAUMAR MARÍN<sup>2</sup> & MANUEL REY-MÉNDEZ<sup>3</sup>

<sup>1</sup> *Laboratorio de ecología de peces marinos, Departamento de Biología, Universidad de Oriente, Venezuela. \* Autor de correspondencia: afarina46@yahoo.com. orcid/org/: 0000-0002-7659-9844*

<sup>2</sup> *Instituto Oceanográfico de Venezuela, Universidad de Oriente*

<sup>3</sup> *Laboratorio SISMOL, Dpto. de Bioquímica y Biología Molecular, CIBUS e Instituto de Acuicultura, Universidad de Santiago de Compostela, España. Email: manuel.rey.mendez@usc.es. orcid/org/: 0000-0001-6102-336X*

RESUMEN: El área de fertilidad en la plataforma nororiental venezolana, es una zona especialmente rica en recursos pesqueros, influenciada por la surgencia costera y el enriquecimiento de nutrientes que provoca. Este proceso sucede estacionalmente con una regularidad previamente descrita. Para evaluar posibles cambios en variables bióticas del ictioplancton, asociadas al periodo del año, se realizaron arrastres superficiales mensuales en 6 estaciones del sector Las Caracas, Parque Nacional Mochima, Venezuela. Para todas las variables estudiadas, la mayoría de los resultados de los análisis multivariados indican una asociación general de los meses típicos de surgencia en la zona. Las estaciones expuestas al viento y al oleaje (E1, E2, E3 y E4), muestran una tendencia a incrementar la biomasa del plancton acompañante de las larvas y a disminuir la temperatura y la transparencia del agua, durante la surgencia. En las estaciones de sotavento (E5 y E6), por el contrario, durante los meses de surgencia se registraron los menores valores de biomasa de plancton. Las diferencias entre las estaciones de muestreo no sólo ocurren respecto a los promedios de muchas de las variables, sino también con relación a cómo esas variables fluctúan en el tiempo. Los resultados sugieren que muchas especies en la zona desovan antes del período de surgencia. Las fluctuaciones del ictioplancton en Las Caracas, con relación a la surgencia, colocan a este recurso pesquero a expensas del ciclo anual de vientos, por lo que cambios climáticos globales que alteren la regularidad de dicho ciclo, pudieran tener consecuencias ecológicas y económicas importantes.

Palabras clave: larvas, temporal, surgencia, peces, plancton

ABSTRACT: The fertility area in the northeastern Venezuelan shelf is an area especially rich in fishing resources, influenced by the coastal upwelling and the enrichment of nutrients that it causes. This process happens seasonally with a previously described regularity. To evaluate possible changes in the biotic variables of the ichthyoplankton, associated with the period of the year, monthly surface trawls were carried out in 6 stations in the Las Caracas sector, Mochima National Park, Venezuela. For all the variables studied, most of the results of the multivariate analyzes indicate a general association of the typical months of upwelling in the area. In stations exposed to wind and waves (E1, E2, E3 and E4), there is a tendency to increase the biomass of the accompanying plankton of the larvae and to decrease the temperature and transparency of the water, during the upwelling. In the leeward stations (E5 and E6), on the contrary, in the upwelling months the lowest values of plankton biomass were recorded. Differences between sampling stations occur not only with respect to the averages of many of the variables, but also with respect to how those variables fluctuate over time. The results suggest that many species in the area spawn before the

upwelling period. The fluctuations of the ichthyoplankton in Las Caracas, in relation to the upwelling, place this fishing resource at the expense of the annual cycle of winds, thus global climate changes that alter the regularity of this cycle, could have important ecological and economic consequences.

Keywords: larvae, temporary, upwelling, fish, plankton

## INTRODUCCIÓN

El área de fertilidad de la plataforma nororiental venezolana, constituye una zona particularmente distinta del resto de las zonas marinas del país, que se manifiesta en su ictiofauna. Diferentes especies son endémicas de esta región, o sólo se han registrado en ella, como por ejemplo: *Emblemariopsis randalli*, *Batrachoides manglae*, *Emblemaria diphyodontis* y *Ctenogobius comma*. Además, algunas especies de las familias Blenniidae y Labrisomidae como: *Scartella cristata*, *Parablennius marmoreus* y *Malacoctenus delalandii* se encuentran en gran abundancia; mientras que la mayor parte de los pequeños Gobiidae de los géneros *Lythripnus*, *Coryphopterus*, *Gnatholepis*, *Evermanichthys*, *Risor*, *Ptereleotris*, *Nes*, entre otros, los cuales son comunes y abundantes en las áreas continentales o insulares con influencia de aguas cálidas oceánicas, están ausentes o hay muy pocas especies (CERVIGÓN 2005).

La ictiofauna, en general, es diversa y con densidades altas, como consecuencia no solamente de la surgencia sino también de los nutrientes aportados por el río Orinoco y otros ríos de importancia local. En su composición, participan elementos de la típica fauna Caribe antillana, elementos propios de las aguas neríticas continentales con influencia más o menos directa de áreas estuarinas y elementos que son característicos, a veces únicos, del área de surgencia propiamente dicha o relativamente muy abundantes en ella. Es importante resaltar qué, aunque muchas de las especies de esta área se han registrado también en zonas insulares oceánicas del Mar Caribe, la proporción de las mismas es tan escasa que sirven también para caracterizar el área de surgencia. En esta ecoregión, sin incluir grandes peces migratorios ni la fauna por debajo de los 100 metros de profundidad, se han registrado un total de 524 especies en 102 familias. De ellas, 498 especies incluidas en 88 familias son teleósteos, y 26 especies de 14 familias son elasmobranquios (CERVIGÓN 2005).

Dentro de este enclave biológico de particulares características y significativa importancia pesquera, se encuentra ubicado el Parque Nacional Mochima (PNM), entre los estados Anzoátegui y Sucre. Abarca un área de 94.935 hectáreas con áreas costeras y montañosas, pero principalmente es marino, con una importante zona insular en su límite norte (INPARQUES 1982). En estos espacios insulares se localiza el archipiélago de las islas Caracas que, conjuntamente con el promontorio submarino Bajo Las Caracas, constituyen una zona de relevante actividad pesquera artesanal, con formaciones coralinas de alto desarrollo y con agregaciones reproductivas estacionales de peces de interés comercial (FARIÑA *et al.* 2008; FARIÑA & MÉNDEZ 2009). El Bajo Las Caracas se ubica fuera de los límites del Parque, a unos 3 Km al norte de las Islas Caracas y actualmente existe una propuesta para incluirlo dentro del área protegida. Es una meseta submarina de unos 4 Km de

diámetro que se ve influenciada por aguas oceánicas y de la plataforma costera, lo cual se evidencia en la composición de las comunidades de peces de arrecifes (FARIÑA *et al.* 2008). La zona se ve afectada estacionalmente por vientos alisios del noreste y noroeste, con corrientes periódicas en dirección oeste-este (FARIÑA & MÉNDEZ 2009). Las Islas Caracas y la costa adyacente, presentan áreas expuestas a los vientos y al oleaje, así como zonas completamente protegidas.

A pesar de estar incluida dentro del PNM una extensa Área Marítima Protegida, los aportes para el conocimiento del ictioplancton que la conforma son escasos (FARIÑA 2009; HERRERA-REVELES *et al.* 2009). Por lo tanto, se hace necesaria la evaluación de este importante elemento biótico, más aún ya que dentro de los límites del parque se sostiene una significativa actividad pesquera artesanal, así como una moderada pero cada vez más creciente industria turística. De igual manera, el estudio de los estadios tempranos de vida pudiera permitir la identificación de posibles áreas reproductivas y de criadero, otorgando información valiosa para definir planes de ordenamiento y utilización de los espacios del parque o redefiniciones de sus límites. Paralelamente, los estudios previos hechos en la zona demuestran variaciones temporales de la ictiofauna relacionados con cambios ambientales por efecto del fenómeno de surgencia (FARIÑA & MÉNDEZ 2009), así como diferencias espaciales en la composición de especies de peces entre ecosistemas estructuralmente distintos.

Los cambios temporales del ictioplancton pueden estar influenciados por el fotoperíodo (LUCKHURST & POWLES 1986; BORDEHORE *et al.* 2001; BEAUGRAND 2004); a pesar de ello, las fluctuaciones estacionales más evidentes van a estar determinadas por las frecuencias de desove de los organismos adultos. Por lo tanto, los registros de abundancia y riqueza específica de larvas y de huevos de peces son un elemento que permite inferir períodos de reproducción y de desove, lo cual tiene particular importancia en pesquerías así como en la delimitación y en el manejo de áreas marinas protegidas (CIECHOMSKI 1981; ROTHSCCHILD 1986; SAMPEY *et al.* 2004). No obstante, la información sobre patrones temporales de variación en las abundancias y riquezas de los estadios tempranos de larvas de peces (preflexión y periodo inmediato a la postflexión) son escasos en el país, especialmente en regiones de la plataforma costera (SAMPEY *et al.* 2004).

Además de las concentraciones por desoves de adultos, la distribución de las larvas puede estar influenciada por los cambios de nicho, evidenciados por las modificaciones morfológicas, anatómicas, fisiológicas y adaptativas que va sufriendo el organismo a lo largo del desarrollo (BLABER & BLABER 1980; MCFARLAND *et al.* 1985; KINGSFORD 1988); e igualmente por factores ambientales estacionales, entre ellos las corrientes oceánicas (HUANG *et al.* 2017), la salinidad y la temperatura (CALDERÓN-PERALTA *et al.* 2020). También se ha registrado que los fenómenos de afloramiento por procesos de surgencia costera, pueden influenciar los ensamblajes del ictioplancton. A este respecto, RODRÍGUEZ (2019), evaluando cambios temporales en costas españolas destaca que, además de la profundidad, los flujos superficiales en alta mar asociados con el afloramiento costero (surgencia) parecen haber sido clave en definir y mantener los límites del ensamblaje de larvas.

En este sentido, se planteó estudiar variaciones temporales de las etapas tempranas de vida de los peces, en un área que comprende zonas de arrecifes someros tanto protegidas como expuestas al viento y al oleaje, en un gradiente desde el margen más externo al Bajo Las Caracas, cercano al

borde de la plataforma continental, hasta espacios totalmente resguardados en zonas más internas de las islas Caracas. Todo ello en un diseño que involucró muestreos mensuales por un año, bajo la hipótesis de que los períodos de lluvia-sequía y de surgencia-relajación, registrados para la región, marcan diferencias en la abundancia y riqueza del ictioplancton.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Las estaciones de muestreo se ubicaron en zonas del archipiélago Las Caracas, Parque Nacional Mochima, y en áreas adyacentes (Fig. 1). El diseño involucró un gradiente perpendicular a la costa con una primera estación (E1, 10°25'41"N 64°27'38"O) mar afuera, a unos 6 Km al norte de Islas Caracas; dos estaciones entre este sector y el archipiélago, sobre fondos de arrecifes en el margen externo (E2, 10°23'44"N 64°27'34"O) y en la zona somera interna del Bajo Las Caracas (E3, 10°23'17"N 64°27'08"O); una estación en la zona insular expuesta al norte de la isla Caracas Oeste (E4, 10°22'36"N 64°27'34"O); otra estación en la costa protegida más externa frente al archipiélago (E5, 10°22'37"N 64°23'18"O) y una última estación en la zona protegida interna al archipiélago (E6, 10°21'04"N 64°23'23"O) (TABLA 1).

Las estaciones E3, E4, E5 y E6, comprenden masas de agua sobre arrecifes entre 1,5 y 7m de profundidad, la estación E2 se ubica sobre un arrecife entre 16 y 25m de profundidad y la estación E1 se sitúa en aguas completamente abiertas, con 120m de profundidad. Los arrecifes de las estaciones E2, E3, y E4 son principalmente rocosos, con corales pétreos y octocorales cercanos. El arrecife de la estación E5 estructuralmente es similar a los anteriores, pero estacionalmente presenta un desarrollo importante del alga *Sargassum* sp. que ocupa hasta el 80% del espacio. La estación E6 se localiza en una zona de arrecifes fundamentalmente coralinos, sin sustrato rocoso, sobre un lecho de arena.

Con el propósito de abarcar tanto la temporada anual de lluvias como la de sequía, al igual que la surgencia costera y el periodo de calma, que estacionalmente han sido registrados en la zona (OKUDA 1978; FERRAZ-REYES 1989), se realizaron muestreos mensuales entre septiembre de 2008 y agosto de 2009. En cada muestreo y para cada estación, se midió la temperatura superficial del agua (°C) y la salinidad (‰). Además, se llevó a cabo un registro de la intensidad de viento y oleaje aplicando la escala Beaufort (CENAH 2021).

Se empleó una red estándar de captura de ictioplancton (HOLDEN & RAITT 1975; BOLTOWSKOY 1999), con un diámetro de boca de 62cm y 500µm de abertura de malla. Los arrastres fueron realizados superficialmente (entre 0,5 y 3m de profundidad), en las seis estaciones del archipiélago Las Caracas (Parque Nacional Mochima) y en áreas adyacentes (Fig. 1). Para determinar el volumen de agua filtrada a través de la red, se colocó un medidor de flujo calibrado y se aplicó la ecuación citada por BAGDÓ (1977). Las muestras fueron recogidas en un colector colocado al final de la malla, pasadas por un tamiz de 500µm de abertura, fijadas en etanol al 95% y luego refrigeradas a -20°C hasta su análisis.

Las larvas y los huevos fueron contados y separados. La abundancia se expresó como número de larvas/huevos por m<sup>3</sup> de agua filtrada. Se realizó un registro fotográfico detallado de cada una

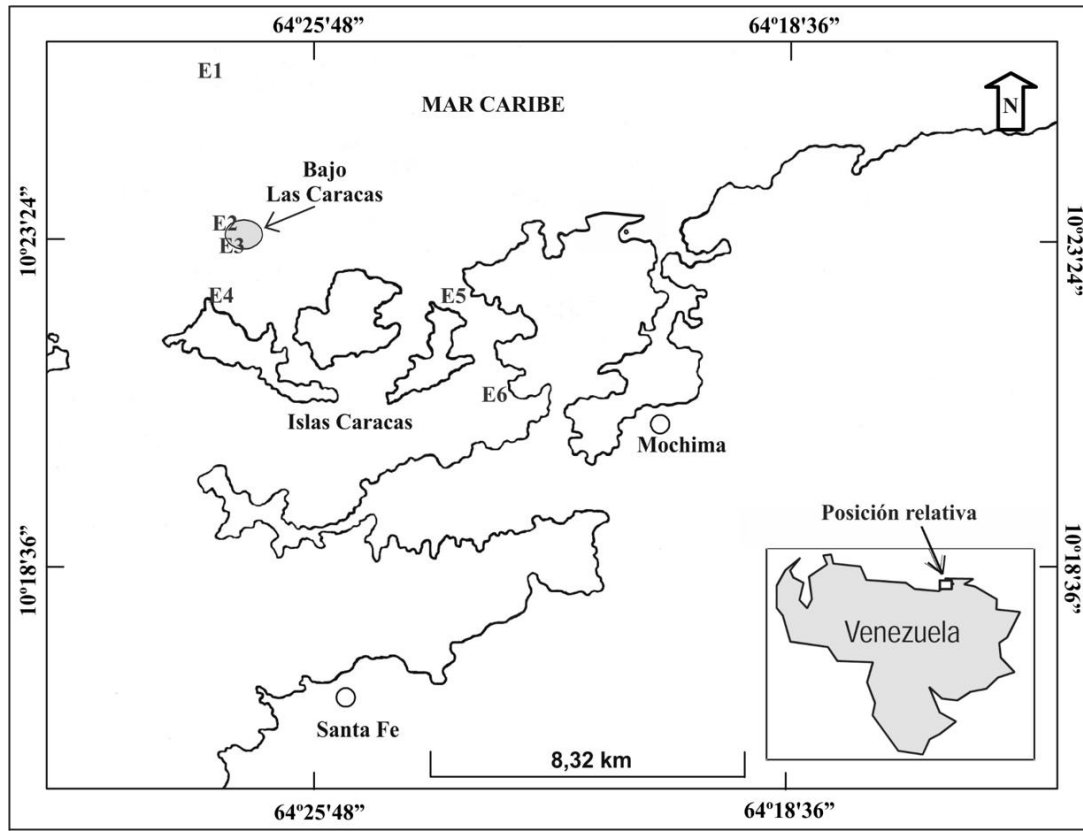


Fig. 1. Mapa de un sector del Parque Nacional Mochima, estado Sucre, Venezuela, donde se indica la ubicación de las estaciones de muestreo (E).

de las prolarvas, larvas y postlarvas, a las cuales se les midió la longitud estándar por medio de un micrómetro ocular. Las larvas se identificaron morfológicamente hasta la menor categoría taxonómica posible. Para ello, se utilizaron las descripciones de FAHAY (1983), MOSER *et al.* (1984) y RICHARDS (2005). Las larvas que no pudieron ser determinadas taxonómicamente hasta especie, se denotan con el nombre de la familia o género seguido de un número (para diferenciar otros taxa con condiciones de determinación similares). Los ejemplares identificados fueron separados por especie, unidad taxonómica y morfotipo, para luego ser almacenados en etanol 95% y refrigeración a  $-20^{\circ}\text{C}$ .

La biomasa total del macrozooplancton capturado, se determinó por sedimentación durante 24 h. Ese biovolumen se expresó en relación con el volumen de agua filtrado por la red (V). La diversidad ( $H'$ ) se calculó según el índice de SHANNON (1948) y la equidad con la ecuación definida por LLOYD & GHELARDI (MARGALEF 1980), mediante el programa Multi Variate Statistical Package (MVSP), versión 3.13n (KOVACH 2006).

Para determinar posibles relaciones entre los parámetros ambientales y los descriptores comunitarios del ictioplancton (abundancia, diversidad, equidad y riqueza) para cada estación, se realizaron correlaciones de Spearman (SPSS 12.0) y análisis de componentes principales

(ACP) estableciendo los meses como casos (KOVACH 2006). Debido a la heterogeneidad de las variables, los datos fueron convertidos a la raíz cuadrada y estandarizados utilizando una matriz de correlación, de acuerdo con las recomendaciones del programa MVSP. Paralelamente, aplicando también el programa MVSP, se efectuó un ACP para comparar las estaciones con relación a los promedios generales de los parámetros ambientales y de los descriptores comunitarios durante todo el período de muestreo.

## RESULTADOS

En las 6 estaciones y durante todo el periodo de muestreo, se capturaron un total de 587,99 huevos/m<sup>3</sup>; 0,20 prolarvas/m<sup>3</sup> y 15,97 larvas/m<sup>3</sup>. Las larvas se separaron en 142 especies, pertenecientes a 42 familias. Las especies con mayor abundancia en términos generales fueron: *Jenkinsia lamprotaenia* (GOSSE 1851) (4,23 ind./m<sup>3</sup>), la sardina o arenque *Sardinella aurita* Valenciennes, 1847 (3,38 ind./m<sup>3</sup>), la española *Eucinostomus gula* (QUOY & GAIMARD 1824) (0,98 ind./m<sup>3</sup>), la petaca *Abudefduf saxatilis* (LINNAEUS 1758) (0,66 ind./m<sup>3</sup>) y la española de laguna *Eucinostomus argenteus* BAIRD & GIRARD, 1855 (0,48 ind./m<sup>3</sup>); mientras que las que tuvieron una mayor frecuencia de ocurrencia en cada estación fueron: *A. saxatilis* (58,33% en E1), *E. gula* (66,67% en E2), Gobiidae 1 (66,67% en E3), *Labrisomus kalisherae* (JORDAN, 1904) (66,67% en E4), *J. lamprotaenia* (66,67% en E5) y el arrevés lagunero *Achirus lineatus* (LINNAEUS 1758) (41,67% en E6).

Los meses con la mayor relevancia respecto a las variables biológicas del ictioplancton capturado en Las Caracas, se muestran en la TABLA 2. Las estaciones más internas y protegidas denotaron un patrón muy similar, diferenciándose por presentarse la mayor densidad de huevos en periodos diferentes del año (septiembre en E5 y febrero en E6), así como por una alta abundancia relativa de *Bregmaceros cantori* en la estación 5 y de *Achirus lineatus* en la estación 6. Las estaciones externas y expuestas difieren más entre ellas con relación a estas variables, destacándose la E1 como la más disímil, particularmente por tener la mayor abundancia de huevos en el mes de febrero. En la mayoría de las estaciones de muestreo, se registraron las densidades de huevos y larvas más altas, así como la mayor riqueza de especies, en el segundo periodo del año, siendo especialmente relevante el mes de noviembre.

### Estación 1

La temperatura fluctuó entre 19,2°C (mayo) y 28,5°C (septiembre y octubre), con un promedio de 25,07°C. La transparencia del agua durante todos los muestreos varió entre 6m (abril) y 25m (septiembre y octubre), con 12,79m en promedio. La intensidad del viento y del oleaje osciló entre 1 (agosto y octubre) y 4 (mayo, noviembre y diciembre), con un promedio durante el periodo de estudio de 2,58 en la escala Beaufort. La biomasa del plancton colectado (excluyendo las larvas de peces) tuvo su menor registro en septiembre (0,0034g/m<sup>3</sup>) y el mayor valor en enero (0,22g/m<sup>3</sup>), con un promedio de 0,04g/m<sup>3</sup>.

La abundancia de huevos varió entre 0,81 huevos/m<sup>3</sup> en diciembre y 55,58 huevos/m<sup>3</sup> en febrero, para un promedio de 13,71 huevos/m<sup>3</sup>. La riqueza de larvas de peces (número de especies)

presentó el menor registro en abril (1) y el mayor valor en junio y octubre (12), con un promedio durante todo el lapso de 6,25. La menor abundancia de larvas (densidad) ocurrió en abril (0,01 ind./m<sup>3</sup>) y la mayor abundancia se registró en octubre (0,55 ind./m<sup>3</sup>), para un promedio de 0,17 ind./m<sup>3</sup> (Fig. 2). En octubre, las especies más relevantes numéricamente fueron *Eucinostomus gula* (0,22 ind./m<sup>3</sup>), *Abudefduf saxatilis* (0,17 ind./m<sup>3</sup>) y *Eucinostomus jonesii* (0;04 ind./m<sup>3</sup>) (TABLA 2). La diversidad (H') de Shannon – Wiener osciló entre 0 bits/ind. en abril y 2,79 bits/ind. en junio, con un promedio de 1,92 a través de todo el periodo. La menor equidad se presentó en abril (0) y la mayor en enero y febrero (1,00), para una media mensual de 0,78.

El análisis de componentes principales (ACP) efectuado para evaluar relaciones entre los parámetros ambientales y los descriptores comunitarios, a través de los meses de muestreo, arrojó un porcentaje acumulado de la varianza de un 79,84% en los tres primeros ejes, cumpliendo con lo recomendado para el programa MVSP (al menos 50-60%) (KOVAC 2006). En el eje 1, las variables que más aportan a la asociación de los meses son la riqueza, la densidad de larvas, la diversidad y la transparencia; mientras que en el eje 2, la salinidad, el valor Beaufort y la temperatura son las variables más importantes.

La gráfica del ACP (Fig. 4) muestra cómo se asocian los primeros meses del año enero, febrero, marzo y abril, por tener los menores registros de diversidad, densidad de larvas y de

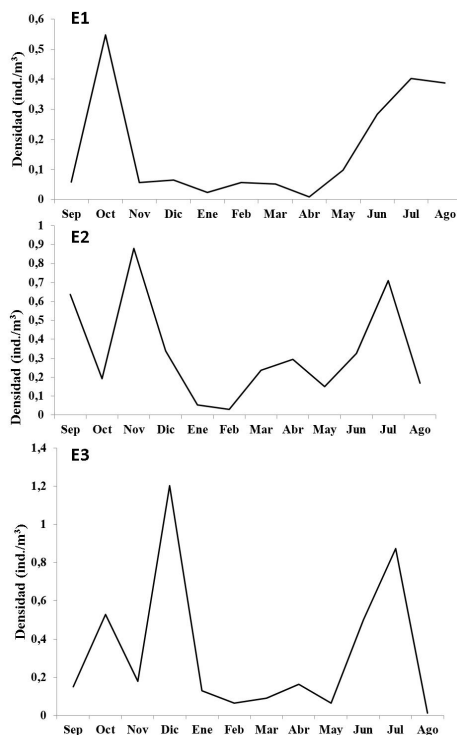


Fig. 2. Cambios mensuales en la abundancia de las especies de larvas para las tres primeras estaciones de muestreo en Las Caracas, estado Sucre, Venezuela.

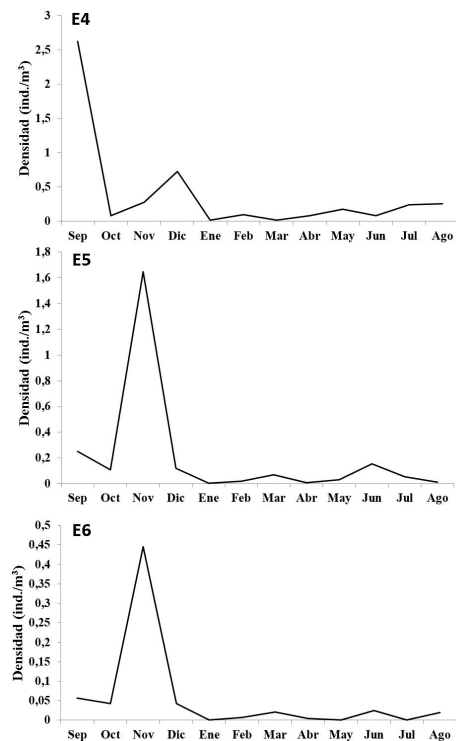


Fig. 3. Cambios mensuales en la abundancia de las especies de larvas para las tres últimas estaciones de muestreo en Las Caracas, estado Sucre, Venezuela.

riqueza, además de valores bajos de transparencia y temperatura. Diciembre y noviembre muestran una ligera tendencia hacia este grupo por tener bajos registros de riqueza y de densidad de larvas, pero quedan separados por presentar valores promedio de las variables más importantes. Mayo queda aparte de todos los meses por tener la temperatura más baja y estar dentro de las mayores lecturas de salinidad y Beaufort. Junio, julio, agosto, septiembre y octubre conforman un grupo heterogéneo caracterizado por los mayores registros, en promedio, de diversidad, riqueza, densidad de larvas, transparencia y temperatura.

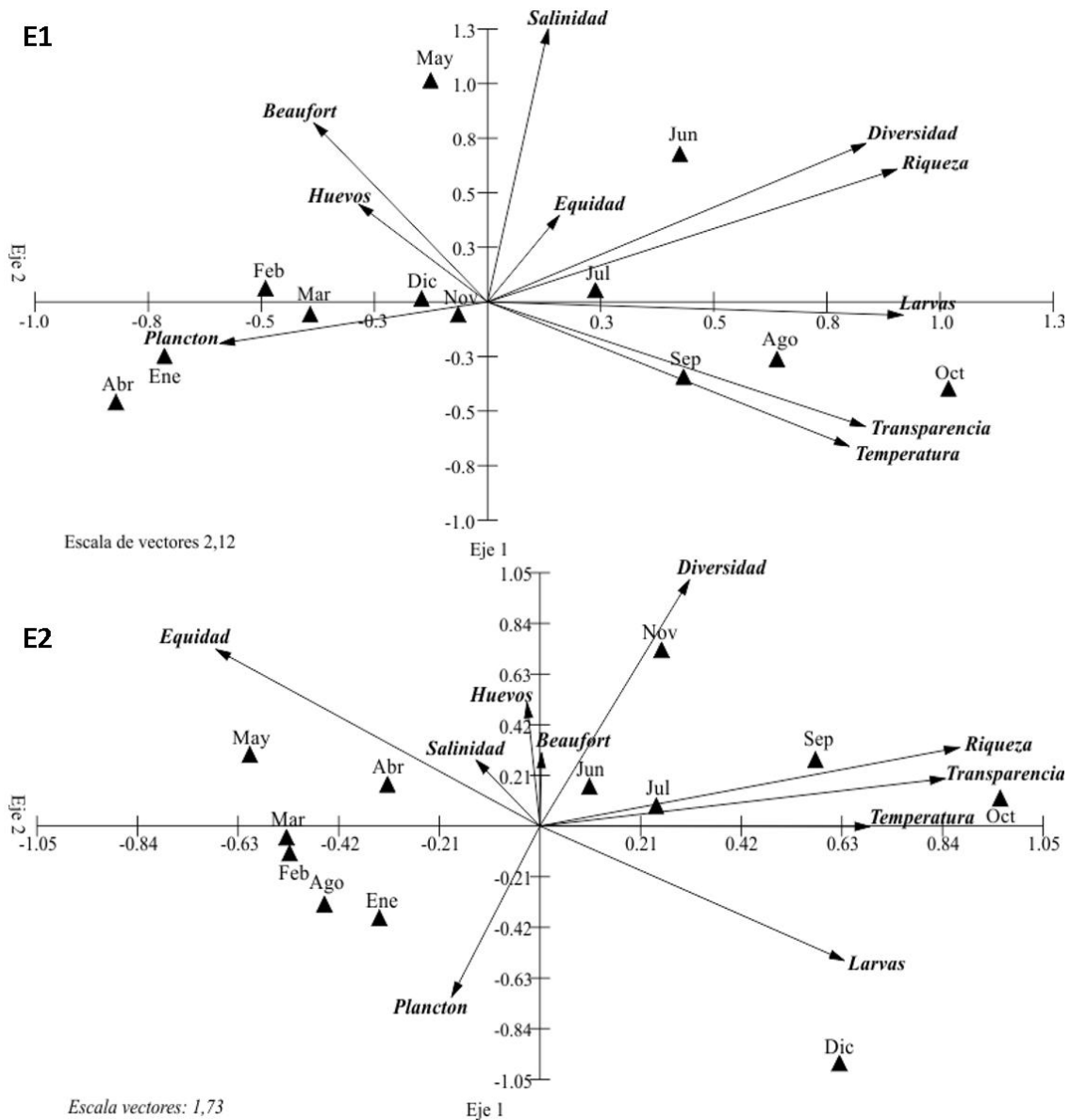


Fig. 4. Análisis de componentes principales para relacionar los meses de muestreo en función a parámetros ambientales y comunitarios, en las estaciones de muestreo E1 y E2 de Las Caracas, estado Sucre Venezuela.

El análisis de correlaciones de Spearman, para comprobar las relaciones entre las variables empleadas en el ACP, confirmó correlaciones significativamente positivas de la riqueza con la densidad de larvas ( $r_s=0,873$ ), la diversidad ( $r_s=0,925$ ), la equidad ( $r_s=0,745$ ) y la temperatura ( $r_s=0,687$ ); igualmente hubo correlaciones positivas de la densidad de larvas con la diversidad ( $r_s=0,722$ ), con la temperatura ( $r_s=0,646$ ) y con la transparencia ( $r_s=0,624$ ); de la diversidad con la equidad ( $r_s=0,842$ ) y la temperatura ( $r_s=0,748$ ); de la densidad de huevos con la temperatura ( $r_s=0,602$ ) y de la temperatura con la transparencia ( $r_s=0,582$ ).

## Estación 2

La temperatura varió entre 20°C (mayo) y 28,7°C (octubre), con un promedio de 25,09°C. La transparencia del agua durante todos los muestreos varió entre 7m (marzo y abril) y 25m (octubre), en promedio 13,25m. La intensidad del viento y del oleaje osciló entre 1 (agosto y octubre) y 4 (noviembre), con un promedio durante el periodo de estudio de 2,17 en la escala Beaufort. La biomasa del plancton colectado (sin las larvas de peces) tuvo su menor registro en septiembre (0,005g/m<sup>3</sup>) y el mayor valor en marzo (0,157g/m<sup>3</sup>), con un promedio de 0,045g/100 m<sup>3</sup>.

La abundancia de huevos varió entre 1,52 huevos/m<sup>3</sup> en diciembre y 78,98 huevos/m<sup>3</sup> en julio, para un promedio de 23,52 huevos/m<sup>3</sup>. La riqueza de larvas de peces (número de especies) presentó el menor registro (2) en agosto y el mayor valor en octubre (22), con un promedio durante todo el lapso de 10,83. La menor abundancia de larvas (densidad) ocurrió en febrero (6,42 ind./100m<sup>3</sup>) y la mayor abundancia se registró en diciembre (122,81 ind./100m<sup>3</sup>), para un promedio de 31,98 ind./100m<sup>3</sup> (Fig. 2). En diciembre, resaltan en abundancia las especies *Sardinella aurita* (0,95 ind./100m<sup>3</sup>), una especie identificada sólo hasta familia, Haemulidae 3 (0,08 ind./100m<sup>3</sup>) y *E. gula* (0,03 ind./100m<sup>3</sup>) (TABLA 2). La diversidad ( $H'$ ) de Shannon – Wiener osciló entre 1,0 bits/ind. en agosto y 3,87 bits/ind. en noviembre, con un promedio de 2,55 a través de todo el periodo. La menor equidad se presentó en diciembre (0,36) y la mayor en agosto (1,00), para una media mensual de 0,83.

El análisis de componentes principales (ACP) efectuado para evaluar relaciones entre los parámetros ambientales y los descriptores comunitarios, a través de los meses de muestreo, arrojó un porcentaje acumulado de la varianza de un 69,62% en los tres primeros ejes, cumpliendo con lo recomendado para el programa MVSP (al menos 50-60%) (KOVAC 2006). En el eje 1, las variables que más aportan en la asociación de los meses son la riqueza, la transparencia y la temperatura; mientras que en el eje 2, las variables más importantes son la diversidad, la equidad y el plancton.

La gráfica del ACP (Fig. 4) muestra cómo se establece un grupo, relativamente homogéneo, que incluye los meses de enero, febrero, marzo, abril, mayo y agosto, por tener los menores registros de riqueza, temperatura y transparencia del agua. Agosto queda en este grupo, a pesar de tener una temperatura por encima del promedio, por haberse registrado en este mes la riqueza más baja de todo el año. Junio, julio, septiembre, octubre y noviembre, forman un grupo heterogéneo, caracterizado por presentar los valores más altos de temperatura, transparencia y riqueza, que contrastan con la menor biomasa de plancton y el menor promedio en la intensidad del viento y del

oleaje (Beaufort). El mes de noviembre queda ligeramente separado en este grupo por tener el más alto registro de diversidad. Diciembre es el más disímil del resto del periodo, fundamentalmente por observarse en este mes la mayor abundancia de larvas de peces, la menor equidad y la menor abundancia de huevos.

El análisis de correlaciones de Spearman, para verificar las relaciones entre las variables empleadas en el ACP, confirmó correlaciones significativamente positivas de la riqueza con la densidad de larvas ( $r_s=0,770$ ), la diversidad ( $r_s=0,749$ ) y la transparencia ( $r_s=0,710$ ); también hubo correlaciones positivas de la transparencia del agua con la temperatura ( $r_s=0,842$ ). Por otro lado, la equidad se correlacionó negativamente con la densidad de larvas ( $r_s=-0,897$ ); y con la riqueza ( $r_s=-0,653$ ).

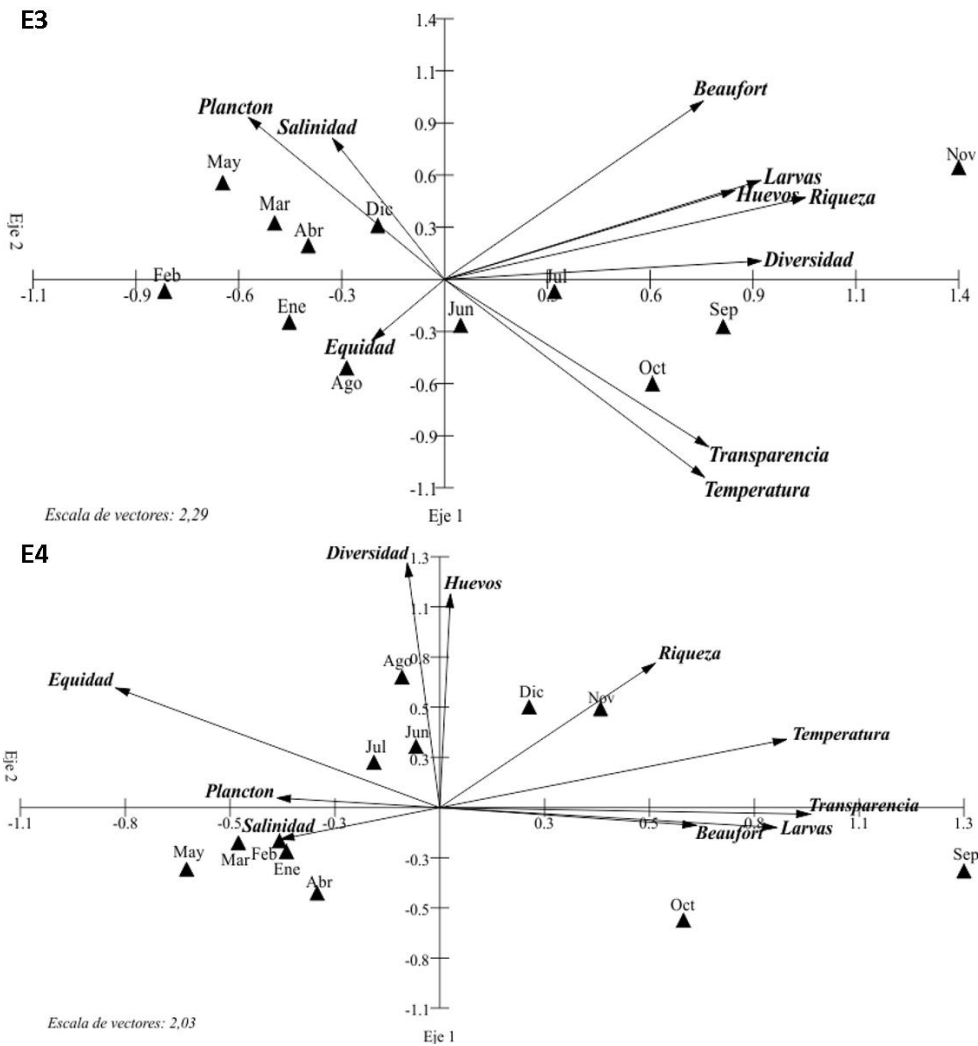


Fig. 5. Análisis de componentes principales para relacionar los meses de muestreo en función a parámetros ambientales y comunitarios, en las estaciones de muestreo E3 y E4 de Las Caracas, estado Sucre Venezuela.

### Estación 3

La temperatura en esta estación osciló entre 20,2°C (mayo) y 28,5°C (octubre), para una media anual de 25,0°C. La transparencia del agua estuvo entre 6m en abril y 25m (octubre), siendo el promedio anual de 12,63m. La intensidad del viento y del oleaje varió dentro de la escala Beaufort desde 1 (agosto) hasta 4 (noviembre), con una media para todo el período de 2,58. La salinidad se mantuvo relativamente constante (36‰) salvo en mayo, cuando subió ligeramente a 36,7‰. La biomasa del plancton colectado (sin las larvas de peces) tuvo su menor registro en octubre (0,004g/m<sup>3</sup>) y el mayor valor en marzo (0,107g/m<sup>3</sup>), con un promedio de 0,036g/m<sup>3</sup>.

La abundancia de huevos varió entre 0,11 huevos/m<sup>3</sup> en enero y 19,29 huevos/m<sup>3</sup> en noviembre, para un promedio de 7,85 huevos/m<sup>3</sup>. La riqueza de larvas de peces (número de especies) presentó el menor registro en febrero (2) y el mayor valor en noviembre (40), con un promedio durante todo el lapso de 13,75. La menor abundancia de larvas (densidad) ocurrió en febrero (0,03 ind./m<sup>3</sup>) y la mayor abundancia se registró en noviembre (0,88 ind./m<sup>3</sup>), para un promedio de 0,33 ind./m<sup>3</sup> (Fig. 2). En noviembre, las especies con mayor abundancia fueron: *Ctenogobius* sp.1 (0,10 ind./m<sup>3</sup>), el canalero *Decapterus punctatus* (Cuvier, 1829) (0,08 ind./m<sup>3</sup>) y *Bregmaceros cantori* (0,07 ind./m<sup>3</sup>) (TABLA 2). La diversidad (H') de Shannon – Wiener osciló entre 1,00 bits/ind. en febrero y 4,54 bits/ind. en noviembre, con un promedio de 2,73 a través de todo el periodo. La menor equidad se presentó en diciembre (0,47) y la mayor en febrero (1,00), para una media mensual de 0,81.

El análisis de componentes principales (ACP) efectuado para evaluar relaciones entre los parámetros ambientales y los descriptores comunitarios, a través de los meses de muestreo, arrojó un porcentaje acumulado de la varianza de un 79,34% en los tres primeros ejes, cumpliendo con lo recomendado para el programa MVSP (al menos 50-60%) (KOVAC 2006). En el eje 1, las variables que más aportan a la asociación de los meses son la riqueza, la diversidad, la densidad de larvas y la densidad de huevos. En el eje 2, la temperatura y la escala Beaufort son las variables más importantes.

La gráfica del ACP (Fig. 5) muestra cómo se agrupan los meses de diciembre enero, febrero, marzo, abril y mayo por tener los menores registros, al menos en promedio como grupo, de riqueza, diversidad, transparencia y temperatura, así como la mayor biomasa planctónica y la equidad. Agosto se acerca a este grupo por tener bajos valores de riqueza pero queda separado debido a que fue el mes con el menor valor Beaufort, una temperatura alta y una transparencia promedio. Por otro lado, junio, julio, septiembre, octubre y noviembre, se asocian de manera heterogénea, por tener como grupo los más altos valores promedio de temperatura, transparencia, intensidad del viento y del oleaje, abundancia de huevos y de larvas, diversidad y riqueza; quedando más separado noviembre como el mes con la mayor riqueza, el más alto índice de diversidad, la más alta densidad de huevos y de larvas, así como el mayor valor Beaufort.

De acuerdo con el análisis de correlaciones múltiples de Spearman, la riqueza se correlaciona de manera positiva significativa con la densidad de larvas (rs=0,859), con la diversidad (rs=0,894), con la temperatura (rs=0,654) y con la transparencia (rs=0,748). La densidad de larvas también

mostró relaciones positivas significativas con la diversidad ( $r_s=0,636$ ) y con el valor Beaufort ( $r_s=0,642$ ); así como la diversidad con la temperatura ( $r_s=0,632$ ) y la transparencia del agua ( $r_s=0,732$ ); y la temperatura con la transparencia del agua ( $r_s=0,893$ ). La equidad se correlaciona en forma negativa significativa con la riqueza ( $r_s=-0,592$ ) y con la densidad de larvas ( $r_s=-0,741$ ); al igual que de la densidad del plancton con la temperatura ( $r_s=-0,674$ ) y con la transparencia del agua ( $r_s=-0,687$ ).

#### Estación 4

La temperatura varió entre 20,5°C (mayo) y 29°C (septiembre), para una media anual de 25,29°C. La transparencia del agua estuvo entre 6,5m en febrero y 25m (octubre), siendo el promedio anual de 12,75m. La intensidad del viento y del oleaje fluctuó, dentro de la escala Beaufort, desde 0 (agosto) hasta 4 (septiembre y noviembre), con una media para todo el muestreo de 2,08. La salinidad se mantuvo relativamente constante (36‰) salvo en mayo (37,7‰) y junio (37‰). La biomasa del plancton colectado (sin las larvas de peces) tuvo su menor registro en julio y octubre (0,003g/m<sup>3</sup>) y el mayor valor en marzo (0,14g/m<sup>3</sup>), con un promedio de 0,32g/m<sup>3</sup>.

La abundancia de huevos varió entre 0,28 huevos/m<sup>3</sup> en enero y 14,91 huevos/m<sup>3</sup> en noviembre, para un promedio de 9,37 huevos/m<sup>3</sup>. La riqueza de larvas de peces (número de especies) presentó el menor registro (3) en enero y marzo; mientras que el mayor valor se obtuvo en diciembre (29), con un promedio durante todo el lapso de 11,13. La menor abundancia de larvas (densidad) ocurrió en enero y marzo (0,02 ind./m<sup>3</sup>) y la mayor abundancia se registró en septiembre (2,62 ind./m<sup>3</sup>), para un promedio de 0,39 ind./m<sup>3</sup> (Fig. 3). En septiembre destacan numéricamente las especies *J. lamprotaenia* (1,25 ind./m<sup>3</sup>), *S. aurita* (1,05 ind./m<sup>3</sup>) y *Labrisomus* sp.1 (0,09 ind./m<sup>3</sup>) (TABLA 2). La diversidad ( $H'$ ) de Shannon–Wiener osciló entre 1,10 bits/ind. en octubre y 3,70 bits/ind. en diciembre, con un promedio de 2,37 a través de todo el periodo. La menor equidad se presentó en septiembre (0,42) y la mayor en enero y marzo (1,00), para una media mensual de 0,78.

El análisis de componentes principales (ACP) efectuado para evaluar relaciones entre los parámetros ambientales y los descriptores comunitarios, a través de los meses de muestreo, arrojó un porcentaje acumulado de la varianza de un 71,79% en los tres primeros ejes, cumpliendo con lo recomendado para el programa MVSP (al menos 50-60%) (KOVAC 2006). En el eje 1, las variables más importantes para agrupar o separar los meses son la transparencia y la temperatura del agua, la densidad de larvas y la equidad; mientras que en el eje 2, las variables que más aportan a la asociación de los meses son la diversidad y la densidad de huevos.

En la gráfica del ACP (Fig. 5) se puede apreciar cómo se agrupan los meses de enero, febrero, marzo, abril y mayo por tener los menores registros de transparencia y temperatura del agua, altos valores de equidad y bajos valores de densidad de larvas en promedio como grupo. Junio, julio y agosto se agrupan por tener valores medios de transparencia y temperatura, diversidad y equidad altos, así como una alta densidad de huevos y baja densidad de larvas. Noviembre y diciembre forman otro grupo caracterizado una alta diversidad y de riqueza, con valores de temperatura y transparencia ligeramente superiores al promedio anual. Septiembre y octubre se agrupan de

manera menos homogénea, por tener la menor equidad, la mayor transparencia y la más alta temperatura; destacándose septiembre por ser el mes con la más alta temperatura del año, la más alta densidad de larvas, el mayor valor Beaufort y la menor equidad.

El análisis de correlaciones múltiples de Spearman, encontró correlaciones positivas significativas de la riqueza con la densidad de larvas ( $r_s=0,970$ ) y con la diversidad ( $r_s=0,684$ ), de la diversidad con la densidad de huevos ( $r_s=0,580$ ) y de la temperatura con la transparencia del agua ( $r_s=0,952$ ).

#### Estación 5

La temperatura tuvo su menor registro en mayo ( $20,5^{\circ}\text{C}$ ) y el mayor en septiembre ( $28,6^{\circ}\text{C}$ ), con un promedio para todo el muestreo de  $24,89^{\circ}\text{C}$ . La transparencia del agua estuvo entre 6,5m en febrero y 21m (septiembre y octubre), siendo la media anual de 13,33m. La intensidad del viento y del oleaje osciló, dentro de la escala Beaufort, desde 0 (febrero, abril, mayo, julio y agosto) hasta 2 (octubre y noviembre), con una media para todo el muestreo de 0,75. La salinidad se mantuvo relativamente constante (36‰) salvo en abril (36,6‰), mayo (35,6‰) y junio (37‰). La biomasa del plancton colectado (sin las larvas de peces) tuvo su menor registro en julio ( $0,0005\text{g}/\text{m}^3$ ) y el mayor valor en noviembre ( $0,03\text{g}/\text{m}^3$ ), con un promedio de  $0,015\text{g}/\text{m}^3$ .

La abundancia de huevos varió entre 0 huevos/ $\text{m}^3$  en marzo y  $6,70$  huevos/ $\text{m}^3$  en septiembre, para un promedio de  $1,37$  huevos/ $\text{m}^3$ . La riqueza de larvas de peces (número de especies) presentó el menor registro en enero (1) y abril (1); mientras que el mayor valor se obtuvo en noviembre (21), con un promedio durante todo el lapso de 5,83. La menor abundancia de larvas (densidad) ocurrió en enero ( $0,005$  ind./ $\text{m}^3$ ) y la mayor abundancia se registró en noviembre ( $1,65$  ind./ $\text{m}^3$ ), para un promedio de  $0,21$  ind./ $\text{m}^3$  (Fig. 3). En este mes de noviembre destacan en importancia numérica las especies *J. lamprotaenia* ( $1,05$  ind./ $\text{m}^3$ ), *B. cantori* ( $0,25$  ind./ $\text{m}^3$ ) y *Labrisomus* sp.1 ( $0,05$  ind./ $\text{m}^3$ ) (TABLA 2). La diversidad ( $H'$ ) de Shannon – Wiener osciló entre 0 bits/ind., en enero y abril, y  $2,47$  bits/ind. en octubre, para un promedio anual de  $1,42$  bits/ind. La menor equidad se presentó también en enero y abril (0) y la mayor en febrero y agosto (1,00), para una media mensual de 0,62.

El análisis de componentes principales (ACP) efectuado para evaluar relaciones entre los parámetros ambientales y los descriptores comunitarios, a través de los meses de muestreo, arrojó un porcentaje acumulado de la varianza de un 71,57% en los tres primeros ejes, cumpliendo con lo recomendado para el programa MVSP (al menos 50-60%) (KOVAC 2006). En el eje 1, las variables más importantes para agrupar o separar los meses son la riqueza, la transparencia, la densidad de larvas y la intensidad del viento y del oleaje; mientras que en el eje 2, las variables que más aportan a la asociación de los meses son la equidad y la diversidad.

La gráfica del ACP (Fig. 6) indica asociación entre los meses de enero y abril por haberse observado una sola especie en todo el muestreo, lo cual repercute en valores de 0 para la diversidad y la equidad, además de presentar la menor densidad de larvas y una baja transparencia del agua. Febrero, mayo, julio y agosto, forman un grupo bastante homogéneo, caracterizado por los menores valores Beaufort, registros bajos en la densidad de larvas y la más alta equidad. Marzo, junio,

septiembre, octubre y diciembre, tienden a asociarse de manera dispersa, con valores medios como grupo que se acercan al promedio general de las variables que más aportan a la asociación de los meses, separándose ligeramente septiembre por tener la temperatura más alta, y octubre por tener el valor Beaufort más elevado. Noviembre queda aparte del resto del año por presentar una riqueza que duplica a la segunda más alta en el año, el valor Beaufort más alto junto con octubre, la más alta densidad de larvas y la transparencia más alta junto a septiembre y octubre.

El análisis de correlaciones múltiples de Spearman, resultó en correlaciones positivas significativas de la riqueza con la densidad de larvas ( $r_s=0,871$ ), con la diversidad ( $r_s=0,859$ ), con el valor Beaufort ( $r_s=0,621$ ) y con la transparencia del agua ( $r_s=0,627$ ); la densidad de larvas también se relacionó positivamente con el valor Beaufort ( $r_s=0,657$ ) y con la transparencia del agua ( $r_s=0,767$ ); así como la transparencia del agua con la intensidad del viento y del oleaje ( $r_s=0,718$ ).

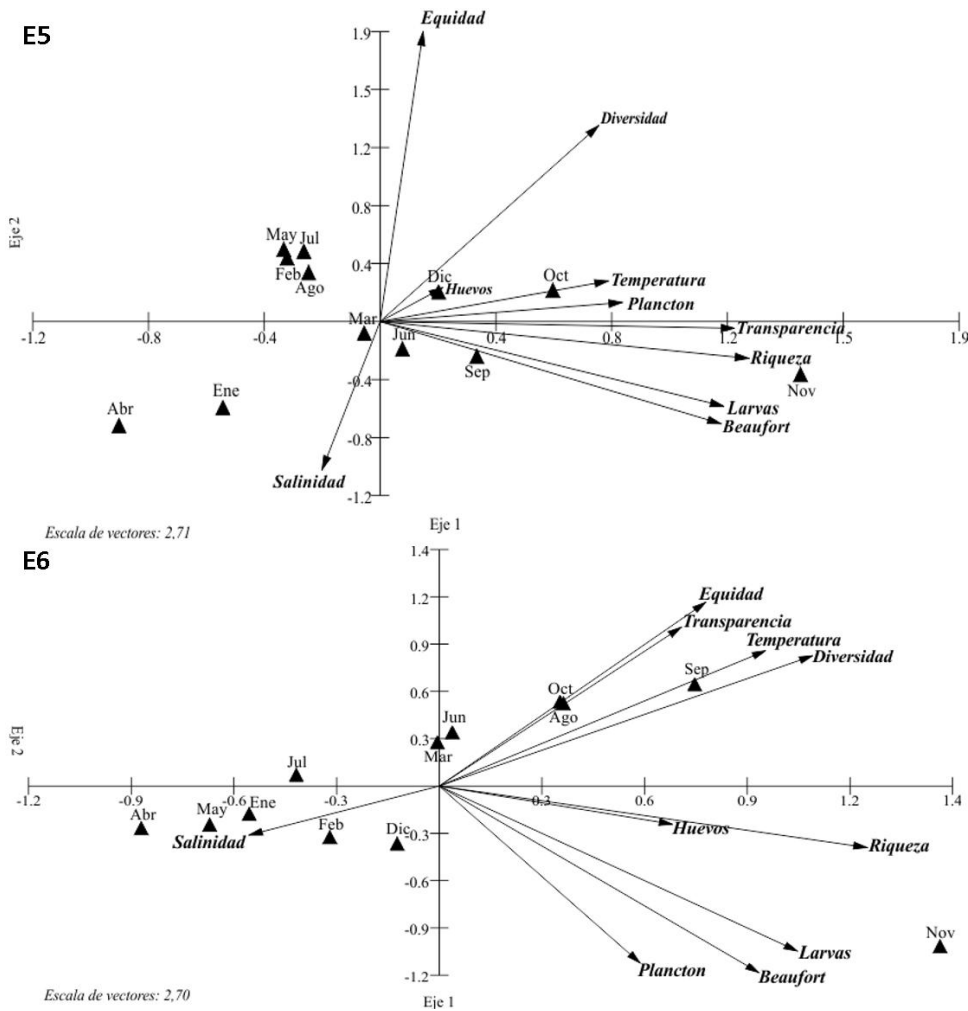


Fig. 6. Análisis de componentes principales para relacionar los meses de muestreo en función a parámetros ambientales y comunitarios, en las estaciones de muestreo E5 y E6 de Las Caracas, estado Sucre Venezuela.

## Estación 6

La temperatura mínima se dio en mayo (19,6°C) y la máxima en septiembre (29,4°C), para un promedio durante todo el muestreo de 24,80°C. La transparencia del agua osciló entre 9m en enero y 25m en octubre, siendo la media anual de 14,29m. Por ser un área protegida, la intensidad del viento y del oleaje se mantuvo constante durante todo el año (Beaufort = 1), salvo en el mes de noviembre, donde se registró un ligero incremento (Beaufort = 2). La salinidad igualmente fue constante a través de todo el muestreo (36‰). La biomasa del plancton colectado (sin las larvas de peces) tuvo su menor registro en abril (0,002g/m<sup>3</sup>) y el mayor valor en diciembre (0,03g/m<sup>3</sup>), con un promedio de 0,01g/m<sup>3</sup>.

La abundancia de huevos varió entre 0,010 huevos/m<sup>3</sup> en marzo y 3,55 huevos/m<sup>3</sup> en septiembre, para un promedio de 1,07 huevos/m<sup>3</sup>. La riqueza de larvas de peces (número de especies) presentó el menor registro en enero, mayo y julio (0); mientras que el mayor valor se obtuvo en noviembre (12), con un promedio durante todo el lapso de 2,75. La menor abundancia de larvas (densidad) también ocurrió en enero, mayo y julio (0 ind./m<sup>3</sup>) y el mayor registro en noviembre (0,45 ind./m<sup>3</sup>), para un promedio de 0,06 ind./m<sup>3</sup> (Fig. 3). En noviembre, tuvieron la mayor abundancia las especies *J. lamprotaenia* (0,32 ind./m<sup>3</sup>), *Achirus lineatus* (0,02 ind./m<sup>3</sup>) y, con una densidad de 0,01 ind./m<sup>3</sup>, *D. punctatus*, así como 3 especies sólo identificadas hasta familia: Engraulidae 2, Gobiidae 1 y Synodontidae 5 (TABLA 2). Debido a la baja riqueza o a la ausencia de larvas en varios meses, tanto la diversidad (H') de Shannon – Wiener como la equidad, tuvieron valores de 0 bits/ind. en diciembre, enero, febrero, abril, mayo y julio. La mayor diversidad se dio en septiembre (2,03 bits/ind.) con un promedio anual de 0,78 bits/ind.; mientras que la mayor equidad ocurrió en marzo y agosto (1,00), para una media mensual de 0,41.

El análisis de componentes principales (ACP) efectuado para evaluar relaciones entre los parámetros ambientales y los descriptores comunitarios, a través de los meses de muestreo, arrojó un porcentaje acumulado de la varianza de un 79,84% en los tres primeros ejes, cumpliendo con lo recomendado para el programa MVSP (al menos 50-60%) (KOVAC 2006). En el eje 1, las variables más importantes en la asociación de los meses son la riqueza y la diversidad; mientras que en el eje 2, la escala Beaufort, la equidad y la densidad del plancton son las variables que más aportan en la agrupación o separación de los meses.

La gráfica del ACP (Fig. 6) indica agrupamiento entre los meses de diciembre, enero, febrero, abril, mayo y julio, por tener un valor de diversidad de 0 bits/ind., equidad 0 y riqueza de 0 ó 1 especie, las menores abundancias de larvas, así como bajos valores promedio de temperatura y transparencia. Marzo y junio, quedan separados por tener valores promedio de las variables que más aportan en la distribución de los datos, con una alta equidad. Agosto, septiembre y octubre se asocian por tener como grupo una alta diversidad, equidad, transparencia y temperatura. Noviembre queda separado del resto del año por ser el mes con una riqueza que duplica al segundo mes con mayor número de especies, por tener una abundancia de larvas casi diez veces mayor que el segundo mes en orden de abundancia y por tener el mayor registro de intensidad del viento y del oleaje.

El análisis de correlaciones múltiples de Spearman, mostró correlaciones positivas significativas de la riqueza con la densidad de larvas ( $r_s=0,873$ ), con la diversidad ( $r_s=0,925$ ), con la equidad ( $r_s=0,745$ ) y con la temperatura del agua ( $r_s=0,687$ ); así como la densidad de larvas con la diversidad ( $r_s=0,722$ ), con la temperatura ( $r_s=0,646$ ) y con la transparencia del agua ( $r_s=0,624$ ). La diversidad también se relacionó positivamente con la equidad ( $r_s=0,842$ ) y con la temperatura del agua ( $r_s=0,748$ ); al igual que la densidad de huevos con la temperatura ( $r_s=0,602$ ) y la temperatura con la transparencia ( $r_s=0,582$ ).

## DISCUSIÓN

Respecto a la variación estacional (mensual) de todas las variables estudiadas, los resultados de los análisis multivariados, con algunas excepciones particulares, indicaron una asociación general en los meses que típicamente han sido catalogados como del periodo de surgencia en la zona: enero, febrero, marzo y abril (OKUDA 1978; FERRAZ-REYES 1989; CERVIGÓN 2005). En las estaciones expuestas al viento y al oleaje (E1, E2, E3 y E4), se observó para estos meses una tendencia a incrementar la biomasa del plancton acompañante de las larvas y disminuir la temperatura y la transparencia del agua, concordando con lo señalado por FERRAZ-REYES (1989) para el Golfo de Cariaco, también en el estado Sucre, así como con el patrón general para toda la eco-región de surgencia costera en el nororiente venezolano (CERVIGÓN 2005). En las estaciones de sotavento (E5 y E6), por el contrario, en los meses de surgencia se registraron los menores valores de biomasa de plancton. Tal situación evidencia que las diferencias entre las estaciones no sólo ocurren respecto a los promedios de muchas de las variables, sino también con relación a cómo esas variables fluctúan en el tiempo.

Paralelamente, destaca la existencia de dos picos de abundancia de larvas de peces en las tres estaciones más externas: uno antes de la surgencia o en la transición entre la calma y el inicio de la surgencia, y otro después del inicio de las lluvias (junio-julio) coincidiendo con el segundo pico de surgencia registrado en la zona para ese mes de julio (FEBRES 1974). La estación más interna de las expuestas (E4) tiene un comportamiento particularmente diferente respecto a la abundancia, con un valor especialmente alto en septiembre que destaca del resto de los meses, y una pequeña elevación en diciembre; mientras que en las estaciones protegidas costeras de sotavento (E5 y E6), la fluctuación mensual de la abundancia de las larvas es exactamente igual, a pesar de existir un número significativamente mayor de individuos y de especies de larvas en la E5. En ambos casos, el pico de abundancia sucede en noviembre, principalmente debido a la ocurrencia de agregaciones de larvas de *Jenkinsia lamprotaenia*, la especie con mayor abundancia total en este estudio y que también ha sido registrada como la más abundante ( $\pm 67\%$  del total) para peces adultos en playas protegidas cercanas a arrecifes de la zona (MEDINA 2008).

Las variaciones temporales de la abundancia de larvas denotan un patrón espacial, evidenciando que el gradiente posicional establecido se refleja también en como fluctúa la comunidad de larvas a lo largo del año. En un trabajo a gran escala sobre un área de 11,5 millones de  $\text{km}^2$  y durante 13 años de muestreos, en el Pacífico Oriental Tropical, VILCHIS *et al.* (2009) encontraron que los ensamblajes de ictioplancton en aguas oligotróficas son más resistentes a

cambios climáticos que modifican la termoclina que los ensamblajes de ictioplancton en zonas de surgencia, o que simplemente en las regiones oligotróficas las variaciones son menores que en las zonas de surgencia. Los resultados obtenidos en Las Caracas muestran que variaciones espaciales locales, a pequeña escala, también pueden marcar diferencias en cuanto a los efectos que producen cambios estacionales relacionados con el clima sobre los ensamblajes del ictioplancton.

Las correlaciones entre las variables ambientales y biológicas también muestran diferencias entre las estaciones de muestreo, algo importante para un recurso biológico dinámico, que se esperaría no cambiase en tan alta medida entre zonas relativamente cercanas. Sólo se mantuvo en todas las estaciones, el hecho de presentarse correlaciones positivas entre la abundancia de larvas, la riqueza y la diversidad de Shannon. El resto de las variables presentaron correlaciones distintas de acuerdo a cada estación, siendo en la estación E4, la más interna de las expuestas, donde se encontró menor número de correlaciones significativas entre las variables estudiadas. Este hecho es difícil de explicar y nos deja entrever lo complejo y variable de las fluctuaciones del ictioplancton, con mayor acento en áreas tropicales influenciadas por procesos de surgencia, un hecho ya discutido por otros autores (URIAS 2011; MEINERT *et al.* 2020).

En los análisis de componentes principales efectuados para cada estación se puede observar cómo, con algunas excepciones, los menores registros promedio de abundancia, de riqueza y de diversidad de larvas, suceden en los meses de surgencia para todas las estaciones. Al parecer, la estrategia reproductiva de muchas especies en la zona sería desovar antes del período de surgencia, con el objeto de evitar, en primera instancia, una elevada mortandad de larvas debido al efecto mecánico de la turbulencia generada por el incremento de los vientos y de la intensidad de la surgencia en sí (BAKUN & PARRISH 1982; COWEN 2002), y en segundo lugar, para tratar de garantizar una mayor cantidad de alimento disponible a las postlarvas y a los juveniles cuando las floraciones alcancen sus máximos valores (FERRAZ-REYES 1989; CERVIGÓN 2005). Otro grupo de especies, en las tres estaciones más externas, parece aprovechar el segundo pico de surgencia registrado para la región en el mes de julio (FEBRES 1974), con vientos menos frecuentes y probablemente asociado al enriquecimiento de las aguas por el inicio de la temporada de lluvias luego de la segunda quincena de mayo (MPPD 2010). Bien sea por una menor actividad reproductiva o por un incremento en la mortandad de las larvas, los primeros meses del año constituyen el periodo donde la comunidad de larvas de peces se encuentra más disminuida en el sector Las Caracas del estado Sucre, al oriente de Venezuela.

La presencia de la familia de peces mesopelágicos Bregmacerotidae en Las Caracas es un hecho esperado, ya que ejemplares de este taxón han sido frecuentemente capturados en la región (MARÍN *et al.* 1989; MATSUURA *et al.* 1993) y en muestreos de plancton en otras zonas del planeta (RATHNASURIYA *et al.* 2021); pero los patrones temporales hallados en este trabajo difieren con lo encontrado previamente. BRICEÑO (2000) para la zona suroeste de la isla de Margarita, señala que la mayor abundancia de esta familia se presenta durante los meses de febrero a abril. Frente a esto, el mencionado autor discute, al igual que MATSUURA *et al.* (1993) para aguas brasileñas, que la influencia de los vientos alisios para los meses de surgencia (con mayor intensidad desde diciembre

a abril en Venezuela) provoca el ingreso de masas de aguas profundas que transportarían con las larvas de *Bregmaceros* spp. Los resultados encontrados en Las Caracas son totalmente opuestos, presentándose los picos de abundancia en el mes de noviembre, que marca el final de la calma o el inicio de la surgencia (OKUDA 1978). En tal sentido, quedaría por resolver en estudios posteriores si realmente las larvas son acarreadas hacia la costa por efectos físicos, o si los adultos migran hacia la costa para reproducirse y luego las larvas en estadios avanzados o las postlarvas viajan mar afuera para asentarse en las poblaciones juveniles. Esta última hipótesis coincidiría con el hecho de que en las colectas realizadas no se encontró ninguna larva mayor de 5,95mm.

Los cambios temporales registrados en Las Caracas para la familia Gobiidae, contrastan con lo observado en la zona de Margarita por BRICEÑO (2000), quien halló los mayores picos de abundancia de góbidos en enero, marzo y abril, concordando con lo reportado por LUCKHURST & POWLES (1986) en las costas de Punta Morón, hacia el litoral centro-occidental de Venezuela. Por el contrario, en Las Caracas, la mayor abundancia de Gobiidae ocurrió en los meses de octubre, noviembre y diciembre, disminuyendo drásticamente en enero, febrero y marzo. Tales diferencias pudieran deberse a cambios locales asociados a elementos bióticos como competencia o depredación, a factores abióticos particulares como corrientes y viento, o a comportamientos reproductivos distintos dentro de las especies de la familia. Estudios específicos en este grupo de peces, con muestreos de amplio rango espacial y temporal, ayudarían a entender con más claridad la etología reproductiva en la familia.

Los resultados obtenidos apoyan la hipótesis de que la densidad y la riqueza del ictioplancton fluctúan en respuesta a cambios ambientales a lo largo del año, asociados a los períodos de lluvia-sequía y de surgencia-relajación. Tales cambios permiten predecir épocas de reproducción y desove de peces en la zona, un elemento que pudiera ser empleado en el diseño de políticas pesqueras así como en un manejo más eficiente del parque, lo cual demuestra la importancia de los estudios sobre estadios tempranos de vida en peces, como una herramienta para la conservación de este recurso marino. Las fluctuaciones de los ensamblajes de ictioplancton en Las Caracas, con relación a la surgencia, colocan a este recurso de fundamental importancia en la región a expensas del ciclo anual de vientos, por lo que cambios climáticos globales que alteren la regularidad de dicho ciclo, pudieran tener consecuencias incalculables desde el punto de vista ecológico y social. Así, concordando con lo planteado por RODRÍGUEZ (2019), lo observado en este trabajo destaca la necesidad de emplear el muestreo de rutina de ictioplancton para monitorear las comunidades de peces y sus respuestas al calentamiento global.

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo constituye un homenaje póstumo al Dr. Baumar Marín, quien prestó equipos, materiales y su laboratorio para la captura y procesamiento de las muestras, al igual que colaboró en las determinaciones taxonómicas. Además, el mencionado investigador (QEPD) constituye una referencia en el estudio del plancton en la región y un ejemplo de constancia por mantener la investigación en ciencias marinas, a pesar de las más grandes dificultades.

## REFERENCIAS

- BAGDÓ, E. 1977. *Abundancia, distribución horizontal y biomasa del zooplancton en el Golfo de Cariaco, entre marzo y diciembre de 1975*. Trab. Grad. Lic. Biología, Universidad de Oriente, Cumaná, Venezuela, 59 pp.
- BAKUN, A. & R. H. PARRISH. 1982. Turbulence, transport, and pelagic fish in the California and Peru Current systems. *CalCOFI Rep.* 23: 99-112.
- BEAUGRAND, G. 2004. Continuous Plankton Records: plankton atlas of the North Atlantic Ocean (1958-1999). I. Introduction and methodology. *Mar. Ecol. Prog. Ser., Suppl.* 3-10.
- BLABER, S. J. M. & T. G. BLABER. 1980. Factors affecting the distributions of juvenile estuarine and inshore fish. *J. Fish Biol.* 17: 143-162.
- BOLTOWSKOY, D. 1999. *Zooplankton. South Atlantic*. Backhuys Publishers, Leiden. The Netherlands. Vol. I y II. Mar de Plata, Argentina.
- BORDEHORE, C., J. T. BAYLESEMPERE & A. A. RAMOS-ESPLÁ. 2001. Composición y variabilidad del ictioplancton costero en la reserva marina de Tabarca, sudeste ibérico. *Bol. Inst. Esp. Oceanogr.* 17 (1 y 2): 61-71.
- BRICEÑO, R. 2000. *Abundancia, distribución y composición del ictioplancton del sudoeste del Estado Nueva Esparta, Venezuela*. Trab. Grad. Lic. Biología, Universidad de Oriente, Cumaná, Venezuela, 68 pp.
- CALDERÓN-PERALTA, G., G. AYORA-MACÍAS & P. SOLÍS-COELLO. 2020. Variación espacio-temporal de larvas de peces en el golfo de Guayaquil, Ecuador. *Bol. Inv. Mar. Cost.* 49 (1): 135-156.
- CENAHP. 2021. Escala Beaufort-Intensidad del Viento. Centro Nacional de Alertas y Pronósticos Hidrometeorológicos. Disponible en [http://cenaph.gob.ve/leyendas\\_simbolos/beaufort.php](http://cenaph.gob.ve/leyendas_simbolos/beaufort.php). (revisada junio 2021).
- CERVIGÓN, F. 2005. La ictiofauna marina de Venezuela: una aproximación ecológica. *Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela.* 44(1): 3-28.
- CIECHOMSKI, J. 1981. Ictioplancton. En: *Atlas de zooplancton del Atlántico Sudoccidental y métodos de trabajo con el zooplancton marino*. Ed. D. Boltovskoy. *Publicación Especial del INIDEP.*, Mar de Plata, Argentina. 829-850.
- COWEN, R. K. 2002. *Larval dispersal and retention and consequences for populations connectivity*. En: *Coral reef fishes. Dynamics and diversity in a complex ecosystem*. P. F. Sale (ed.). Elsevier Science, San Diego, CA, USA. 149-I.
- FAHAY, M. 1983. Guide to the early stages of marine fishes occurring in the Western North Atlantic Ocean, Cape Hatteras to the Southern Scotian Shelf. *J. Northwest Atl. Fish. Sci.* 4:1-423.

- FARIÑA, A. 2009. *Variación espacio temporal del ictioplancton sobre fondos coralinos costero insulares de Las Caracas, Parque Nacional Mochima, Venezuela*. Trab. Grad. Diploma de Estudios Avanzados, Universidad de Santiago de Compostela, España. 110 pp.
- FARIÑA, A., E. MÉNDEZ, S. SANT & E. ZAPATA. 2008. Diferencias en la composición de especies de peces entre un arrecife rocoso-coralino y uno de octocorales en el Bajo Las Caracas, estado Sucre, Venezuela. *Bol. Centro Invest. Biol.* 42(2): 165–185.
- FARIÑA, A. & E. MÉNDEZ. 2009. Variación estacional de la estructura comunitaria de peces en dos arrecifes: rocoso-coralino y de octocorales, en el Bajo Las Caracas, Venezuela. *Rev. Biol. Mar. Oceanog.* 44(1): 153-162.
- FEBRES, G.A. 1974. Circulación de las aguas superiores de la fosa de Cariaco en abril de 1979. *Bol. Inst. Oceanogr. Venez.* 13(1-2): 79-86.
- FERRAZ-REYES, E. 1989. Influencia de los factores físicos en la distribución vertical de la biomasa fitoplanctónica en el Golfo de Cariaco (Venezuela). *Bol. Inst. Oceanogr. Venez.* 28(1-2): 47-56.
- HERRERA-REVELES, A., B. MARÍN, A. BRITO & E. ROJAS. 2009. Dos Métodos de Muestreo de Larvas y Estadios Pelágicos Tempranos de Peces sobre los Ecosistemas Marinos Costeros: Una comparación realizada en la Bahía de Mochima, Parque Nacional Mochima, Venezuela. *GCFI* 62: 246-251.
- HOLDEN, M. & D. RAITT. 1975. *Manual de ciencias pesqueras. Parte 2: Métodos para investigar los recursos y su aplicación*. FAO, N° 15. 210 pp.
- HUANG, D., X. ZHANG, Z. JIANG, J. ZHANG, I. ARBI, X. JIANG, X. HUANG & W. ZHANG. 2017. Seasonal fluctuations of ichthyoplankton assemblage in the northeastern South China Sea influenced by the Kuroshio intrusion. *J. Geophys. Res.* 122(9):7253-7266.
- INPARQUES (Instituto Nacional de Parques). 1982. *Guía de los Parques Nacionales y Monumentos Naturales de Venezuela*. Fundación de educación ambiental, Caracas, Venezuela. 144 pp.
- KINGSFORD, M. J. 1988. The early life history of fish in coastal waters on northern New Zealand: A review. *NZ. J. Mar. Freshw. Res.* 22: 463-479.
- KOVACH, COMPUTING SERVICE. 2006. *Multi Variate Statistical Package (MVSP), Versión 3.13n*. Kovach Computing Services: The easy and inexpensive way to analyze your data. Disponible en <http://www.kovcomp.com>.
- LUCKHURST, B. E. & H. POWLES. 1986. Ichthyoplankton of the central Venezuelan coast: Composition, abundance and seasonality. *North. Gulf. Sci.* 8(2): 129-141.
- MARGALEF, R. 1980. *Ecología*. Tercera Edición. Omega, S. A., Barcelona, España. 968 pp.
- MARÍN, B., A. GÓMEZ & L. UROSA. 1989. Taxonomía y distribución del ictioplancton de la Fosa de Cariaco en octubre de 1979. *Bol. Inst. Oceanogr. Venez.* 28(1 y 2): 15-28.

- MATSUURA, Y., A. SILVA, M. KATSURAGAWA & K. SUZUKI. 1993. Distribution and abundance of two species of Codlet (Teleostei, Bregmacerotidae) larvae from the South-Eastern Brazilian Bight. *Fish. Oceanogr.* 2(2):82-90.
- McFARLAND, W. N., E. B. BROTHERS, J. C. OGDEN, M. J. SHULMAN, E. L. BERMINGHAM & N. M. KOTCHIAN-PRENTISS. 1985. Recruitment patterns in young French grunts *Haemulon flavolineatum* (family Haemulidae), at St Croix, Virgin Island. *Fish. Bull. U.S.* 83: 413-426.
- MEDINA, M. 2008. *Composición y estructura comunitaria de la ictiofauna en cuatro sectores de la isla Caracas Oeste, Parque Nacional Mochima, estado Sucre, Venezuela*. Trab. Grad. Lic. Biología, Universidad de Oriente, Cumaná, Venezuela. 87 pp.
- MEINERT, C., K. CLAUSEN-SPARKS, M. CORNIC, T. SUTTON & J. ROOKER. 2020. Taxonomic richness and diversity of larval fish assemblages in the Oceanic Gulf of Mexico: Links to oceanographic conditions. *Front. Mar. Sci.* 7, 579. <https://doi.org/10.3389/fmars.2020.00579>
- MPPD (Ministerio del Poder Popular para la Defensa). 2010. *Boletín sobre la estimación del periodo seco en Venezuela para el año 2010*. Aviación Militar Bolivariana, Servicio de Meteorología, Departamento de Climatología, Caracas, Venezuela. 4 p.
- MOSER, H., W. RICHARDS, D. COHEN, M. FAHAY, A. KENDALL, & S. RICHARSON. 1984. Ontogeny and systematic of fishes. *Amer. Soc. Ichthyol. Herpetolog.* Special Publication 1.
- OKUDA, T. 1978. Condiciones hidrográficas de las aguas superficiales de la Fosa de Cariaco y áreas adyacentes. *Bol. Inst. Oceanogr. Venez.* 21(1-2): 3-12.
- RATHNASURIYA, M. I. G., A. MATEOS-RIVERA, R. SKERN-MAURITZEN, H. B. U. WIMALASIRI, R. P. P. K. JAYASINGHE, J. O. KRAKSTAD & P. DALPADADO. 2021. Composition and diversity of larval fish in the Indian Ocean using morphological and molecular methods. *Mar. Biodiversity* 51, 39.
- RICHARDS, W. J. 2005. *Early stages of Atlantic fishes: an identification guide for western central North Atlantic*. CRC Press, Boca Ratón, Florida, USA. 88 pp.
- RODRÍGUEZ, J. M. 2019. Assemblage structure of ichthyoplankton in the NE Atlantic in spring under contrasting hydrographic conditions. *Sci Rep* 9, 8636. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-44918-5>.
- ROTHSCHILD, B. J. 1986. *The dynamics of marine fish populations*. Academic Press, Cambridge, Mass. 352 pp.
- SAMPEY, A., M. G. MEEKAN, J. H. CARLETON, A. D. MCKINNON & M. I. MCCORMICK. 2004. Temporal patterns in distributions of tropical fish larvae on the North-west Shelf of Australia. *Mar. fresh. Res.* 55: 473-487.
- SHANNON, C. E. 1948. The mathematical theory of communication. *Bell System Tech. Journal* 27: 379-423 y 623-656.

- URIAS, H. 2011. Respuesta de la comunidad de larvas de peces en el sur de la corriente de California ante la intrusión anómala de agua subártica y el evento El Niño 2002-2004.. Trab. Grad. M. Sc. Manejo de Recursos Marinos, Instituto Politécnico Nacional, Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, La Paz, Baja California Sur, México. 137 pp.
- VILCHIS, L. I., L. T. BALANCE & W. WATSON. 2009. Temporal variability of neustonic ichthyoplankton assemblages of the eastern Pacific warm pool. *Deep Sea Res. Part I Oceanogr. Res. Pap.* 56(1):125-140.

RECIBIDO: SEPTIEMBRE 2022

ACEPTADO: MARZO 2022

# ABUNDANCIA Y DISTRIBUCIÓN VERTICAL-TEMPORAL DE LA DENSIDAD DE HUEVOS Y LARVAS DE PECES EN AGUAS OCEÁNICAS SUPERFICIALES DE LA FOSA DE CARIACO, VENEZUELA

JUAN LÓPEZ-MARCANO<sup>1\*</sup>, JOSÉ NÚÑEZ<sup>2</sup> & BAUMAR MARÍN<sup>3†</sup>

<sup>1</sup>*Departamento de Biología Pesquera, Instituto Oceanográfico de Venezuela, Universidad de Oriente. Cumaná, Sucre. Venezuela. \*Autor de Correspondencia: juanj5826@gmail.com / juanj5826@hotmail.com; https://orcid.org/0000-0001-6368-4364*

<sup>2</sup>*Programa de Pós-graduação em Oceanografia Biológica, Doutorado em Oceanografia Biológica, Universidade Federal do Rio Grande, Brasil. Departamento de Biología Marina, Instituto Oceanográfico de Venezuela, Universidad de Oriente. Cumaná, Sucre. jgnp31@gmail.com; https://orcid.org/0000-0002-3471-3776*

<sup>3</sup>*Departamento de Biología Marina, Instituto Oceanográfico de Venezuela, Universidad de Oriente. Cumaná, Sucre. baumarm@gmail.com; https://orcid.org/0000-0003-0256-3387*

**RESUMEN:** La distribución y abundancia de los huevos y larvas de peces, son influenciados por la acción de factores bióticos y abióticos. El objetivo de investigación fue determinar la distribución y densidad de huevos y larvas de peces en aguas superficiales en la fosa de Cariaco. Las colectas fueron diurnas, se realizaron a bordo del B/O HNO. GINES; desde octubre-2012 hasta diciembre-2013, utilizando una red cónica estándar de ahorque de 35 cm de diámetro y poros de 300 micras, con dispositivo de cierre mediante mensajero. Los calados fueron horizontales, durante 15 minutos a velocidad de 2 nudos, en profundidades de 0-5-10-20 m. Los datos ambientales provienen del registro del Proyecto CARIACO. Se empleó el test de Kruskal-Wallis para detectar diferencias entre las campañas y las profundidades. Las medianas de las variables ambientales fueron: temperatura 26,54 °C, salinidad 36,72 ups, oxígeno disuelto 4,41 ml l<sup>-1</sup>, pH 8,06, clorofila *a* 0,16 mg m<sup>-3</sup>, productividad primaria 1,20 mgC m<sup>-3</sup> hr<sup>-1</sup>. El 2012 presentó mediana general del índice de surgencia de 86,69 y el 2013 de 3098,12, presentando diferencias intra y entre años. Las medianas de la densidad de huevos y la densidad de larvas fueron 14,15 huev.100 m<sup>3</sup> y 2,22 larv.100 m<sup>3</sup>, obteniendo diferencias entre campañas; solo la densidad de larvas presentó diferencias entre profundidades. Estos resultados demuestran que el cambio estacional de la intensidad y dirección del viento, es el agente motor de la variabilidad anual en los parámetros hidrográficos, que a su vez modelan la dinámica biológica.

**Palabras clave:** Ictioplancton, Fosa de Cariaco, Surgencia, Patrones de distribución, Variación.

**ABSTRACT:** The distribution and abundance of fish eggs and larvae are influenced by the action of biotic and abiotic factors. The research objective was to determine the distribution and density of fish eggs and larvae in surface waters in the Cariaco Trench. The collections were made during the day, on board the B/O HNO. GINS; from October-2012 to December-2013, using a standard conical hanging net with a diameter of 35 cm and pores of 300 microns, with a messenger closure device. The drafts were horizontal, for 15 minutes at a speed of 2 knots, in depths of 0-5-10-20 m. The environmental data come from the registry of the CARIACO Project. The Kruskal-Wallis test was used to detect differences between campaigns and depths. The medians of the environmental variables were: temperature 26.54 °C, salinity

36.72 PSU, dissolved oxygen 4.41 ml l<sup>-1</sup>, pH 8.06, chlorophyll *a* 0.16 mg m<sup>-3</sup>, primary productivity 1.20 mgC m<sup>-3</sup> hr<sup>-1</sup>. In 2012, the general median of the emergence index was 86.69 and in 2013 it was 3098.12, presenting differences within and between years. Median egg density and larval density were 14.15 eggs. 100 m<sup>3</sup> and 2.22 larvae. 100 m<sup>3</sup>, obtaining differences between campaigns; only the density of larvae showed differences between depths. These results demonstrate that the seasonal change in wind intensity and direction is the driving force behind the annual variability in hydrographic parameters, which in turn model biological dynamics.

Key words: Ichthyoplankton, Cariaco trench, Upwelling, Patrons of distribution, Variation.

## INTRODUCCIÓN

La composición biótica del medio ambiente pelágico en los mares está constituida por numerosos organismos planctónicos que forman la base trófica, donde el zooplancton representa el renglón principal de la producción secundaria, ya que sirve como alimento del micronecton y otros zoófagos. Su abundancia y distribución obedece, en gran parte, a los resultados de las relaciones en la cadena trófica en respuesta a procesos ambientales dominantes en el medio pelágico (MARÍN *et al.* 2004). Otro aspecto relevante del zooplancton es el hecho de que su distribución, composición y abundancia son producto de un conjunto de condiciones hidrológicas y biológicas; por ello, la presencia de ciertas especies o grupos de especies en determinada zona representa también la ocurrencia de ciertas condiciones (GASCA & SUÁREZ 1996), así mismo, pueden considerarse como indicadores naturales de masas de agua y contaminación (PANTALEÓN *et al.* 2005).

Una serie de procesos físicos se han descrito como responsables del transporte y retención de huevos, larvas de peces y zooplancton en general. La forma en que estos procesos afectan el zooplancton dependerá también de las adaptaciones biológicas que desarrollen los diferentes organismos. Así, existen larvas que presentan migraciones verticales asociadas a las mareas, en cambio en otros grupos la migración vertical está relacionada con cambios ontogenéticos (STANCYK & FELLER 1986; EPIFANIO & GARVINE 2001).

En este sentido, el conocer a las especies que coexisten en un tiempo y espacio determinado, así como su abundancia relativa, sus hábitos alimenticios y su distribución vertical, sería indicativo de las propiedades del ecosistema y del posible nivel de estabilidad trófica y de eutroficación en el sistema (HERNÁNDEZ-TRUJILLO *et al.* 2010).

El ictioplancton es la parte vertebrada del zooplancton y se corresponde con los huevos, larvas, algunos juveniles y adultos de peces (RICHARDS 1985). La trascendencia de los estudios ictioplanctónicos se hace evidente por el solo hecho que atañe a la primera parte del ciclo de vida de los peces, que son una de las fuentes de alimento más importantes para la humanidad. Estos estudios han tenido gran desarrollo desde principios del siglo pasado (BLAXTER 1974, 1984; RUSSELL 1976).

En Venezuela, los estudios de ictioplancton marino están relacionados con la abundancia de huevos y larvas (LÓPEZ-ROJAS 1972; GÓMEZ & GRANADO 1986; MARÍN *et al.* 1990; BRICEÑO & MARÍN 1997; ALLEN 2006; NÚÑEZ 2020), taxonomía (GÓMEZ 1980), composición (GONZÁLEZ 1984; BRITO 1999; RONDÓN 2020; SUBERO 2020), distribución (ESTEVE 1985; HENRÍQUEZ 2007),

ecología (SIMPSON & GONZÁLEZ 1967; BAIRD *et al.* 1973; MARÍN 1996), y desarrollo larvario y crecimiento (SIMPSON & GONZÁLEZ 1967; LÓPEZ-ROJAS & MACHADO-ALLISON 1975; GÓMEZ 1984; NÚÑEZ & MARÍN 2018).

Las evaluaciones del ictioplancton en la fosa de Cariaco son escasas, siendo importante estudiar estas comunidades debido que Venezuela se encuentra enmarcada dentro del área de influencia de la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT), la cual presenta oscilaciones estacionales bien definidas en el tiempo, las cuales conllevan a variaciones significativas en el régimen de vientos, lluvias, corrientes marinas, descarga de ríos y la surgencia, los cuales afectan directamente a esta fosa, y por ende a las diversas comunidades zooplanctónicas y nectónicas que cohabitan en esta área. Es conocido que las condiciones hidrográficas y químicas en la fosa tienden a ser más estables a partir de los 300 m de profundidad (RICHARDS & VACCARO 1956); a tal respecto, FEBRES-ORTEGA & HERRERA (1975) sugieren que las aguas de la fosa por encima del umbral ~150 m, interactúan con el mar abierto sin que ocurra mucha mezcla vertical.

En este sentido, HOLMEN & ROTH (1990) postulan que existe un patrón complejo de ventilación en la periferia de la fosa, el cual podría introducir aguas por convección o por flujos hipersalinos, así como por inyección, de aguas caribeñas provenientes de la zona de la termoclina que pasan a través del umbral durante eventos intensos de surgencia (HERRERA & FEBRES-ORTEGA 1975); fenómenos estos que han permitido el establecimiento de una compleja comunidad que se relaciona en todos los niveles, manteniendo un equilibrio que ha permitido el balance en los consumidores de primer nivel que se alimentan de los productores primarios, los cuales mantienen a las comunidades instaladas en el área, gracias a estos fenómenos atmosférico oceanográficos antes mencionados.

Con base a lo antes expuesto, se espera observar las mayores densidades de huevos y larvas de peces en los meses de mayor concentración de zooplancton, en los meses de surgencia y en el segundo pulso de surgencia, así como en las mayores profundidades muestreadas, debido a una menor perturbación del viento a esas profundidades donde la turbulencia es menor, evitando el daño mecánico en las primeras fases de la ontogenia en los peces. Igualmente se espera una fuerte influencia de los parámetros ambientales sobre esta comunidad en las aguas superficiales en la Fosa de Cariaco.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Área de Estudio

Se contó con una única estación en la fosa de Cariaco (Fig. 1), al oeste de la península de Araya, costa oeste del estado Sucre (10°30'0" N y 64°40'0" O). Se encuentra ubicada en una depresión con 1400 m de profundidad aproximadamente, denominada fosa por ser de aguas anóxicas (ÁNGEL 1982), localizada en la plataforma continental de Venezuela, entre cabo Codera y la península de Araya, conectada con la parte sureste del mar Caribe a través de un umbral que alcanza 140 m en su punto más profundo (OKUDA *et al.* 1974; LLANO *et al.* 1991; ASTOR *et al.* 2004). Ésta se caracteriza por su ambiente anóxico por debajo de los 250 m de profundidad, debido al

carácter restringido de los movimientos de advección y mezcla a estas profundidades (ASTOR *et al.* 1998); además, como consecuencia de una gran actividad bacteriana y de la práctica ausencia de intercambio de aguas con el mar adyacente. Otra particularidad es su ubicación en una zona de surgencia intensa. Estas características hacen de la fosa de Cariaco un sitio ideal para el estudio de ciertos procesos de interacción desde el punto de vista biológico, químico, geológico y físico, que son más difíciles de estudiar en otros lugares. Por tal razón, esta zona ha sido reconocida como un laboratorio natural por más de 45 años.

### Trabajo de campo

La colecta de las muestras planctónicas se realizó en una única estación a bordo del *B/O HNO. GINES*, propiedad de Fundación La Salle como parte del proyecto CARIACO (MULLER-KARGER 2019). Se colectó una muestra a cada profundidad y en cada campaña, durante un ciclo anual tomando en cuenta los periodos de surgencia y/o sequía (diciembre-abril y julio-agosto), transición (mayo-junio) y calma y/o lluvia (septiembre-noviembre, diciembre), desde octubre de 2012 hasta diciembre de 2013.

Se utilizó una red cónica estándar de ahorque de 35 cm de diámetro de boca y poros de 300 micras, con un dispositivo de cierre mediante mensajero. Los calados se realizaron de manera

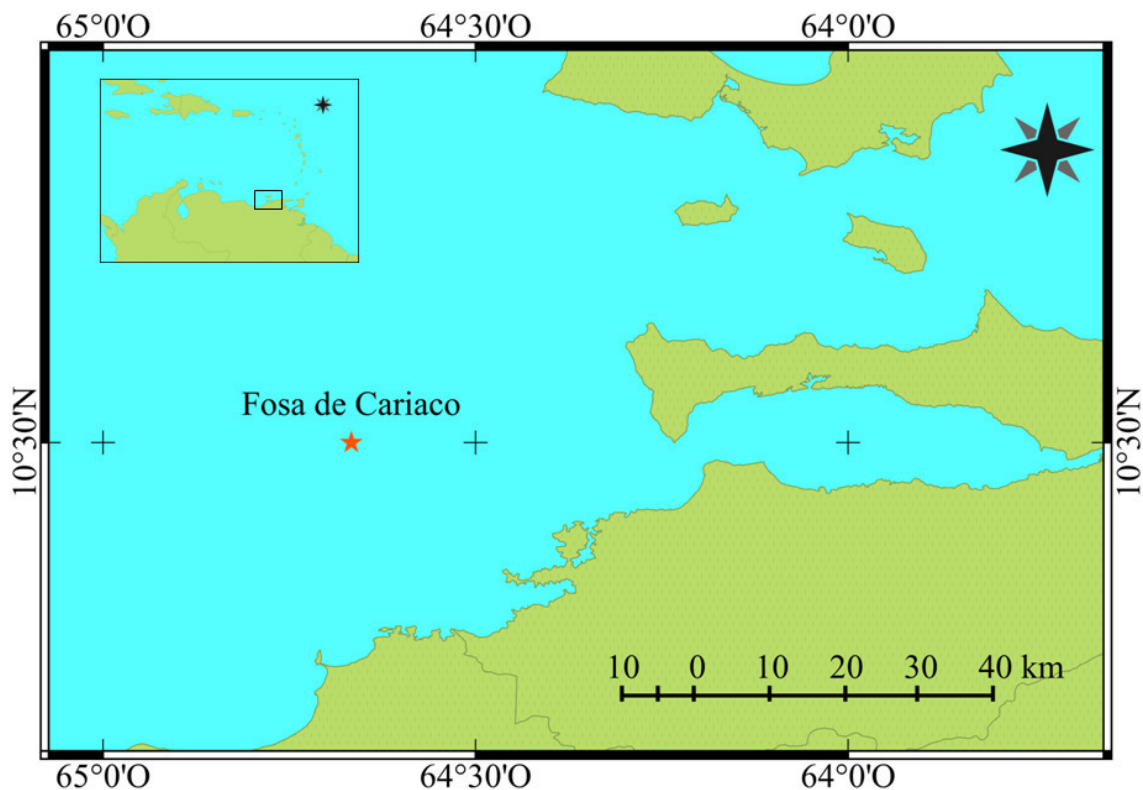


Fig. 1. Ubicación geográfica de la estación de muestreo del Proyecto Cariaco. Con el símbolo (★) se indica la estación de muestreo del Proyecto CARIACO.

horizontal, utilizándose un clinómetro para estimar el ángulo de la guaya y posteriormente calcular la cantidad de metros que se deben soltar para alcanzar las profundidades de 1, 5, 10 y 20 m aproximadamente, a una velocidad constante de arrastre de 2 nudos ( $1,02 \text{ m s}^{-1}$ ), y con una duración de 15 minutos cada calado.

Para calcular el volumen de agua filtrado por las redes planctónicas se utilizó la fórmula para medidores de flujo, según BAGDO (1977) como sigue:

$$V = \pi * r^2 * h \quad (1)$$

$$h = R * I \quad (2)$$

Donde:

V= volumen de agua filtrada en  $\text{m}^3$ .

r= radio de la abertura de la red (m).

h= recorrido del cilindro (m).

R= N° de revoluciones marcadas por el flujómetro (rev).

I= índice de calibración (0,15 m/rev).

$$h = v * t \quad (3)$$

Donde:

V= velocidad de la embarcación (m/s).

T= tiempo del calado (s).

Se obtuvo un volumen de agua filtrada de  $180,16 \text{ m}^3$ . Las muestras fueron concentradas usando un tamiz de 300 micras; seguidamente fueron fijadas con formaldehído al 5% en agua de mar, y almacenadas en frascos plásticos debidamente rotulados, para ser trasladadas al Laboratorio de Ictioplancton del Departamento de Biología Marina del Instituto Oceanográfico de Venezuela.

Los datos de las variables ambientales: temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, pH y las variables biológicas clorofila *a* y productividad primaria, fueron seleccionados de la base de datos digital del proyecto CARIACO, a las profundidades más cercanas (1, 7, 15 y 25 m) de donde se colectaron los datos biológicos (1, 5, 10 y 20 m), en <http://imars.marine.usf.edu/WebPageData/CARIACO/MasterHydrography/> (CARIACO OCEAN TIME-SERIES PROGRAM, 2019).

El índice de surgencia se calculó por medio de la estadística de vientos de la Estación Meteorológica del Aeropuerto Internacional Antonio José de Sucre (estado Sucre), según la ecuación de BOWDEN (1983):

$$IS = \frac{t_{sx}}{r * f} * 100 \quad (4)$$

Donde:

$f$ = parámetro de Coriolis.

$T_{sx}$ = tensión del viento de superficie.

$r$ = densidad media del agua ( $1025 \text{ kg m}^{-3}$ ).

El término  $f$  será calculado:

$$f = 2 * w * \sin_{f_i} \quad (5)$$

Donde:

$w$ = velocidad angular de rotación de la tierra ( $7,29 \times 10^{-5} \text{ seg}$ ).

$f_i$ = posición latitudinal en el lugar.

El término  $t_{sx}$  representa la tensión del viento de superficie medida en el eje perpendicular a la costa:

$$t_{sx} = k * r_a * W^2 \quad (6)$$

Donde:

$k$ = coeficiente empírico de arrastre (1,11 a 3,25 en función de la velocidad del viento)

$r_a$ = densidad promedio del aire ( $122 \times 10^{-8} \text{ kg cm}^{-3}$ )

$W$ = velocidad del viento

### **Trabajo de laboratorio**

Con la ayuda de una lupa estereoscópica marca MOTIC y una cámara de Bogorov, se separaron y contabilizaron la totalidad de los huevos y larvas de peces, a cada una de las profundidades y en las diferentes campañas realizadas, reportándose éstas en valores de densidad por cada  $100 \text{ m}^3$  de agua de mar filtrada.

El biovolumen o volumen sedimentado del zooplancton se determinó colocando la muestra en un cilindro graduado, dejándola sedimentar durante 24 horas para luego realizar la lectura del volumen sedimentado. Los valores de volumen sedimentado del zooplancton, fueron expresados en ml por cada  $100 \text{ m}^3$  de agua de mar filtrada.

### **Análisis estadístico**

Se empleó el análisis Kruskal-Wallis, con la utilización del paquete estadístico Statgraphics plus 4.1, para detectar posibles diferencias entre las campañas y las profundidades de muestreo, respecto a las variables: temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, pH, surgencia, clorofila  $a$ ,

productividad primaria, biovolumen de zooplancton y abundancia/densidad de huevos y larvas. Se aplicaron pruebas no paramétricas, ya que la mayoría de las variables no cumplían las condiciones subyacentes de normalidad (prueba Kolmogorov-Smirnov) y homogeneidad de varianzas (prueba de Levene). Para saber en qué pares específicos de subgrupos hay diferencias significativas ( $p < 0,05$ ), se aplicó el *test de Dunn* con ajustes en el nivel  $\alpha$ , asumido por la corrección de la prueba de *Bonferroni*, lo que permite contrastar el aumento en la tasa de error tipo I, debido a estar realizando sobre unos mismos datos de una serie de contrastes de hipótesis. El mismo análisis se realizó para establecer si existían diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) entre las campañas y profundidad, respecto a las variables: temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, pH, surgencia, clorofila a, productividad primaria, biovolumen de zooplancton y abundancia/densidad de huevos y larvas (SOKAL & ROHLF 1995).

Para estimar cual variable ambiental o combinación de estas explica de mejor manera el patrón de clorofila *a*, productividad primaria, biovolumen y abundancia/densidad de huevos y larvas en las cuatro profundidades de muestreo, se aplicó una prueba BEST-BIDENV, basada en permutaciones (CLARKE *et al.* 2014).

## RESULTADOS

A continuación, se muestra el resumen de las variables ambientales-oceanográficas, evaluadas entre octubre de 2012 y diciembre de 2013 para las aguas de la fosa de Cariaco.

La mediana de la temperatura en el ciclo de muestreo fue 26,54 °C, presentando el menor valor 22,53 °C en marzo de 2013 y el mayor valor 29,36 °C para septiembre de 2013; Se observaron diferencias significativas de la temperatura entre los meses de muestreo (K-W= 36,89;  $p = 0,0002$ ). El test de *Dunn* genero 78 pares de subgrupos, entre los cuales solo se observaron diferencias estadísticas de la temperatura entre noviembre de 2012 y marzo de 2013 (*Dunn*= -3,57;  $p = 0,0279$ ), noviembre de 2012 y abril de 2013 (*Dunn*= -3,45;  $p = 0,0433$ ), marzo de 2013 y septiembre de 2013 (*Dunn*= 4,01;  $p = 0,0047$ ), abril de 2013 y septiembre de 13 (*Dunn*= 3,90;  $p = 0,0076$ ), y mayo de 2013 y septiembre de 2013 (*Dunn*= 3,57;  $p = 0,0279$ ). Con respecto a las profundidades, a los 25 m se obtuvo la menor mediana en todo el ciclo de muestreo (24,97 °C), con un mínimo de 22,53 °C y un máximo de 28,53 °C, en cambio la mayor mediana se obtuvo para la profundidad de 1 m (27,27 °C), con un mínimo de 24,70 °C y un máximo de 29,36 °C. Se observaron diferencias significativas de la temperatura entre las distintas profundidades de muestreo (K-W= 10,69;  $p = 0,0100$ ). El test de *Dunn* genero 6 pares de subgrupos, entre los cuales solo se observó diferencias significativas de la temperatura entre las profundidades de 1 y 25 m (*Dunn*= -3,12;  $p = 0,0109$ ; Fig. 2, TABLA 1).

La mediana de la salinidad durante los muestreos fue (36,72 PSU), presentando el menor valor 36,14 PSU en noviembre de 2012 y el mayor valor 36,99 PSU para abril de 2013. Se observaron diferencias significativas de la salinidad entre los meses de muestreo (K-W= 48,88;  $p = 0,000002$ ). Se constató la formación de 6 subgrupos que presentaron significancia entre los meses, respecto a la salinidad, de los 78 que genero el test de *Dunn*, estos fueron: octubre de 2012 y abril de 2013 (*Dunn*= 3,80;  $p = 0,0112$ ), noviembre de 2012 y abril de 2013 (*Dunn*= 4,48;  $p = 0,0006$ ),

Tabla 1. Resumen de las variables ambientales de las aguas de la fosa de Cariaco, Venezuela.

Fecha (Campañas)	Descriptor	O <sub>2d</sub> (ml/l)	pH	Salinidad (PSU)	Temperatura (°C)	P. Primaria (mgC/m <sup>3</sup> /h)	Clorofila (mg/m <sup>3</sup> )
Oct-12	Min/Prof.	4,48/25	8,071/25	36,39/7	25,78/25	0,84/1	0,11/1
	Max/Prof.	4,55/15	8,096/7	36,51/25	28,54/1	2,26/25	0,39/25
	Mediana	4,49	8,09	36,42	27,17	1,08	0,12
Nov-12	Min/Prof.	4,28/7	8,09/25	36,14/7	27,36/25	0,33/25	0,09/1
	Max/Prof.	4,40/1	8,12/1	36,27/25	28,76/1	0,86/15	0,10/25
	Mediana	4,36	8,11	36,18	28,42	0,67	0,09
Dec-12	Min/Prof.	4,23/25	8,05/25	36,50/1	25,84/25	0,39/7	0,11/15
	Max/Prof.	4,43/15	8,06/1	36,55/25	26,82/1	0,52/15	0,16/25
	Mediana	4,40	8,06	36,51	26,56	0,48	0,11
Mar-13	Min/Prof.	3,67/25	7,98/25	36,82/15	22,53/25	0,93/25	0,24/7
	Max/Prof.	4,70/15	8,04/1	36,86/1	24,70/1	1,74/1	0,35/25
	Mediana	4,69	8,03	36,85	23,71	1,33	0,27
Apr-13	Min/Prof.	4,25/25	7,93/15	36,99/7	23,44/25	0,67/25	0,47/1
	Max/Prof.	4,60/7	8,05/7	36,99/15	24,77/1	5,20/7	0,55/25
	Mediana	4,52	8,04	36,98	23,80	3,03	0,50
May-13	Min/Prof.	4,13/25	7,94/15	36,93/7	22,86/25	1,08/7	0,31/25
	Max/Prof.	4,29/15	8,04/7	36,96/25	25,42/1	2,72/1	0,35/15
	Mediana	4,28	8,01	36,93	24,53	1,98	0,33
Jun-13	Min/Prof.	4,33/25	8,05/25	36,83/15	23,87/25	0,90/25	0,20/1
	Max/Prof.	4,56/7	8,06/7	36,88/25	26,65/1	1,22/7	0,29/25
	Mediana	4,55	8,06	36,84	25,61	1,17	0,21
Jul-13	Min/Prof.	4,13/25	8,04/25	36,88/1	24,55/25	0,97/25	0,11/1
	Max/Prof.	4,29/15	8,06/7	36,93/25	27,88/1	1,38/1	0,17/25
	Mediana	4,28	8,06	36,88	26,89	1,32	0,13
Aug-13	Min/Prof.	4,23/25	8,03/25	36,88/1	25,20/25	1,06/25	0,13/7
	Max/Prof.	4,39/7	8,06/1	36,92/15	28,19/1	1,93/7	0,17/25
	Mediana	4,35	8,05	36,90	31,59	1,69	0,14
Sep-13	Min/Prof.	4,48/1	8,09/25	36,36/7	28,35/25	0,87/25	0,11/7
	Max/Prof.	4,57/25	8,15/7	36,65/25	29,36/1	1,17/15	0,14/1
	Mediana	4,49	8,10	36,39	28,99	1,09	0,12
Oct-13	Min/Prof.	4,20/25	8,05/25	36,52/7	24,97/25	1,43/25	0,13/1
	Max/Prof.	4,48/7	8,09/7	36,70/25	29,10/1	2,24/1	0,18/25
	Mediana	4,37	8,08	36,55	27,43	2,15	0,15

	Min/Prof.	4,25/25	8,05/25	36,53/7	25,45/25	0,92/25	0,19/1
Nov-13	Max/Prof.	4,47/15	8,08/1	36,66/25	27,27/1	2,45/7	0,28/25
	Mediana	4,45	8,07	36,53	26,97	1,87	0,21
	Min/Prof.	4,33/25	8,04/25	36,72/15	24,71/25	0,87/1	0,13/1
Dec-13	Max/Prof.	4,64/15	8,06/7	36,76/25	26,73/1	1,29/15	0,16/25
	Mediana	4,55	8,06	36,72	26,11	1,00	0,13

\*Min=mínimo, Max=máximo, Prof.=Profundidad.

noviembre de 2012 y mayo de 2013 ( $Dunn= 4,06; p= 0,0038$ ), noviembre de 2012 y julio de 2013 ( $Dunn= 3,48; p= 0,0397$ ), noviembre de 2012 y agosto de 2013 ( $Dunn= 3,59; p= 0,0255$ ), y abril de 2013 y septiembre de 2013 ( $Dunn= -3,76; p= 0,0135$ ). Con respecto a las profundidades, a los 7 m se obtuvo la menor mediana en todo el ciclo de muestreo (36,72 PSU), con un valor mínimo de 36,14 PSU y un máximo de 36,98 PSU; por el contrario, la mayor mediana se obtuvo para la profundidad de 25 m (36,76 PSU), con un valor mínimo de 36,27 PSU y un máximo de 36,98 PSU. No se observaron diferencias significativas de la salinidad entre las distintas profundidades de muestreo ( $K-W= 1,11; p= 0,78$ ; Fig. 3, TABLA 1).

La mediana del oxígeno disuelto en el ciclo de muestreo fue (4,41 ml l<sup>-1</sup>), registrando el menor valor 3,67 ml l<sup>-1</sup> y el mayor valor 4,70 ml l<sup>-1</sup>, ambos en marzo de 2013. Se observaron diferencias significativas de esta variable entre los meses de muestreo ( $K-W= 25,82; p= 0,0100$ ). El test de *Dunn* generó 78 pares de subgrupos, entre los meses evaluados de la variable Oxígeno disuelto, de los cuales solo 4 subgrupos presentaron significancia estadística, entre estos: marzo de 2013 y mayo de 2013 ( $Dunn= -2,65; p= 0,0467$ ), marzo de 2013 y julio de 2013 ( $Dunn= -2,32; p= 0,0436$ ), mayo de 2013 y diciembre de 2013 ( $Dunn= 2,86; p= 0,0481$ ), y julio de 2013 y diciembre de 2013 ( $Dunn= 2,27; p= 0,0492$ ). Con respecto a las profundidades, a los 25 m se obtuvo la menor mediana en todo el ciclo de muestreo (4,25 ml l<sup>-1</sup>), con un valor mínimo de 3,67 ml l<sup>-1</sup> y un máximo de 4,57 ml l<sup>-1</sup>, hallándose la mayor mediana a la profundidad de 7 m (4,48 ml l<sup>-1</sup>), con un valor mínimo de 4,28 ml l<sup>-1</sup> y un máximo de 4,68 ml l<sup>-1</sup>. Se observaron diferencias significativas del oxígeno disuelto entre las distintas profundidades de muestreo ( $K-W= 13,28; p= 0,0041$ ). El test de *Dunn* generó 6 pares de subgrupos, entre los cuales solo se observó diferencias significativas del Oxígeno disuelto entre las profundidades de 1 y 25 m ( $Dunn= -2,83; p= 0,0276$ ), los 7 y 25 m ( $Dunn= -3,09; p= 0,0119$ ), y los 15 y 25 m ( $Dunn= -2,95; p= 0,0109$ ; Fig. 4, TABLA 1).

La mediana del pH en el ciclo de muestreo fue 8.06, presentando el menor valor (7,93) en abril de 2013 y el mayor valor (8,12) para noviembre de 2012. Se observaron diferencias significativas del pH entre los meses de muestreo ( $K-W= 41,70; p= 0,000037$ ). Según el test de *Dunn* de los 78 posibles pares de subgrupos, sólo en 5 se observaron diferencias estadísticas del pH entre los meses, quedando estos subgrupos formados por: noviembre de 2012 y marzo de 2013 ( $Dunn= -3,92; p= 0,0069$ ), noviembre de 2012 y abril de 2013 ( $Dunn= -3,57; p= 0,0279$ ), noviembre de 2012 y mayo de 2013 ( $Dunn= -4,01; p= 0,0047$ ), marzo de 2013 y septiembre de 2013 ( $Dunn= 3,64; p= 0,0213$ ), y mayo de 2013 y septiembre de 2013 ( $Dunn= 3,73; p= 0,0148$ ). Con respecto a las profundidades, a los 25 m se obtuvo la menor mediana en todo el ciclo de

muestreo (8,04), con un mínimo de 7,98 y un máximo de 8,09, en cambio, la mayor mediana se obtuvo en la profundidad de 7 m con (8,069), con un mínimo de 8,03 y un máximo de 8,11. No se observaron diferencias significativas del pH entre las distintas profundidades de muestreo (K-W= 6,27;  $p= 0,1000$ ; Fig. 5, TABLA 1).

Por su parte, el índice de surgencia para los años 2012-2013 en la costa nororiental de Venezuela presentó un valor de la mediana de 346,82, con un valor mínimo (1,02) para abril de 2012 y un valor máximo (700443) para julio y octubre de 2013. Particularmente, para el año 2012 se determinó una mediana de 86,69, con un mínimo (1,02) para abril y un máximo (73563,4) para febrero. En contraste, para el año 2013 la mediana general fue de 3098,12, con un mínimo (18,51) entre abril y diciembre, y el mayor valor (700443) para octubre. Se observaron diferencias significativas entre años de la surgencia (K-W= 6630,12;  $p= 0,0000$ ) y entre los meses de cada año (K-W= 824,824;  $p= 0,0000$  para el año 2012, y K-W= 651,384;  $p= 0,0000$  para el año 2013). Según el test de *Dunn* de los 276 posibles pares de subgrupos formados, el 76% de estos presentaron significancia estadística ( $p<0,05$ ) entre los meses del Índice de surgencia. Igualmente, este test determinó la existencia de diferencias estadísticas entre los meses y este índice (*Dunn*= 81,43;  $p=0,0000$ ; Fig. 6).

La mediana de la clorofila *a* en el ciclo de muestreo fue 0,16 mg m<sup>-3</sup>, presentando el menor valor (0,09 mg m<sup>-3</sup>) en noviembre de 2012 y el mayor valor (0,55 mg m<sup>-3</sup>) para abril de 2013. Se

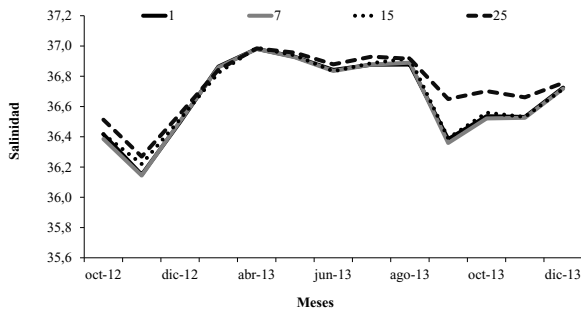


Fig. 3. Variación temporal y vertical de la salinidad (PSU) en aguas de la fosa de Cariaco, Venezuela.

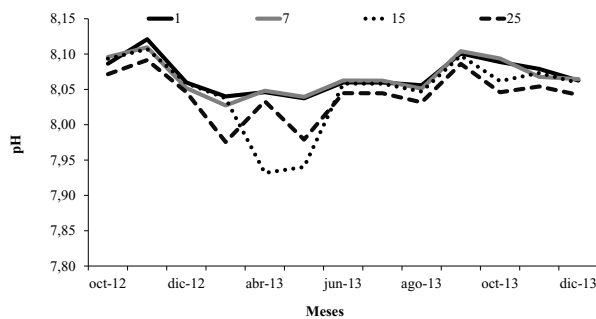


Fig. 5. Variación temporal y vertical del pH en aguas de la fosa de Cariaco, Venezuela.

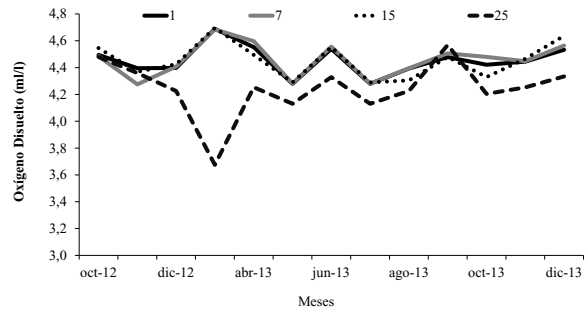


Fig. 4. Variación temporal y vertical del oxígeno disuelto (ml/l) en aguas de la fosa de Cariaco, Venezuela.

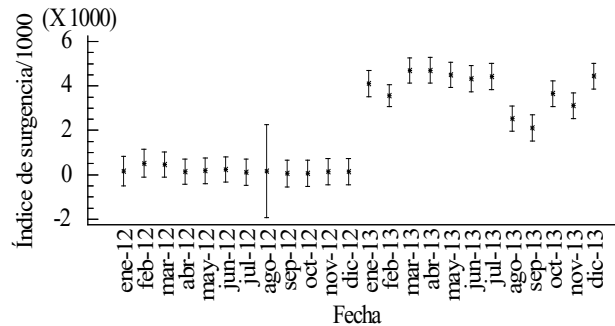


Fig. 6. Variación temporal (2012-2013) del índice de surgencia en aguas de la fosa de Cariaco, Venezuela.

observaron diferencias significativas de la clorofila *a* entre los meses de muestreo (K-W= 41,83;  $p= 0,000036$ ). Se comprobó la formación de 4 subgrupos que presentaron significancia entre los meses, respecto a la clorofila *a*, de los 78 que generó el test de *Dunn*, estos fueron: noviembre de 2012 y marzo de 2013 (*Dunn*= 3,62;  $p= 0,0233$ ), noviembre de 2012 y abril de 2013 (*Dunn*= 4,48;  $p= 0,0006$ ), noviembre de 2012 y mayo de 2013 (*Dunn*= 3,92;  $p= 0,0069$ ), y diciembre de 2012 y abril de 2013 (*Dunn*= 3,64;  $p= 0,0213$ ). Con respecto a las profundidades, a los 7 m se obtuvo la menor mediana en todo el ciclo de muestreo ( $0,13 \text{ mg m}^{-3}$ ), con un mínimo de  $0,09 \text{ mg m}^{-3}$  y un máximo de  $0,51 \text{ mg m}^{-3}$ , por el contrario, la mayor mediana se obtuvo para la profundidad de 25 m ( $0,18 \text{ mg m}^{-3}$ ), con un mínimo de  $0,10 \text{ mg m}^{-3}$  y un máximo de  $0,55 \text{ mg m}^{-3}$ . No se observaron diferencias significativas de la clorofila entre las distintas profundidades de muestreo (K-W= 3,64;  $p= 0,3000$ ; Fig. 7, TABLA 1).

La mediana de la productividad primaria durante esta investigación fue  $1,20 \text{ mgC m}^{-3} \text{ h}^{-1}$ , presentando el menor valor ( $0,33 \text{ mgC m}^{-3} \text{ h}^{-1}$ ) en noviembre de 2012 y el mayor valor ( $5,20 \text{ mgC m}^{-3} \text{ h}^{-1}$ ) para abril de 2013. Se observaron diferencias significativas de la productividad primaria entre los meses de muestreo (K-W= 29,90;  $p= 0,0029$ ). El test de *Dunn* generó 78 pares de subgrupos, entre los cuales solo se observó diferencias estadísticas de la productividad primaria entre diciembre de 2012 y octubre de 2013 (*Dunn*= 3,45;  $p= 0,0433$ ). Con respecto a las profundidades, a los 25 m se obtuvo la menor mediana en todo el estudio ( $0,93 \text{ mgC m}^{-3} \text{ h}^{-1}$ ) con un mínimo de  $0,33 \text{ mgC m}^{-3} \text{ h}^{-1}$  y un máximo de  $2,26 \text{ mgC m}^{-3} \text{ h}^{-1}$  para esa profundidad, por el contrario, la mayor mediana se obtuvo para la profundidad de 15 m ( $0,15 \text{ mgC m}^{-3} \text{ h}^{-1}$ ) con un mínimo de  $0,52 \text{ mgC m}^{-3} \text{ h}^{-1}$  y un máximo de  $2,96 \text{ mgC m}^{-3} \text{ h}^{-1}$ . No se observaron diferencias significativas de la productividad primaria entre las distintas profundidades de muestreo (K-W= 5,12;  $p= 0,1600$ ; Fig. 8, TABLA 1).

La mediana del biovolumen durante los muestreos fue de  $2,8 \text{ ml}/100 \text{ m}^3$ , presentando su menor valor en octubre de 2012, con  $0,3 \text{ ml}/100 \text{ m}^3$  y el mayor valor para febrero de 2013, con  $44,4 \text{ ml}/100 \text{ m}^3$ . Se observaron diferencias significativas del biovolumen entre los meses de muestreo (K-W= 19,58;  $p= 0,0033$ ). El test de *Dunn* generó 21 pares de subgrupos, entre los cuales sólo se observó diferencias significativas del biovolumen entre octubre de 2012 y febrero de 2013 (*Dunn*= 3,91;  $p= 0,0019$ ). Con respecto a las profundidades, a los 5 m se obtuvo la menor mediana en todo

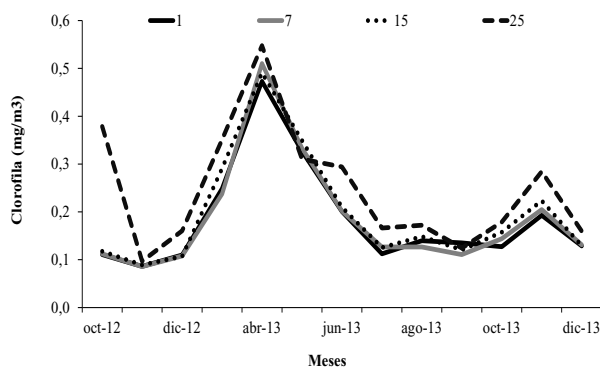


Fig. 7. Variación temporal y vertical de la clorofila ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ) en aguas de la fosa de Cariaco, Venezuela.

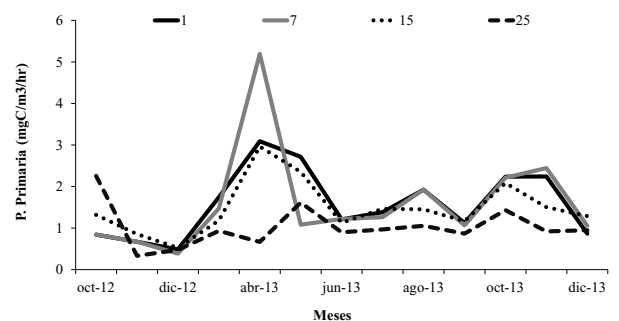


Fig. 8. Variación temporal y vertical de la productividad primaria ( $\text{mgC}/\text{m}^3/\text{h}$ ) en aguas de la fosa de Cariaco, Venezuela.

el ciclo de muestreo con 1,7 ml/100 m<sup>3</sup>, con un mínimo para esta profundidad de 0,3 ml/100 m<sup>3</sup> y un máximo de 15,5 ml/100 m<sup>3</sup>, en cambio la mayor mediana se obtuvo para la profundidad de 20 m con 3,8 ml/100 m<sup>3</sup>, con un mínimo (1,7 ml/100 m<sup>3</sup>) y un máximo (38,3 ml/100 m<sup>3</sup>) para esta profundidad. No se observaron diferencias significativas del biovolumen entre las distintas profundidades de muestreo (K-W= 4,03;  $p= 0,26$ ; Fig. 9).

La mediana de la densidad de huevos en el ciclo de muestreo fue 14,15 huev./100 m<sup>3</sup>, presentando el menor valor (0 huev./100 m<sup>3</sup>) en octubre de 2012 y el mayor valor (121 huev./100 m<sup>3</sup>) para febrero de 2013. Se observaron diferencias significativas de la densidad de huevos entre los meses de muestreo (K-W= 18,18;  $p= 0,0058$ ). Se evidenció la formación de 2 subgrupos que mostraron significancia entre los meses, respecto a la densidad de los huevos de peces, de los 21 que genero el test de *Dunn*, estos fueron: octubre de 2012 y febrero de 2013 ( $Dunn= 3,14$ ;  $p= 0,0356$ ), y octubre de 2012 y abril de 2013 ( $Dunn= 3,91$ ;  $p= 0,0019$ ). Con respecto a las profundidades, a los 5 m se obtuvo la menor mediana de todo el ciclo de muestreo con 7,77 huev./100 m<sup>3</sup>, con un mínimo de 0 huev./100 m<sup>3</sup> y un máximo de 98,2 huev./100 m<sup>3</sup>; en cambio, la mayor mediana entre las profundidades se obtuvo a los 10 m (25,53 huev./100 m<sup>3</sup>), con un mínimo de 0 huev./100 m<sup>3</sup> y un máximo de 121 huev./100 m<sup>3</sup>. No se observaron diferencias significativas de la densidad de huevos entre las distintas profundidades de muestreo (K-W= 0,45;  $p= 0,93$ ; Figs. 10 y 12).

La mediana de la densidad de larvas en el periodo de estudio fue 2,22 larv./100 m<sup>3</sup>, presentando el menor valor (0 larv./100 m<sup>3</sup>) para octubre y diciembre de 2012 y abril, julio y agosto de 2013, y

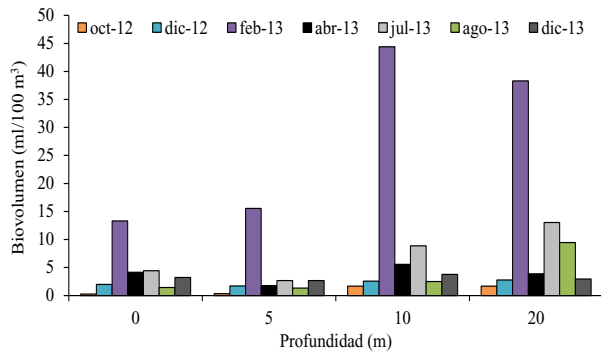


Fig. 9. Variación temporal y vertical del biovolumen (ml) en aguas de la fosa de Cariaco, Venezuela.

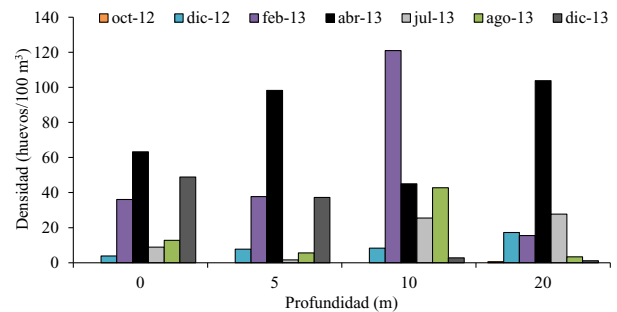


Fig. 10. Variación temporal y vertical de la densidad (huevos/100 m<sup>3</sup>) en aguas de la fosa de Cariaco, Venezuela.

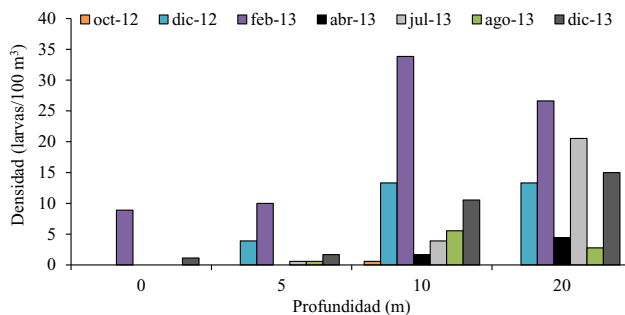


Fig. 11. Variación temporal y vertical de la densidad (larvas/100 m<sup>3</sup>) en aguas de la fosa de Cariaco, Venezuela.

el mayor valor (33,9 larv./100 m<sup>3</sup>) para febrero de 2013. Se observaron diferencias significativas de la densidad de larvas entre los meses de muestreo (K-W= 12,66;  $p= 0,048$ ). El test de *Dunn* genero 21 pares de subgrupos, entre los cuales solo se observaron diferencias estadísticas de la densidad de larvas de peces entre octubre de 2012 y febrero de 2013 ( $Dunn= 3,16$ ;  $p= 0,0336$ ). Con respecto a las profundidades, a los 0 m se obtuvo la menor mediana general en todo el ciclo de estudio (0 larv./100 m<sup>3</sup>), con un mínimo y un máximo para esa profundidad de 0 larv./100 m<sup>3</sup> y 8,9 larv./100 m<sup>3</sup>, respectivamente; en cambio, la mayor mediana se obtuvo para la profundidad de 20 m con 13,32 larv./100 m<sup>3</sup>, con un mínimo de 0 larv./100 m<sup>3</sup> y un máximo de 26,6 larv./100 m<sup>3</sup>. Se observaron diferencias significativas de la densidad de larvas entre las distintas profundidades de muestreo (K-W= 10,91;  $p= 0,012$ ). El test de *Dunn* genero 6 pares de subgrupos, entre los cuales solo se observó diferencias significativas de la densidad de larvas de peces entre las profundidades de 1 y 20 m ( $Dunn= 27,80$ ;  $p= 0,0326$ ; Figs. 11 y 12).

Con respecto a los modelos matemáticos generados por la prueba BEST-BIDENV que mejor se ajustaron, permitiendo una mayor comprensión de como las variables ambientales influyeron sobre las variables biológicas, se determinó que la productividad primaria en la fosa de Cariaco estuvo altamente influenciada por la salinidad (R Global= 0,286;  $p= 0,0250$ ); sin embargo, la producción de clorofila *a* se vio influenciada adicionalmente por el oxígeno disuelto, pH y la temperatura (R Global= 0,41;  $p= 0,002$ ). Por su parte, la productividad secundaria expresada en biovolumen, se correlaciono muy bien con el oxígeno disuelto, pH y la salinidad (R Global= 0,33;  $p= 0,017$ ). Dentro de este último componente, se observó de manera más detallada que la presencia y la abundancia de huevos estuvo moldeada por la salinidad (R Global= 0,392;  $p= 0,001$ ), en relación a la comunidad de larvas de peces en los estratos evaluados, los cuales fueron muy superficiales, no se mostró influenciada por ninguna de las variables ambientales estudiadas; posiblemente porque estos estratos dentro de la comunidad de larvas, las cuales pueden tener cierta

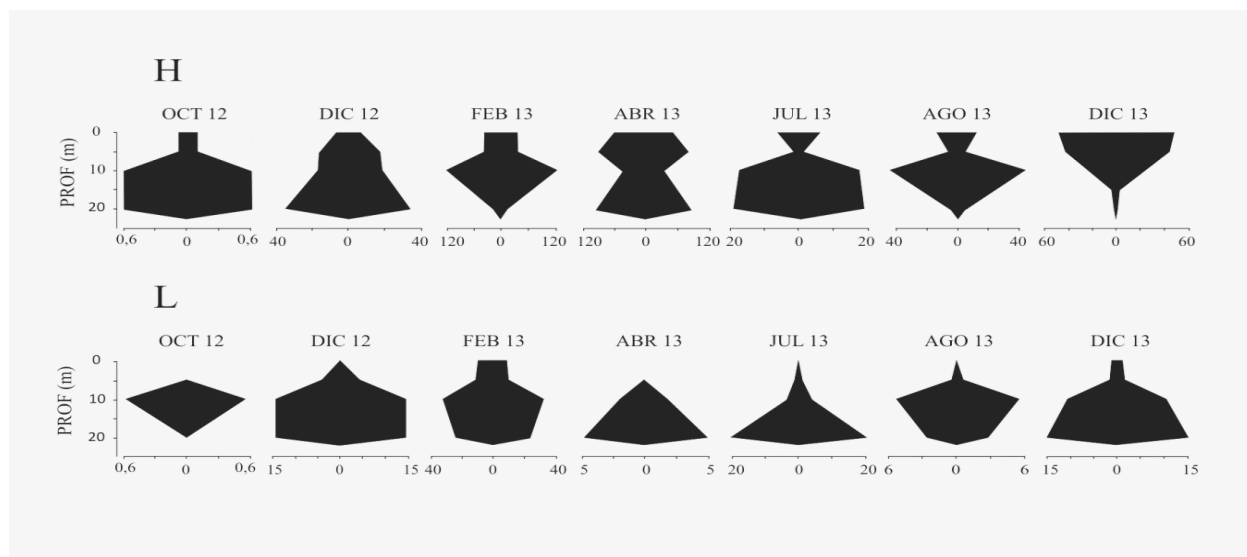


Fig. 12. Distribución vertical de la densidad de huevos (H) y larvas (L) de peces en las aguas de la fosa de Cariaco, Venezuela.

capacidad de desplazamiento, funcione como una sola estructura en la vertical de la columna de agua, estando posiblemente una mayor representación de este componente del zooplancton en aguas más profundas en la zona limítrofe de las aguas superficiales con la termoclina (aproximadamente 50 m), área rica en nutrientes y mayor productividad primaria (RUEDA, 2000), con disponibilidad de alimentos para esta comunidad.

## DISCUSIÓN

La temperatura del agua presenta el comportamiento típico para áreas influenciadas por el fenómeno de surgencia costera (NÚÑEZ & MARÍN 2018; RONDÓN 2020), observándose en una fracción importante del ciclo anual, el descenso de ésta en el periodo de sequía, y su subsecuente aumento en periodo lluvioso, donde adicionalmente se origina la estratificación térmica del agua, produciendo capas donde se observan diferentes temperaturas, siendo más elevadas en los estratos más superficiales.

Por su parte, la salinidad presentó valores altos en épocas correspondientes a la sequía, momento en el cual ocurre una alta evaporación de las aguas y concentración leve de sales en las capas más superficiales en la fosa de Cariaco, en sentido contrario, se observó una disminución de esta variable en la época de lluvia producto de la dilución que causan las lluvias. Resultados similares fueron encontrados por FERRAZ-REYES (1989), quien señaló la poca variación de la salinidad, excepto en los meses de influencia de los ríos y del agua de escorrentía. Igualmente, para el área de estudio, FEBRES-ORTEGA (1974), observó que las variaciones en los valores de temperatura y salinidad, son debido a la influencia que la surgencia temporal tiene sobre esta masa de agua, la cual a su vez presentó dos máximos que coinciden con la intensidad de ésta, originadas por los vientos alisios, siendo el primero entre enero-abril y el segundo entre julio-agosto.

En relación al oxígeno disuelto, este presentó un comportamiento similar en todas las profundidades, con la excepción de marzo de 2013 a los 25 metros donde se observó una leve disminución en sus valores, producto posiblemente de un aumento en la densidad zooplanctónica; sin embargo, en general, el oxígeno disuelto en las distintas profundidades presentó valores altos en época de vientos intensos, entre diciembre-abril y julio-agosto, coincidentes con la época principal de surgencia y su segundo pulso, respectivamente. Por su parte los resultados obtenidos por MÁRQUEZ *et al.* (2009) en la evaluación de la densidad, biomasa y composición del zooplancton, en el estrato superficial de la cuenca de Cariaco, indican que el oxígeno disuelto también presentó diferencias significativas por estrato con la mayor concentración en el estrato superficial. Sin embargo, no mostró diferencias significativas para las épocas de surgencia y relajación.

En contra posición al oxígeno disuelto, el pH exhibió valores altos en época de lluvia o de calma de la surgencia, producto de las descargas de aguas continentales ricas en sales básicas, siendo las capas superficiales las que exhibieron los valores más altos; los valores mínimos fueron observados en época de surgencia, que es cuando se presentan los niveles más bajos o nulos de la precipitación, en la cual la turbulencia y el rompimiento de la estratificación en la columna de agua, origina un efecto de taponamiento que provoca una leve disminución de este parámetro, llevando a estas aguas a un estado muy cercano al neutro en la escala de pH. Sin embargo, es importante

resaltar que los valores del pH determinados en esta investigación estuvieron dentro del rango de fluctuación que se considera normal a escala global para los mares y océanos (RICHARDS 1960).

La concentración de clorofila *a* aumentó en la época de surgencia comprendida entre marzo-mayo de 2013 en todas las profundidades muestreadas, probablemente debido al alza en los valores de este parámetro, por la biodisponibilidad de nutrientes que se origina por la sustitución de las aguas superficiales por aguas profundas ricas en ellos, fertilizando a la zona para que se produzca el bloom fitoplanctónico, caracterizado principalmente por diatomeas. En este sentido, SPINIELLO & PÉREZ (2005) observaron para el área de impacto de la surgencia costera, generada por los vientos, y que cuya influencia se extiende hasta la plataforma externa de la fachada atlántica de Venezuela, en la zona oceánica, una gran abundancia de fitoplancton, como las diatomeas y los dinoflagelados, los cuales son los grupos que presentan los mayores valores en la concentración de clorofila *a*, en promedio estos investigadores determinaron una representación del 88% de la abundancia total de estos dos grupos del total identificado para la zona.

Aunque la productividad primaria presentó gran variabilidad temporal con igual comportamiento espacial, sus mayores valores se evidenciaron en los eventos de resurgencia de las aguas profundas, y a diferencia de la clorofila *a*, la productividad primaria disminuyó con la profundidad, hallándose solapadas a un metro y siete metros de profundidad en la época de lluvia. Esta condición se explica posiblemente a la existencia de una surgencia periódica, que puede alcanzar los efectos deletéreos (la disponibilidad de alimentos y las limitaciones físicas, como la turbulencia,) explicados por CURY & ROY (1989). El promedio diario de productividad primaria reportado por RUEDA (2000), entre 1996 y 1998, fue de 1,4 g C.m<sup>-2</sup>.d<sup>-1</sup>; valor que define claramente la zona como área de surgencia, así como lo determinó THOMPSON (1972), para aguas que tuvieran estas características.

Con el índice de surgencia se confirmó la aparición temporal dentro del ciclo anual estudiado, de los focos de resurgimiento de aguas frías y ricas en nutrientes, el cual ocurre año tras año en la zona nororiental del país; adicionalmente, permitió interpretar de una mejor manera los datos, porque además de mostrar la influencia de la velocidad del viento en la producción de este fenómeno, también detalla cómo la dirección del viento influye a la surgencia. En este sentido, se observó que el año 2012 presentó anomalías relacionadas con una baja predominancia e intensidad de los vientos del noreste, provocando eventos de surgencia débiles, que a diferencia del año 2013, donde los vientos del noreste retomaron su intensidad y direccionalidad habitual, originando eventos de surgencia de moderado a fuertes, lo cual trae como consecuencia inmediata en momentos de parcial calma en la vertical del agua, la aparición de momentos que permiten la biodisposición de recursos por parte de la biota en los eslabones inferiores de la cadena alimentaria, en lo que se conoce como «ventanas óptimas de sobrevivencia» explicadas en CURY & ROY (1989), esto provoca estallidos de producción biológica en los diferentes niveles de producción de biomasa vegetal y animal, que se ha documentado profundamente para esta área (MARGALEF 1965; MULLER-KARGER *et al.* 1989; RUEDA 2000). Además, de igual forma se demuestra un segundo pulso de surgencia dentro de los ciclos anuales como los reportados por RUEDA (2000) y MARÍN *et al.* (2004), quienes indican que puede presentarse un segundo evento de surgencia, conocido como pulsos de surgencia o

surgencias menores, que se presenta durante uno o dos meses entre junio-agosto, relacionado con la discontinuidad de la termoclina, disminución de la transparencia del agua, bajas temperaturas y altas salinidades, originando un aporte importante de materia orgánica e inorgánica, lo que explica la alta productividad del medio marino venezolano.

En este sentido, el cambio estacional de la intensidad y dirección del viento en la región, es el agente motor de la variabilidad anual en los parámetros hidrográficos, que a su vez modelan la dinámica biológica. Las variaciones climáticas afectan el crecimiento, el desarrollo y la fecundidad de las especies, por lo que pueden considerarse impulsores de su dinámica poblacional (SAETHER 1997; POST & STENSETH 1999). Así, desentrañar esas relaciones entre las especies y el clima proporciona información crítica para avanzar en la comprensión ecológica y orientar las acciones de gestión. Ecológicamente, a medida que los climas cambian, algunas áreas pueden volverse inadecuadas para especies que históricamente las habitaron (LUO *et al.* 2015).

En relación al biovolumen, se observó una mayor concentración de organismos zooplanctónicos a las profundidades de 10 y 20 metros, siendo importante destacar que febrero de 2013, se encontró la más alta abundancia en todos los estratos evaluados, posiblemente como respuesta a una pausa o disminución en la intensidad de los vientos, lo cual provocó cierta estabilidad en el agua, abriendo temporalmente una brecha con condiciones ambientales óptimas, que permitió el asentamiento de una variada comunidad plantónica en el área estudiada.

Como consecuencia a lo antes expuesto, se puede decir que la abundancia zooplanctónica está relacionada con una alta productividad primaria, originada por el enriquecimiento de las aguas marinas (fenómeno de surgencia), trayendo como consecuencia la activación de las redes tróficas, por la mayor disponibilidad de presas para consumo. Al respecto, RAO & UROSA (1974), reportaron bajos valores de biomasa zooplanctónica entre agosto y noviembre, efecto inducido por el empobrecimiento de las aguas a causa de la baja productividad del área en ese período. Por su parte, CERVANTE-DUARTE *et al.* (1993), reportan que existe una relación estrecha entre la distribución del zooplancton y las condiciones de surgencia, encontrando que sus mayores valores de biomasa coincidieron con los meses de surgencia intensa (marzo-abril).

La densidad de huevos en el área evaluada de la fosa de Cariaco fue mayor en los estratos más profundos; observándose temporalmente una mayor densidad de huevos en febrero, abril y diciembre de 2013, como efecto directo del fenómeno de surgencia, el cual incide sobre las comunidades vegetales y animales planctónicas en el área evaluada, además del efecto deletéreo de los rayos ultravioletas de la luz atmosférica (MOSER 1981).

Por su parte, los valores más altos de la densidad de larvas se encontraron en los estratos más profundos evaluados (10 y 20 m), durante todos los meses; sin embargo, para febrero de 2013, se observaron densidades representativas de larvas en todas las profundidades. Una mayor presencia de larvas a estas profundidades, puede ser explicada por el comportamiento activo de estas para evitar las aguas superficiales y el efecto de la luz UV, tal comportamiento ha sido observado en varias especies de peces (MOSER 1981), reportando las mayores concentraciones larvianas en los 20 a 30 metros (LÓPEZ-ROJAS 1972; MARÍN *et al.* 1989). Muchas de estas larvas irían a formar

parte de la masa migrante de organismos hacia las profundidades anóxicas de la fosa de Cariaco, representados principalmente por miembros de la familia Myctophidae (MARÍN, 1989; LOVE, 2004; MATSUURA *et al.* 2007).

La densidad de huevos de peces capturados durante el período de muestreo fue considerablemente alta, en contraste con la densidad de larvas de peces (776,5 huevos/100 m<sup>3</sup> y 178,7 larvas/100 m<sup>3</sup>, respectivamente). Este comportamiento puede darse por dos razones, la primera es que la mayoría de los peces marinos tienen estrategia “r”, es decir, producen una gran cantidad de huevos, son de crecimiento rápido y poco longevas, como una adaptación para mitigar la gran mortalidad que sufren al inicio de su ciclo vital, ya sea por depredación o por causas naturales. En tal sentido, HOUDE (1989) señala que la mayor variabilidad del reclutamiento en los peces es a consecuencia de la alta tasa de mortalidad que puede ocurrir en el período de los primeros 50-70 días de su estadio temprano de vida, producido mayormente por la declinación en las abundancias de sus huevos.

Y segundo, también podría explicarse principalmente por la movilidad de las larvas de los peces, que les permite muchas veces evadir su captura, sumado a las migraciones verticales que estos realizan. Estos resultados son coincidentes con los registrados para otras áreas donde las capturas de huevos de peces son notablemente más altas que la de las larvas de peces (LÓPEZ-PERALTA 1993; VÁSQUEZ-YEOMANS & RICHARDS 1999; DOMINICI-AROSEMENA *et al.* 2000).

Estos resultados demuestran que el cambio estacional de la intensidad y dirección del viento (surgencia), es el principal agente motor que induce a la variabilidad anual en los parámetros hidrográficos, que a su vez modelan la dinámica biológica (biovolumen “zooplancton”, productividad primaria, clorofila *a*, y la densidad de huevos de peces). Sin embargo, a pesar de no haberse hallado correspondencia entre los factores ambientales con la densidad de larvas, se cree que existe la posibilidad de obtener una respuesta diferente si los rangos de profundidad son ampliados para esta variable biológica, ya que a pesar de que las larvas tienen una capacidad natatoria limitada, su comportamiento como migradores verticales en la columna de agua, que pueden llegar a profundidades mayores que las evaluadas en este estudio, pueden estar dando un sesgo en el resultado inicial, en relación a esta fase de desarrollo ontogénico de los peces.

## AGRADECIMIENTO

El presente trabajo de investigación está basado en los datos hidrográficos y biológicos de la serie de tiempo hidrográfica que realiza el proyecto CARIACO en la Fosa oriental de la Cuenca de Cariaco. La generación de estos datos fue posible gracias al intenso y mancomunado esfuerzo de muchas personas pertenecientes a seis instituciones venezolanas y norteamericanas (UDO, FLASA, USB, USF, USC, SUNY).

## REFERENCIAS

ALLEN, T. 2006. *Análisis ictioplanctónicos de dos áreas costeras del Golfo de Cariaco, Estado Sucre, Venezuela*. Trab. Grad. M. Sc. Ciencias Marinas, Universidad de Oriente, Cumaná, Venezuela, 90 pp.

- ANGEL, M. 1982. Ocean trench conservation. IUCN Commission on Ecology Papers, 1: 1-17. (The Environmentalist, 2: Supplement N° 1).
- ASTOR, Y., J. MERI & F. MÜLLER-KARGER. 1998. Variabilidad estacional hidrográfica en la fosa de Cariaco. *Mem. Fund. La Salle Cien., Nat.* 149: 61-72.
- ASTOR, Y., F. MÜLLER-K., R. BOHRER, L. TROCCOLI & J. GARCÍA. 2004. Variabilidad estacional e interanual del carbono inorgánico disuelto y nutrientes en la Cuenca de Cariaco. *Mem. Fund. La Salle Cien., Nat.* 161-162: 235- 252.
- BAGDO, E. 1977. *Abundancia, distribución horizontal y biomasa de zooplancton en el Golfo de Cariaco entre marzo y diciembre de 1975*. Trab. Grad. Lic. Biología, Universidad de Oriente, Cumaná, Venezuela, 37 pp.
- BAIRD, V., D. WILSON & D. MILLIKEN. 1973. Observations on *Bregmaceros nectabanus* Whitley in the anoxic sulphurous waters of the Cariaco Trench. *Deep-Sea Res.* 20: 503-504.
- BLAXTER, J. 1974. *Introduction*. En: *The early life history of fish*. Ed. Blaxter, J. Springer-Verlag Berlin. 5-6.
- BLAXTER, J. 1984. *Introduction*. En: *Ontogeny, Systematics of Fishes*. Eds. Moser, H., W. Richards, D. Cohen, M. Fahay, A. Kendall Jr. & S. Richardson. American Society of Ichthyologists and Herpetologists. Special publication Number 1. La Jolla, California. 1-6.
- BOWDEN, K. 1983. *Physical oceanography of coastal waters*. Ellis Horwood Ser. Mar. Sci. John Wiley & Sons. Nueva Jersey. 302 pp.
- BRITO, A. 1999. *Composición y abundancia de las larvas de peces del canal de entrada de la laguna de la Restinga, Isla de Margarita, Venezuela, durante el periodo comprendido entre enero y junio de 1995*. Trab. Grad. Lic. Biología Marina, Universidad de Oriente, Boca de Río, Venezuela, 103 pp.
- BRICEÑO, R. & B. MARÍN. 1997. Distribución y abundancia larvaria de Bregmacerotidos (Pisces: Bregmacerotidae) en aguas neríticas del sur de la isla de Margarita, Venezuela. VII Congreso Latino-Americano sobre Ciencias do Mar, Santos. Instituto Oceanográfico da Universidad de Sao Paulo, Asociación Latinoamericana de Investigadores en Ciencias del Mar, Federacao das Industrias do Estado de Sao Paulo, Sao Paulo, Resúmenes Expandidos. 113-114 p.
- CARIACO OCEAN TIME-SERIES PROGRAM. 2019. Understanding the Link between the Ocean Surface and the Sinking Flux of Particulate Carbon in the Cariaco Basin. <http://imars.marine.usf.edu/WebPageDataCARIACO/MasterHydrography/> (revisada en abril 2019).
- CLARKE, K., R. GORLEY, P. SOMERFIELD & R. WARWICK. 2014. *Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation*. PRIMER-E, Plymouth. 262 pp.
- CERVANTE-DUARTE, R., S. AQUÍNIGA-GARCÍA & S. HERNÁNDEZ-TRUJILLO. 1993. Condiciones de surgencia asociadas a la distribución de zooplancton en San Hipolito, B.C.S. *Cienc. Mar.* 19 (1): 117-135.

- CURY, P. & C. ROY. 1989. Optimal environmental window and pelagic recruitment success in upwelling area. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 46: 670-680.
- DOMINICI-AROSEMENA, A., E. BRUGNOLI-OLIVERA, S. SOLANO-ULATE, H. MOLINA-UREÑA & A. RAMÍREZ YOGHI. 2000. Ictioplancton en la zona portuaria de Limón, Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 39 (2-3): 439-442.
- EPIFANIO C & R GARVINE. 2001. Larval transport on the Atlantic continental shelf of North America: A review. *Estuar. Coast. Shelf Sci.* 52: 51-77.
- ESTEVE, R. 1985. *Distribution, abundance and recruitment patterns of fish larvae around Cubagua Island, Venezuela*. Trab. Grad. M.Sc., University of Miami, Florida. EEUU, 148 pp.
- FEBRES-ORTEGA, G. 1974. Circulación de las aguas superiores de la fosa de Cariaco en abril de 1979. *Bol. Inst. Oceanogr. Venez.* 13 (1-2): 79-86.
- FEBRES-ORTEGA, G. & L. HERRERA. 1975. Interpretación dinámica de algunas características oceanográficas de la fosa de Cariaco. *Bol. Inst. Oceanogr. Venez.* 14: 3-29.
- FERRAZ-REYES, E. 1989. Influencia de los factores físicos en la distribución vertical de la biomasa fitoplanctónica en el golfo de Cariaco (Venezuela). *Bol. Inst. Oceanogr. Venez.* 28 (1-2): 47-56.
- GASCA, R. & J. SUÁREZ. 1996. *Introducción al estudio del zooplancton marino*. El Colegio De La Frontera Del Sur, ECOSUR. México D.F, México, 711 p.
- GÓMEZ, A. 1980. Observaciones taxonómicas y ecológicas de estados larvales Elopiformes en la Laguna de la Restinga y aéreas próximas. *Bol. Mus. Mar* 10: 3-23.
- GÓMEZ, A. 1984. Inducción del desove, desarrollo embrionario y larval de *Chaetodipterus faber* (Broussonet) (Pisces: Ehippidae) en la Isla de Margarita, Venezuela. *An. Inst. Inv. Mar. Punta Betín* 14: 85-104.
- GÓMEZ, A. & A. GRANADO. 1986. Observaciones sobre huevos y larvas de tres especies de peces sapo (Batrachoididae) en la Isla de Margarita, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Venez.* 25 (1-2): 99-106.
- GONZÁLEZ, E. 1984. Estudio preliminar sobre huevos y larvas de peces en el estrecho de Maracaibo y la Bahía del Tablazo. *Bol. Centro Invest. Biol.* 16: 97-117.
- HERNÁNDEZ-TRUJILLO, S., G. ESQUEDA-ESCÁRCEGA, J. R. HERNÁNDEZ-ALFONSO & R. PACHECO-CHÁVEZ. 2010. Variación diaria de la abundancia del zooplancton en Bahía Magdalena, Baja California Sur. *Rev. Mex. Biodiv.* 81: 913-920.
- HENRÍQUEZ, E. 2007. *Abundancia y distribución del ictioplancton en la plataforma externa de la fachada atlántica de Venezuela*. Trab. Grad. Lic. Biología, Universidad de Oriente, Cumaná, Venezuela, 111 pp.

- HERRERA, L. & G. FEBRES-ORTEGA. 1975. Procesos de surgencia y renovación de aguas en la fosa de Cariaco, Mar Caribe. *Bol. Inst. Oceanogr. Venez.* 14 (1): 31-44.
- HOLMEN, K. & C. Rooth. 1990. Ventilation of the Cariaco Trench, a case of multiple source competition. *Deep-Sea Res.* 37 (2): 203-225.
- HOUDE, E. 1989. Subleties and episodes in the early life of fishes. *J. Fish Biol.* 35 (Supl. A): 29-38.
- LLANO, M., J. CÁRDENAS, L. MAYZ, P. GUEVARA & A. ARMAS. 1991. Elementos biogénicos de los sedimentos de la fosa de Cariaco y los recursos ícticos del nororiente venezolano. *Mem. Fund. La Salle Cien., Nat.* 51 (135 y 136): 57-72.
- LÓPEZ-PERALTA, R. 1993. Estudio preliminar del ictioplancton en la Ciénaga Grande de Santa Marta (Caribe Colombiano). *Bol. Inst. Oceanogr. Venez.* 32 (1-2): 79-90.
- LÓPEZ-ROJAS, H. 1972. Distribución y abundancia estimada de huevos de sardina (*Sardinella anchovia*) en la región oriental de Venezuela, 1968-1969. *Proy. Invest. Desar. Pesq. MAC-PNUD. FAO. Inf. Tec.* 46: 1-12.
- LÓPEZ-ROJAS, H. & A. MACHADO-ALLISON. 1975. Algunos aspectos del desarrollo y crecimiento de *Loricaria laticeps* (Blecker) 1864 (Osteichthyes, Siluriformes, Loricariidae). *Acta Biol. Venez.* 9: 93-119.
- LOVE, R., R. FISHER, M. WILSON & R. NERO. 2004. Unusual swimbladder behavior of fish in the Cariaco Trench. *Deep-Sea Res.* 51 (1): 1-16.
- LUO, Q., M. BANGE, D. JOHNSTON & M. BRAUNACK. 2015. Cotton water use and wáter use efficiency in a changing climate. *Agric. Ecosyst. Environ.* 202: 126-134.
- MARGALEF, R. 1965. Composición y distribución del fitoplancton. *Mem. Fund. La Salle Cien., Nat.* 25: 141-205.
- MARÍN, B. 1989. *Taxonomía y distribución del ictioplancton de la Fosa de Cariaco en octubre de 1979*. Trab. Grad. M. Sc. Ciencias Marinas, Oriente, Cumaná, Venezuela, 174 pp.
- MARÍN B. 1996. *Transport et recruitment du muge argenté Mugil curema, dans une lagune cotiere tropicale*. Trab. Grad. Dr., Universite Laval, Québec, Canadá, 105 pp.
- MARÍN, B., A. GÓMEZ & L. UROSA. 1989. Taxonomía y distribución del ictioplancton en la fosa de Cariaco. *Bol. Inst. Oceanogr. Venez.* 28 (1 y 2): 15-28.
- MARÍN, B., C. FLORES, J. RODRÍGUEZ & M. HUQ. 1990. Variación estacional de larvas de clupeidos y engráulidos al norte de la Península de Araya, Venezuela, en el periodo junio 1989-marzo 1990. *Acta Cien. Venez.* 41 (1): 96.
- MARÍN, B., C. LODEIROS, D. FIGUEROA & B. MÁRQUEZ. 2004. Distribución vertical y abundancia estacional del microzooplancton y su relación con los factores ambientales en Turpialito, Golfo de Cariaco, Venezuela. *Rev. Cientif. FCV-LUZ.* (2): 133-139.

- MÁRQUEZ, B., J. DÍAZ-RAMOS, L. TROCCOLI, B. MARÍN & R. VARELA. 2009. Densidad, biomasa y composición del zooplancton, en el estrato superficial de la cuenca de Cariaco, Venezuela. *Rev. Biol. Mar. Oceanogr.* 44 (3): 737-749.
- MATSUURA, Y., A. SILVA, M. KATSURAGAWA & K. SUZUKI. 2007. Distribution and abundance of two species of codlet (Teleostei, Bregmacerotidae) larvae from the south-eastern Brazilian Bight. *Fish. Oceanogr.* 2 (2): 82-90.
- MOSER, G. 1981. *Morphological and functional aspects of marine fish larvae*. En: *Marine fish larvae. Morphology, ecology and relation to fisheries*. Ed. Lasker, R. University of Washington Press, Seattle, EEUU, 90-131.
- MULLER-KARGER, F., Y. ASTOR, M. SCRANTON, G. TAYLOR, R. THUNELL, R. VARELA, C. BENITEZ-NELSON, K. BUCK, K. FANNING, J. CAPELO, J. GUTIERREZ, L. GUZMAN, L. LORENZONI, E. MONTES, J. ROJAS, A. RONDON, D. RUEDA-ROA & E. TAPPA. 2019. "Time-series Niskin-bottle sample data from R/V Hermano Gines cruises in the Cariaco Basin from 1995 through 2017 (CARIACO Ocean Time-Series Program)". <https://doi.org/10.1575/1912/bco-dmo.3093.1>
- MULLER-KARGER, F., C. MCCLAIN, T. FISHER, W. ESAIAS & R. VARELA. 1989. Pigment distribution in the Caribbean Sea: Observations from space. *Prog. Oceanogr.* 23: 23-64.
- NÚÑEZ, J. 2020. *Estructura comunitaria del ensamblaje de larvas de peces en la Fosa de Cariaco, y algunos aspectos poblacionales de Bregmaceros cantori* (Milliken & Houde, 1984). Trab. Asc. Prof. Asistente, Universidad de Oriente, Cumaná, Venezuela, 52 pp.
- NÚÑEZ, J. & B. MARÍN. 2018. Edad y crecimiento en la fase larval de *Bregmaceros cantori* (Milliken & Houde, 1984) (Pisces: Bregmacerotidae), en la Fosa de Cariaco, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Venez.* 57 (1): 84-99.
- OKUDA, T., J. BENÍTEZ, J. SELLIER DE CIVIEUX, J. FUKUOKA & B. GAMBOA. 1974. Revisión de los datos oceanográficos en el Mar Caribe suroriental, especialmente en el margen continental de Venezuela. Cuadernos Azules No. 15. Publicaciones de la III Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar. Caracas. 177 pp.
- PANTALEÓN, B., G. ACEVES & I. CASTELLANOS. 2005. Distribución y abundancia del zooplancton del complejo lagunar Chacahua- La Pastoría, Oaxaca, México. *Rev. Mex. Biodiv.* 76: 63-70.
- POST, E. & N. STENSETH. 1999. Climate variability, plant phenology, and northern ungulates. *Ecology* 80: 1322-1339.
- RAO, T. & L. UROSA. 1974. Ecología del zooplancton en el Golfo de Cariaco. Parte I. Variabilidad de la biomasa durante el período de agosto a noviembre de 1973. *Bol. Inst. Oceanogr. Venez.* 13 (1 y 2): 67-78.
- RICHARDS, F. 1960. Some chemical and hydrographic observations along the north coast of South America 1. Cabo Tres Puntas to Curacao, including the Cariaco Trench and the Gulf of Cariaco. *Deep-Sea Res.* 7: 163-182.

- RICHARDS, F. & R. VACCARO. 1956. The Cariaco Trench, an anaerobic basin in the Caribbean Sea. *Deep-Sea Res.* 3 (3): 214-228.
- RICHARDS, W. 1985. Status of identification of states primitives of life fish. *Bull. Mar. Sci.*, 37 (2): 756-760.
- RONDÓN, M. 2020. *Composición, abundancia y distribución espacio-temporal del ictioplancton en la zona central del Parque Nacional Mochima, estado Sucre, Venezuela*. Trab. Grad. Lic. Biología, Universidad de Oriente, Cumana. Venezuela, 112 pp.
- RUEDA, D. 2000. *Variación temporal de la distribución vertical de la biomasa fitoplanctónica en la depresión oriental de la cuenca de Cariaco y sus relaciones con los aspectos hidrográficos del estrato superficial (1996-1998)*. Trab. Grad. M. Sc. Ciencias Marinas, Universidad de Oriente, Cumaná, Venezuela, 120 pp.
- RUSSELL, F. 1976. The eggs and planktonic stages of british marine fishes. Academic Press London, Londres, U.K. 524 pp.
- SAETHER, B. 1997. Environmental stochasticity and population dynamics of large herbivores: a search for mechanisms. *Trends Ecol. Evol.* 12: 143-149.
- SIMPSON, J. & G. GONZÁLEZ. 1967. Algunos aspectos de las primeras etapas de la vida y el medio ambiente de la *Sardinella anchovia* en el oriente de Venezuela. *Min. Agri. Cria, Ser. Recursos Explot. Pesq.* 1 (2): 38-92.
- SOKAL, R. & R. ROHLF. 1995. *Biometry: the principles and practice of statistics in biological research*. Freeman, New York, EEUU, 887 pP.
- SPINIELLO, P. & G. PÉREZ. 2005. Inventario de la flora planctónica en el frente Atlántico venezolano. 31-42. En: Frente Atlántico venezolano. Eds. Gómez, M., M. Capaldo, C. Yanes, & A. Martín. Investigaciones Geoambientales: Ciencias Ambientales. Tomo I. Petróleos de Venezuela, S.A. (PDVSA)-Fondo Editorial Fundambiente, Caracas, Venezuela, 176 pp.
- STANCYK, S. & R. FELLER. 1986. Transport of non-decapod invertebrate larvae in estuaries: an overview. *Bull. Mar. Sci.* 39 (2): 616-622.
- SUBERO, J. 2020. *Evaluación ecológica y distribución espacial del ictioplancton en zonas costeras protegidas de la Bahía de Mochima, Parque Nacional Mochima, Venezuela*. Trab. Grad. Lic. Biología, Universidad de Oriente, Cumana. Venezuela, 124 pp.
- THOMPSON, J. 1972. *Ocean deserts and ocean oases*. 36-61. En: *Desertificación: Environmental degradation in and around arid lands*. Ed. Glantz, M. Westview Press, Colorado, EEUU 346 pp.
- VÁSQUEZ-YEOMANS, L. & W. RICHARDS. 1999. Variación estacional del ictioplancton de la Bahía de la Ascensión, Reserva de la Biomasa de Sian Kalan (1999-1994). *Rev. Biol. Trop.* (1): 197-207.

RECIBIDO: MARZO 2022

ACEPTADO: JULIO 2022

# CARACTERÍSTICAS MORFODINÁMICAS Y PROCESOS EROSIVOS EN DOS PLAYAS ARENOSAS DE PANAMÁ Y SU RELACIÓN CON EL MEIOBENTOS

JUAN ANTONIO GÓMEZ H.<sup>1</sup>, BAUMAR MARÍN<sup>†</sup> & ITALO GOTI<sup>2</sup>

<sup>1</sup> *Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y Tecnología, Universidad de Panamá.*  
*orcid: 0000-0002-9320-1674; juanay05@hotmail.com*

<sup>2</sup> *Escuela de Biología, Centro Regional de Azuero, Universidad de Panamá.*  
*orcid: 0000-0001-5702-5389; italo.goti@up.ac.pa*

**RESUMEN:** La abundancia y diversidad de la comunidad meiobentónica está supeditada a la dinámica de las olas, producto de la morfología de la zona intermareal. En las playas arenosas de El Rompío y Los Guayaberos, Panamá, separadas por un espigón, se determinó la morfodinámica y el meiobentos, colectado con un nucleador de pvc de 25,49 mm de diámetro, introducido 5 cm en el sedimento, entre agosto de 2019 y 2020, en visitas mensuales en marea baja de sicigia. Las muestras y sus repeticiones se tomaron en dos estaciones en el mesolitoral inferior e infralitoral, situadas en un transepto a 150 m de un espigón. El objetivo del estudio fue verificar el efecto de esta estructura en la morfodinámica y la disipación de la energía de las olas sobre el meiobentos. Se recolectaron 29 taxones en ambas playas y se observó diferencias de la diversidad entre estas. Con los datos morfodinámicos se calcularon los indicadores de erosión y se relacionaron con los organismos. En la playa El Rompío, de arena fina, con tendencia acreciva, solamente el índice de quiebre ( $\gamma_b$ ) se relacionó con los nemátodos, mientras que, en Los Guayaberos, de arena media y tendencia erosiva, la relación del índice de quiebre ( $\gamma_b$ ) fue con los oligoquetos y el factor de erosividad ( $E_r$ ) con nemátodos. La presencia del espigón y el patrón de circulación definieron la energía de las olas sobre las dos playas, e incidieron sobre la morfodinámica y la granulometría que determinó la variación de la abundancia y diversidad del meiobentos.

**Palabras clave:** jerarquía, diversidad, indicadores de erosión, taxón, Azuero

**ABSTRACT:** The abundance and diversity of the meiobenthic community are subject to wave dynamics, a product of intertidal morphodynamics. In the sandy beaches of El Rompío and Los Guayaberos, Panama, separated by a jetty, the morphodynamics and meiobenthos were determined, collected with a 25.49 mm diameter PVC corer, inserted 5 cm into the sediment, between August 2019 and 2020, in monthly visits at low syzygy tide. The samples and their repetitions were taken at two stations in the lower mesolittoral and infralittoral, located in a transept 150 m from a breakwater. The objective of the study was to verify the effect of the jetty on the morphodynamics and the dissipation of wave energy on meiobenthos. 29 taxa were collected on both beaches and diversity differences between them were observed. With the morphodynamic data, the erosion indicators were calculated and related to the organisms. In El Rompío beach, with fine sand, with an accretive trend, only the rate of breakage ( $\gamma_b$ ) was related to nematodes, while at Los Guayaberos, with medium sand and an erosional trend, the relationship between the rate of breakage ( $\gamma_b$ ) was with oligochaetes and the erosion factor ( $E_r$ ) with nematodes. The presence of the breakwater and the circulation pattern defined the energy of the waves on the two beaches and affected the morphodynamics and granulometry that determined the variation in the abundance and diversity of meiobenthos.

**Keywords:** hierarchy, diversity, erosion indicators, taxa, Azuero

## INTRODUCCIÓN

Los procesos hidrodinámicos y las respuestas morfológicas de la zona costera son dirigidos por la morfodinámica de las playas arenosas, que garantizan las retroalimentaciones positivas y negativas, con el fin de mantener una relación de equilibrio a diversas escalas temporal y espacial. El sustrato arenoso permite suficiente porosidad para la retención de líquido intersticial, el cual se enriquece por la presencia de oxígeno disuelto y materia orgánica, cuyas concentraciones dependerán de las características morfodinámicas (POWER 2020).

Las playas disipativas, caracterizadas por arena fina, con baja permeabilidad retienen altos volúmenes de líquido intersticial, mientras que las intermedias, poseen alta proporción de arena media, permeabilidad elevada y poca retención de humedad (McLACHLAN & BROWN 2006). Los principales factores que definen estas características son la dinámica de las olas y las mareas, las cuales producen corrientes longitudinales y transversales litorales que redistribuyen el sedimento, desplazándose en el espacio y el tiempo de manera continua (BLANES ECKERT 2008), sin embargo, la presencia de estructuras naturales o artificiales sobre la costa, pueden alterar este patrón, como es el caso de los espigones, escolleras, paredones, rompeolas y otros (JIMÉNEZ-TERÁN *et al.* 2013; SHORT & JACKSON 2013).

En el caso particular de los espigones, estos son estructuras perpendiculares a la costa, que pueden ser de origen natural, e irrumpen la continuidad de playas arenosas (MARTÍNEZ & RIPOLL 1994) o construidos como medida de protección costera, para disminuir los procesos erosivos que bloquean el flujo de la corriente litoral que incide sobre la dinámica de las olas y el sedimento (JACKSON & SHORT 2020). Estas estructuras producen grandes alteraciones destructivas sobre las playas, a través de la corriente longitudinal que generan diferencias en ambos lados de la estructura, con acreción en el costado donde impacta la corriente, llamado ascendente y erosión en el otro contrario o descendente (McLACHLAN & BROWN 2006), además, inducen a la formación de corrientes de retorno (HANSON & LARSON 2004), la cual puede influenciar la dinámica y distribución de los organismos del meiobentos.

La meiofauna la constituyen invertebrados que viven enterrados en el sedimento, que no superan las 1 000  $\mu\text{m}$  de tamaño y son retenidos con malla de 64  $\mu\text{m}$ ; se desplazan verticalmente en el sedimento de acuerdo con las condiciones ambientales que se producen en la superficie del sustrato (COUL & CHANDLER 2001), el cual va a estar determinado por la disponibilidad de oxígeno y la concentración de materia orgánica (MOODLEY *et al.* 2000), condicionado por la energía de las olas (GHESKIERE *et al.* 2005), sobre el sustrato de la zona intermareal y la disipación de la energía definida por las características morfodinámicas de las playas arenosas (POWER 2020), que modelan la granulometría del fondo (PRODGER *et al.* 2017) y definen la abundancia y biomasa del meiobentos (RODRÍGUEZ *et al.* 2001).

En los estudios de meiobentos se analiza la abundancia y diversidad relacionada con sustratos energéticos: carbohidratos, lípidos y proteínas (COVAZZI *et al.* 2006), feopigmentos y clorofila (STEAD *et al.* 2011), granulometría, temperatura y salinidad del agua intersticial (PRIYALAKSHMI &

MENON 2014), oxígeno disuelto, relación C:N, potencial de oxi-reducción, carbono orgánico total, (SOTO *et al.* 2015), cantidad de agua intersticial y materia orgánica (EL-SEREHY *et al.* 2015). A pesar que este grupo de organismos vive protegido de variaciones ambientales externas (ARMONIES & REISE 2000), la relación de la meiofauna y el efecto de la hidrodinámica sobre las características físicas de las playas del pacífico panameño no ha sido investigada.

Pocos son los estudios sobre meiofauna en Panamá, sin embargo, existen algunos relacionados con la contaminación (ALVARADO & GOTI 2019; PINZÓN *et al.* 2019) y los procesos de erosión/acreción (GOTI & DE LA CRUZ 2018), por lo que esta investigación pretende estudiar la vinculación de variables que definen la disipación de la energía de las olas sobre el sustrato y su efecto en el meioentós. Se estima que la presencia del espigón que separa ambas playas, afecta la morfodinámica de estas con consecuentes variaciones de las características granulométricas producidas por la dinámica de las olas que definirán la comunidad meioentónica.

## MATERIAL Y MÉTODOS

El área de interés para este estudio corresponde a dos playas ubicadas en Panamá: El Rompío (7° 58' 15" N y 80° 20' 30" O) y Los Guayaberos (7° 57' 36" N y 80° 20' 13" O), las cuales se caracterizan por ser arenosas, expuestas y separadas por un espigón (Fig. 1), además, ambas se encuentran sometidas a la influencia del aporte de sedimento proveniente de la desembocadura del Río La Villa, Los Santos. La playa El Rompío se define morfodinámicamente como intermedia, de arena

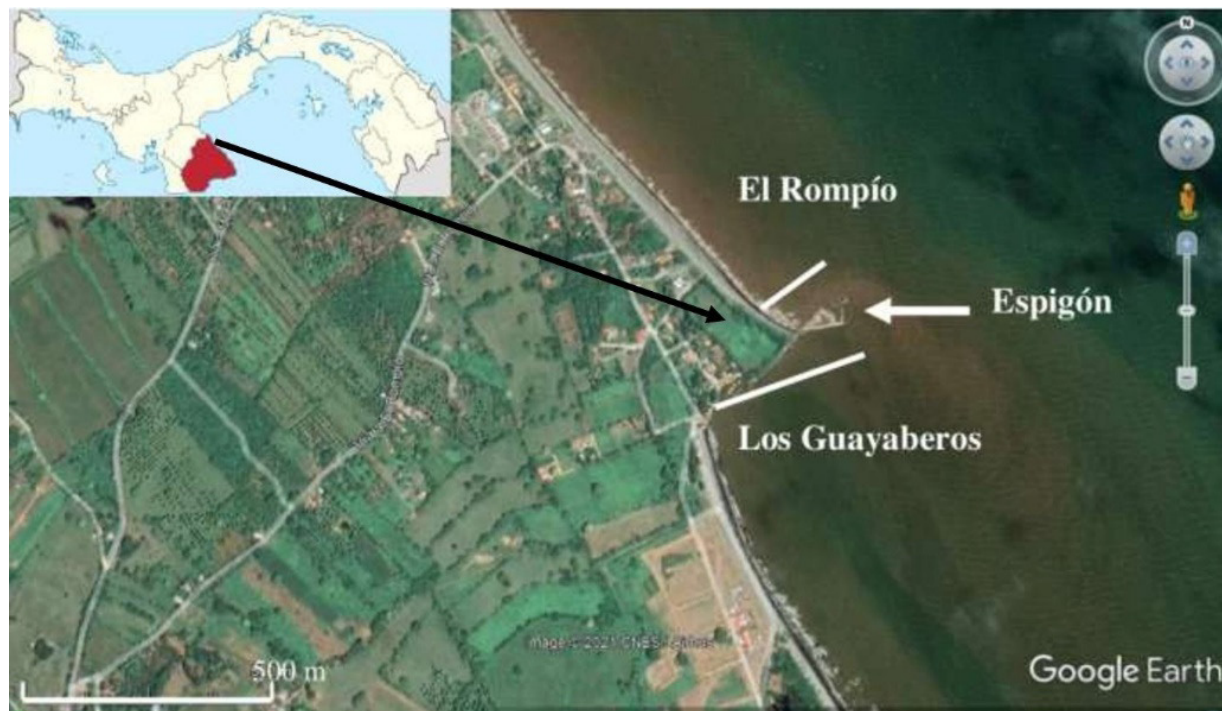


Fig. 1. Ubicación de las playas El Rompío y Los Guayaberos, Los Santos, Panamá.  
Fuente: Google Earth, Imagen CNES/Airbus <https://www.nativatours.com/es/los-santos-3/>

media y en franca acreción (DE GRACIA 2014), mientras que Los Guayaberos posee característica disipativa, arena muy fina y está sometida a un proceso permanente de erosión (GONZÁLEZ 2013).

Se registraron las características del oleaje de rompiente, la morfodinámica y la granulometría, en dos transeptos a 150 m a cada lado del espigón, entre agosto de 2019 y agosto de 2020, en visitas mensuales, en los días de mayor amplitud de la marea baja de sicigia de luna llena. De acuerdo a la clasificación de DEL RÍO *et al.* (2013), ambas playas se consideran del tipo rectilínea, largas, regulares, con influencia de aporte de sedimento fluvial.

Las variables hidrodinámicas medidas, que incidieron sobre la morfodinámica de las playas fueron: la altura de ola de rompiente ( $H_b$ ) calculada con un jalón graduado, el período (T) con un cronómetro y la amplitud (L) con una cinta métrica de fibra de vidrio; el ángulo de incidencia de la ola sobre la playa ( $\alpha_b$ ) con un transportador, la dirección de la ola (Dir) con una brújula lensática, además se determinó el perfil de la playa ( $\tan \beta$ ) con el método de EMERY (1961).

Con los datos de las variables anteriores se calcularon los siguientes índices: la energía de la ola (E) (DYER 1986), la celeridad (C) en aguas poco profundas (de acuerdo a la teoría lineal del oleaje), el peralte ( $H_b/L$ ), el índice de quiebre de la ola ( $\gamma_b$ ) (HORIKAWA 1988) y la amplitud relativa de la marea (RTR) (MASSELINK & SHORT 1993). Además, se determinó la velocidad orbital máxima cerca del fondo ( $U_{max}$ ) (SOULSBY & SMALLMAN 1986), la velocidad de retorno de infraexcavación ( $U_m$ ) (SVENDSEN 1984) y el factor de erosividad ( $E_r$ ) (BENAVENTE *et al.* 2000).

La granulometría del infralitoral y mesolitoral inferior se determinó con el método de tamizado en seco (SUGUIO 1973) para evaluar la granulometría media ( $M_z$ ), clasificación ( $\sigma$ ), asimetría ( $S_{kl}$ ) y curtosis granulométrica ( $K_G$ ), de acuerdo a las ecuaciones de FOLK & WARD (1957); la concentración de materia orgánica se calculó a través del método de calcinación de DABADIE *et al.* (2018) modificado, la muestra de 1 g se sometió a 500 °C por una hora, previa eliminación de la humedad en horno a 60°C por 24 h, hasta peso constante.

Durante el estudio de ambas playas, se establecieron dos estaciones de colecta, mesolitoral inferior e infralitoral, donde se recolectó el meiobentos con dos repeticiones para determinar la abundancia y densidad, de acuerdo a la metodología de VARGAS (1988), con un nucleador de pvc, de 29,45 mm de diámetro, introducido hasta 5 cm en el sedimento.

El material colectado se fijó con formalina al 5% y teñido con Rosa de Bengala, luego de 24 h fue tamizado a través de mallas de 1 000  $\mu\text{m}$  y 64  $\mu\text{m}$ , con agua corriente; los organismos retenidos en esta última se fijaron con alcohol al 95%. La identificación del meiobentos se realizó con la ayuda del libro de GIER (2009) y las guías de SCHMIDT-RHAESA (2020) y YOUSUF & HOSSEN (2020), con microscopio binocular Leica D500.

La variación de la abundancia del meiobentos entre meses se determinó mediante el análisis no paramétrico de Kruskal-Wallis, evaluada la normalidad previamente con la prueba de Lilliefors; las diferencias entre zonas y temporadas se realizaron a través del análisis U de Mann-Withney (STEEL & TORRIE 1985; GUISANDE-GONZÁLEZ *et al.* 2006).

La diversidad se determinó de acuerdo al índice de Shannon-Wiener (MAGURRAN 1998), y la diferencia entre estas con la prueba t de Hutcheson (HUTCHESON 1970), además se utilizó las curvas de rarefacción (GOTELLI & COLWELL 2001) y la rutina ANOSIM de acuerdo a CLARKE *et al.* (2014). Las variables morfodinámicas y granulométricas que inciden sobre las playas y las diferencias sedimentológicas entre estas se evaluaron mediante el análisis de componentes principales; se utilizó el análisis de correspondencia canónica para determinar las relaciones entre variables físicas (morfodinámicas y granulométricas) con los diversos taxones del meiobentos (REYMENT & SAVAZZI 1999; GREENACRE & PRIMICERIO 2013).

Los datos hidrodinámicos y morfodinámicos fueron analizados con los paquetes libres BioEstat 3.1 (AYRES *et al.* 2007) y PAST 4.0 (HAMMER *et al.* 2001), y la granulometría mediante el Sysgran (CAMARGO 2006).

## RESULTADOS

En la playa El Rompío, las variables morfodinámicas destacadas fueron la altura de ola de rompiente, con promedio de  $0,26 \text{ m} \pm 0,0811$ , la energía de la ola,  $0,0939 \text{ Joules/m}^2 \pm 0,0545$ , celeridad  $2,16 \text{ m/s} \pm 0,1882$ , el perfil de la playa,  $\tan \beta$  de  $0,0286 \pm 0,0206$  (TABLA 1); a partir del resultado promedio de la corriente de retorno de infraexcavación ( $U_{\text{max}}$ ) y la celeridad (C) se determinó la proporción entre estas dos variables, la cual produjo un valor promedio de  $8,58 \pm 8,69\%$ .

TABLA 1. Estadística descriptiva de las variables morfodinámicas de la playa El Rompío, agosto de 2019 a agosto de 2020.

Variable	Unidad	$\bar{x}$	D.S.	Máx	Mín
Hb	m	0,26	0,0811	0,38	0,15
T	s	4,99	2,5209	10,28	3,06
L	m	7,91	1,1072	9,70	6,65
z	m	0,48	0,0911	0,68	0,37
$\alpha_b$	°	17,56	16,47	47	5
Dir	°	69,3	33,62	165	30
E	Joules/m <sup>2</sup>	0,0939	0,0545	0,1784	0,0297
C	m/s	2,161	0,1882	2,58	1,9
$H_b/L_b$		0,0347	0,0118	0,0530	0,0190
$\gamma_b$		0,5483	0,6780	0,8180	0,3170
RTR		7,4074	2,3703	11,4210	4,6680
$\tan \beta$		0,0286	0,0206	0,0627	0,0041
$U_{\text{max}}$		0,1871	0,1953	0,7404	0,0956
$U_m$		0,5905	0,1783	0,8692	0,3365
$E_r$		0,2371	0,1552	0,1510	0,0430

Las características morfodinámicas, explicadas por el primer componente del análisis de componentes principales (ACP), fueron la amplitud relativa de la marea (RTR) y el período de las olas (T), mientras que el segundo componente, la amplitud entre olas (L), estas variables contribuyeron con 89 % de la variabilidad de los datos (Fig. 2).

La granulometría media se caracterizó por ser arena fina,  $M_z = 2,18 \pm 0,2001$ , la clasificación media ( $\sigma_i$ ), moderadamente seleccionada,  $0,6865 \pm 0,0688$ , la asimetría media ( $S_{KI}$ ), aproximadamente simétrica,  $-0,0093 \pm 0,1193$  y la curtosis media, ( $K_G$ ) mesocúrtica,  $0,9753 \pm 0,1724$ . La concentración media de materia orgánica fue de  $3,34 \% \pm 1,88$  y la temperatura del sedimento promedio fue de  $29,62 \pm 2,03^\circ\text{C}$ .

La sobreposición de los perfiles mensuales, mostró una playa acreciva/erosiva en la parte superior con respecto a la inferior, en la misma proporción se produjo el efecto erosivo/acrecivo, de manera intercalada, durante el período de estudio, con un punto de inflexión de quiebre medio de  $21,2 \pm 12,38$  m, lo cual indicó mayor incidencia de corriente transversal sobre la playa. La variación máxima, promedio y mínimo mensual del perfil, durante el período de estudio se representa en la Figura 3.

La variabilidad granulométrica se destaca mediante el ACP, a través del componente 1, explicado por la concentración de materia orgánica del sedimento (M.O.) y el componente 2 por la granulometría media ( $M_z$ ) y la curtosis granulométrica ( $K_G$ ) (Fig. 4).

En esta playa se recolectaron 22 taxones, con densidad de  $79,85 \text{ ind}/10 \text{ cm}^2$ . Los taxones: Nematoda, Copepoda, Gnathostomulida, Isopoda, Oligochaeta y Ostracoda representaron el 91,79 % de la abundancia (Fig. 5).

El resto de los taxones, representó el 8,21 % de la abundancia (Fig. 6), entre los cuales se encontraron los grupos considerados como exclusivos, representados por *Leptosilonema sp.*, *Glochinema sp.*, peces góbidos y los Foraminifera de concha suave y dura, por encontrarse solamente en El Rompío.

No existe diferencia de la abundancia entre zonas infralitoral y mesolitoral ( $U = 206$   $p = 0,7153$ ), ni de diversidad entre estas ( $H' = 1,5768$ , igual valor en ambas zonas). La rutina ANOSIM confirmó que no hay diferencia de diversidad entre zonas ( $R = 0,06171$   $p = 0,988$ , estrés =  $0,0733$ ). Tampoco se registró diferencias de densidad entre meses ( $H = 13,69$   $p = 0,3204$ ), ni entre temporada seca y lluviosa ( $U = 195,5$   $p = 0,9031$ ) (Fig. 7).

No existe diferencia de densidad del meiobentos entre períodos de erosión y acreción ( $U = 172,50$   $p = 0,4570$ ), sin embargo, si hay diferencia de diversidad entre estos períodos, erosión,  $H' = 1,84$  y acreción  $H' = 1,43$  ( $t_{\text{Hutcheson}} = -8,38$   $p = 8,63 \times 10^{-17}$ ). La curva de rarefacción mostró mayor diversidad en período acrecivo. (Fig. 8).

En la playa Los Guayaberos, las variables principales que caracterizaron la morfodinámica fueron: la altura de ola de rompiente, con promedio de  $0,21 \text{ m} \pm 0,0610$ , la energía de la ola,

$0,0590 \text{ Joules/m}^2 \pm 0,0319$ , celeridad  $2,16 \text{ m/s} \pm 0,2393$ , el perfil de la playa, tan  $\beta$  de  $0,0135 \pm 0,0091$  (TABLA 2). Tal como se determinó en la playa El Rompío, en esta playa la proporción de la corriente de retorno de infraexcavación ( $U_{\text{max}}$ ) con respecto a la celeridad (C) produjo un valor promedio de  $4,94 \pm 1,25\%$ .

Las características morfodinámicas se explicaron a través del ACP, los dos primeros componentes representaron el 90 % de la variabilidad de los datos. El primero reflejó la amplitud relativa de la marea (RTR) y la amplitud de las olas (L), mientras que el segundo se explica por el período de las olas (T) y el factor de erosividad ( $E_r$ ) (Fig. 9).

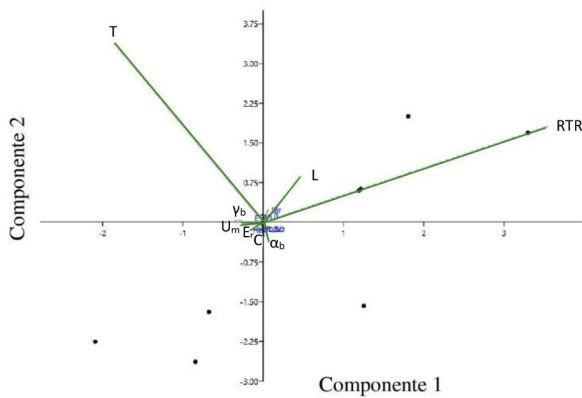


Fig. 2. Análisis de componentes principales de las variables morfodinámicas en la playa El Rompío. T = período de la ola, L = amplitud entre olas, RTR = amplitud relativa de la marea,  $\gamma_b$  = índice de quiebre de la ola,  $U_m$  = velocidad de infraexcavación,  $E_r$  = factor de erosividad, C = celeridad,  $\alpha_b$  = ángulo de incidencia de la ola sobre la playa.

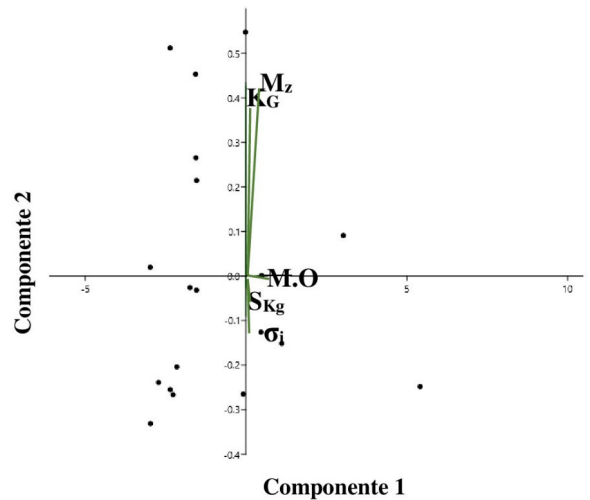


Fig. 4. Análisis de componentes principales de las características granulométricas de la playa El Rompío.

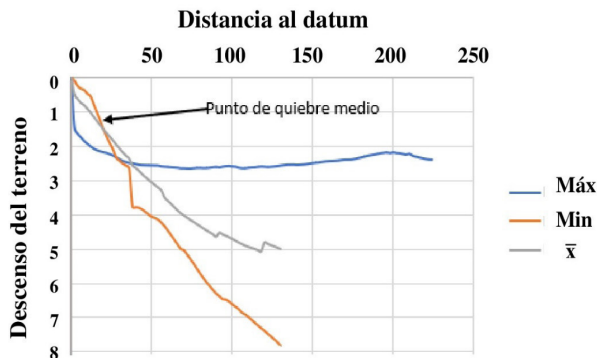


Fig. 3. Perfiles máximo, mínimo y promedio mensual durante el periodo de estudio en la Playa El Rompío.

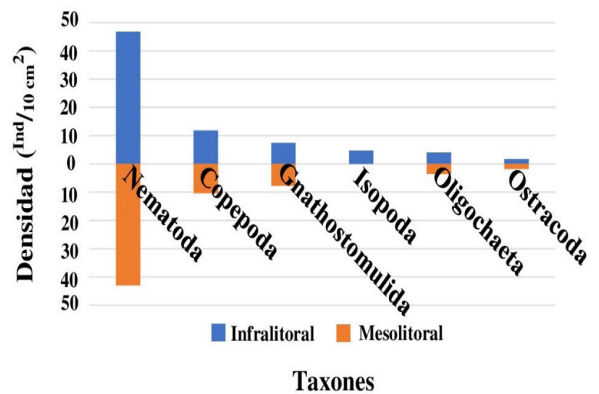


Fig. 5. Densidad de meiobentos ( $\text{ind}/10 \text{ cm}^2$ ) de los taxones dominantes y abundantes en la playa El Rompío.

La sobreposición de los perfiles mensuales mostró una playa con predominio del proceso acrecivo, producto de corrientes longitudinales dominantes (Fig. 10), a pesar de que esta es tradicionalmente erosiva.

La granulometría media se caracterizó por ser arena media,  $M_z = 1,98 \pm 0,3247$ , la clasificación media ( $\sigma_s$ ) fue moderadamente seleccionada,  $0,8191 \pm 0,1256$ , la asimetría media ( $S_{KT}$ ), aproximadamente simétrica,  $-0,0384 \pm 0,2326$  y la curtosis media, ( $K_G$ ) leptocúrtica,  $1,1671 \pm 0,3528$ . La concentración media de la materia orgánica en el sedimento fue de  $2,59 \% \pm 0,8354$  y la temperatura del sedimento promedio fue de  $28,43 \pm 1,59$  °C.

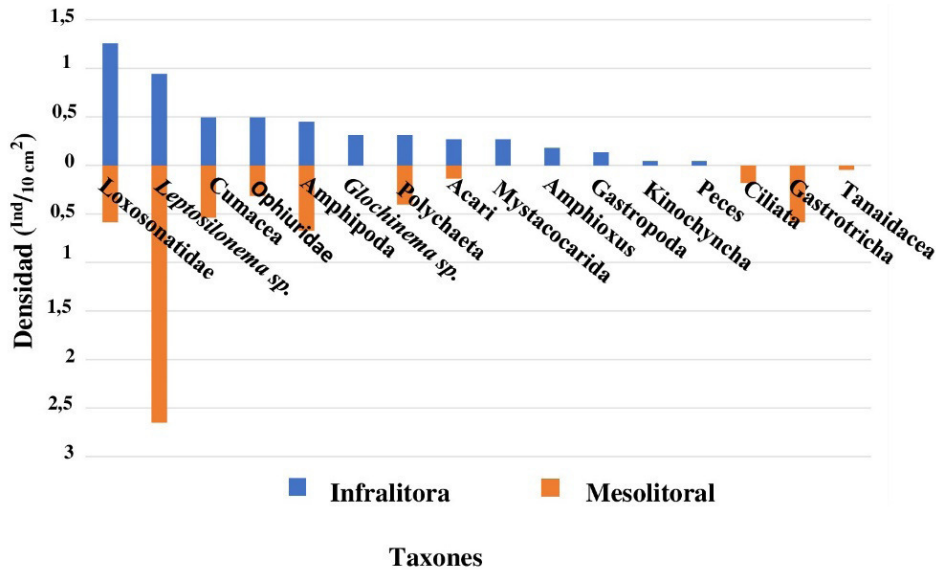


Fig. 6. Densidad de meiobentos ( $\text{ind}/_{10 \text{ cm}^2}$ ) de los taxones comunes y raros en la playa El Rompío.

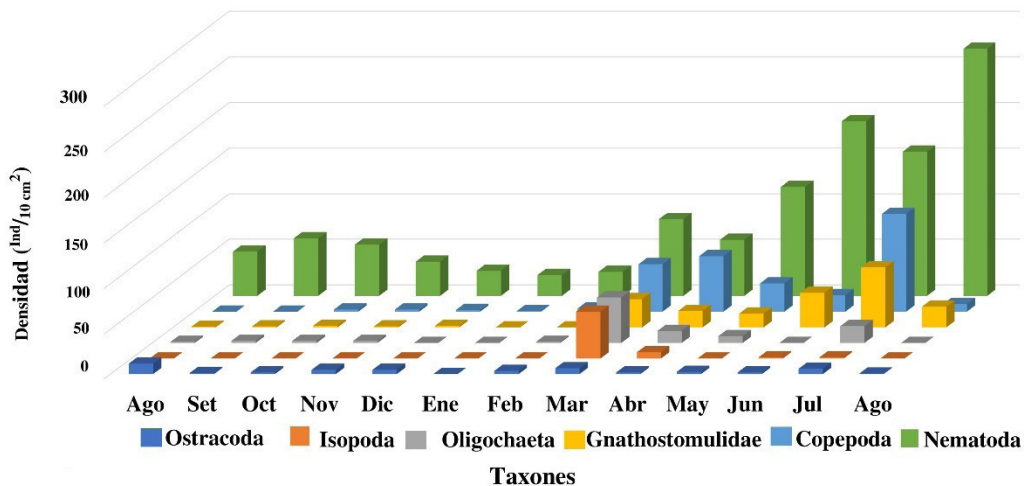


Fig. 7. Variación temporal de los taxones que representan el 90 % de la abundancia en la playa El Rompío.

TABLA 2. Estadística descriptiva de las variables morfodinámicas de la playa Los Guayaberos, agosto de 2019 a agosto de 2020.

Variable	Unidad	$\bar{x}$	D.S.	Máx	Mín
Hb	m	0,21	0,0610	0,30	0,11
T	s	4,34	1,8872	8,05	2,14
L	m	6,84	1,9070	9,27	4,47
z	m	0,50	0,0898	0,65	0,31
$\alpha_b$	°	27,96	27,03	80	5,5
Dir	°	58,36	19,54	85	30
E	Joules/m <sup>2</sup>	0,0590	0,0319	0,1101	0,0148
C	m/s	2,16	0,2393	2,52	1,17
$H_b/L_b$		0,0331	0,0084	0,0465	0,0230
$\gamma_b$		0,3907	0,1489	0,5390	0,0447
RTR		9,1886	3,0105	16,1590	6,2290
$\tan \beta$		0,0135	0,0091	0,0303	0,00038
$U_{\max}$		0,1056	0,0268	0,1401	0,0469
$U_m$		0,4669	0,1060	0,5852	0,3054
$E_r$		0,2219	0,1631	0,5840	0,0155

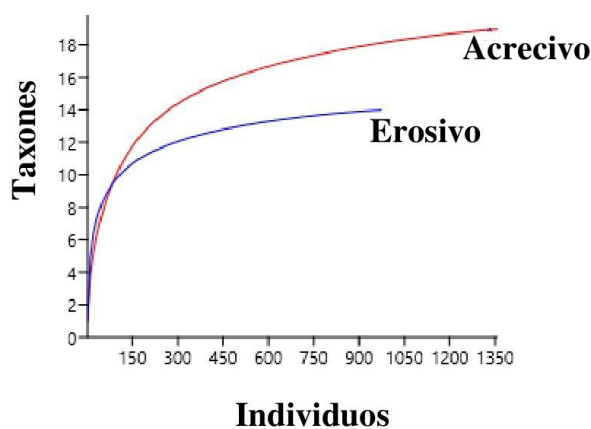


Fig. 8. Curvas de rarefacción del meiobentos en el período de acreción y erosión en la playa El Rompío.

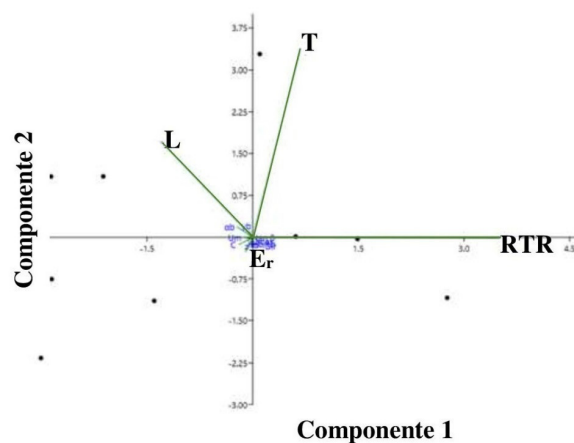


Fig. 9. Análisis de componentes principales de las variables morfodinámicas en la playa Los Guayaberos.

Las variables granulométricas, a través del ACP, resultaron en el componente 1, explicada por la materia orgánica del sedimento (M.O.) y la granulometría media ( $M_z$ ), en el componente 2, la asimetría granulométrica ( $S_{KI}$ ) como las variables que caracterizaron a la playa (Fig. 11).

Durante el estudio se colectaron 27 taxones, en esta playa, con una densidad de 412,88 ind.10 cm<sup>-2</sup>, cinco taxones representaron el 91,40 % de la comunidad en la playa Los Guayaberos (Nematoda, Gnathostomulidae, Copepoda, Oligochaeta, Foraminífera de concha dura (Fig. 12).

El resto de los taxones, representó el 8,60 % de la abundancia (Fig. 13), entre los cuales se encontraron los grupos considerados como exclusivos representados por Foraminífera de concha suave, *Epsilonema sp*, Gasteropoda, Gastrotricha, Loriciphera, megalopa, Mystacocarida, Pelecipoda y Tanaidacea, por encontrarse solamente en Los Guayaberos.

No existe diferencia de la abundancia entre zonas infralitoral y mesolitoral ( $U = 367$   $p = 0,4054$ ), ni de diversidad ( $H' = 1,2389$ , igual valor en ambas zonas), corroborado con la rutina ANOSIM la cual confirma que no hay diferencia de diversidad entre zonas ( $R = 0,0544$   $p = 0,8577$ , estrés = 0,05383).

No existe diferencia de abundancia entre meses ( $H = 13,89$   $p = 0,1779$ ; Fig. 14), pero si entre la temporada seca y lluviosa ( $U = 205$   $p = 0,0008$ ), con predominancia de los nemátodos.

No existe diferencia de densidad entre períodos de erosión y acreción ( $U = 326,5$   $p = 0,1438$ ), sin embargo, si hay diferencia de diversidad entre estos períodos, erosión,  $H' = 1,31$  y acreción  $H' = 1,11$  ( $t_{Hutcheson} = -6,54$   $p = 6,73 \times 10^{-11}$ ). La curva de rarefacción mostró mayor diversidad en el período de acreción (Fig. 15).

El estudio comparativo de las playas estudiadas mostró que las variables morfodinámicas que presentaron cierta diferencia entre estas, fueron el índice de quiebre ( $\gamma_b$ ), la velocidad orbital de las olas cerca del fondo ( $U_{max}$ ), la velocidad de retorno de infraexcavación ( $U_m$ ) y el factor de erosividad ( $E_r$ ) (Fig. 16).

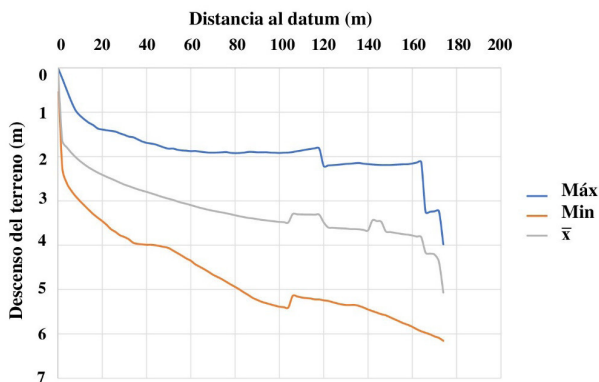


Fig. 10. Perfiles máximos, mínimo y promedio mensual durante el periodo de estudio en la Playa Los Guayaberos.

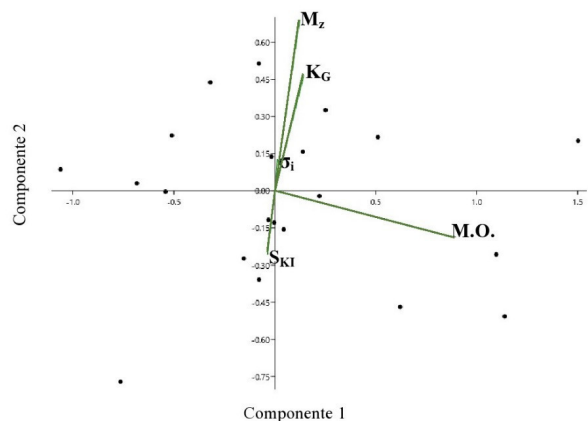


Fig. 11. Análisis de componentes principales de las características granulométricas de Los Guayaberos.

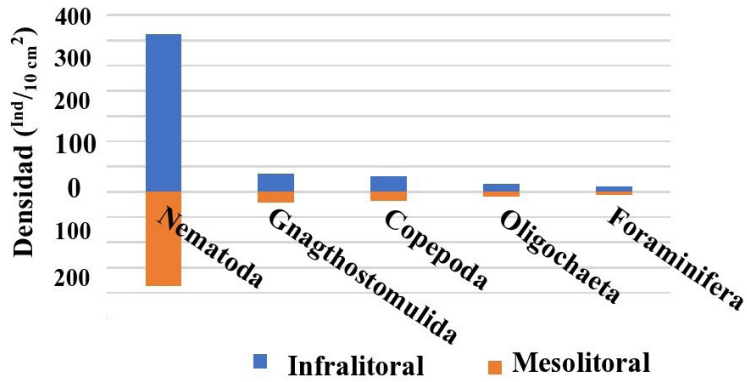


Fig. 12. Densidad de meiobentos (ind.10 cm<sup>-2</sup>) de los taxones dominantes y abundantes en la playa Los Guayaberos.

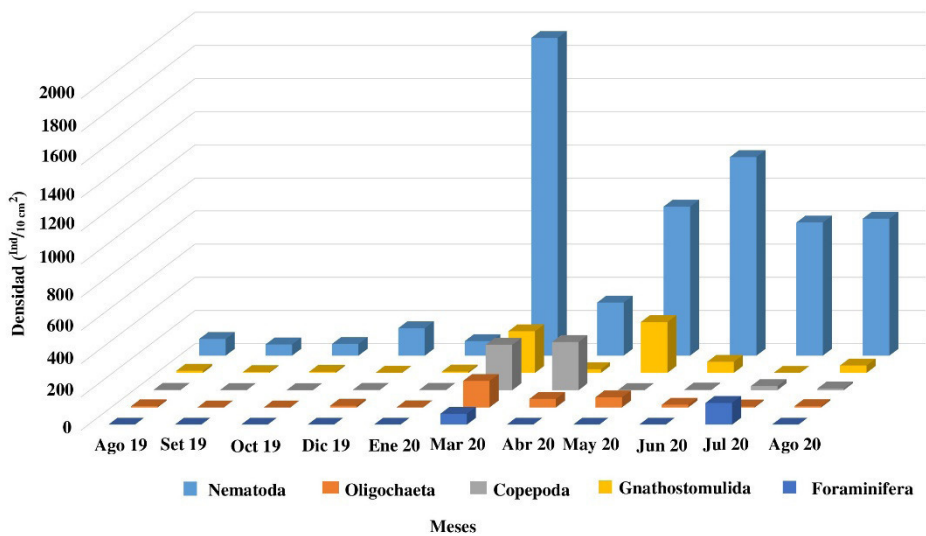


Fig. 13. Densidad de meiobentos (ind.10 cm<sup>-2</sup>) de los taxones comunes y raros en la playa Los Guayaberos.

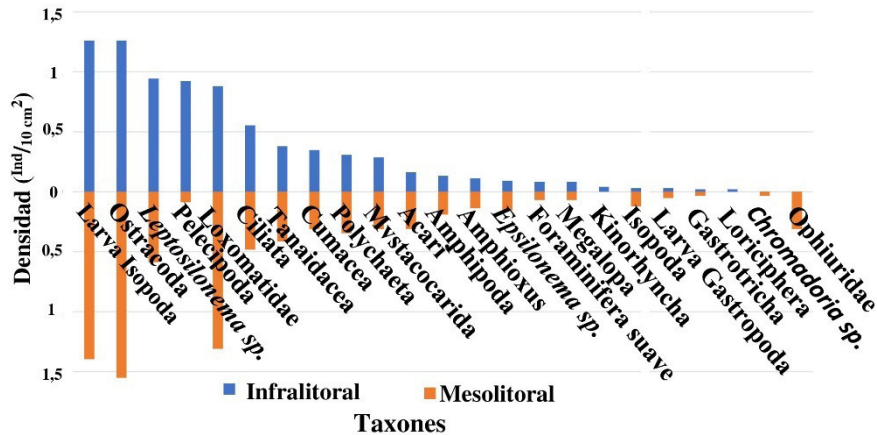


Fig. 14. Variación temporal de los taxones que representan el 90 % de la abundancia en la playa Los Guayaberos.

De acuerdo al análisis multidimensional no métrico de las características granulométricas de ambas playas, se observó separación entre estas, aunque algunos meses hubo traslape de la granulometría. Existe diferencia significativa de la granulometría media ( $M_z$ ) entre playas ( $U = 20,00$   $p = 0,0233$  (Fig. 17).

La diferencia de los distintos taxones del meioENTOS de las playas resultó, según la rutina ANOSIM, con diferencia altamente significativa entre estas, con traslape de algunos grupos ( $R = 0,2857$   $p < 0,0001$ ) y estrés de 0,0676 que indicó una buena representación de la similitud entre playas (Fig. 18). La curva de rarefacción muestra mayor diversidad en la playa Los Guayaberos.

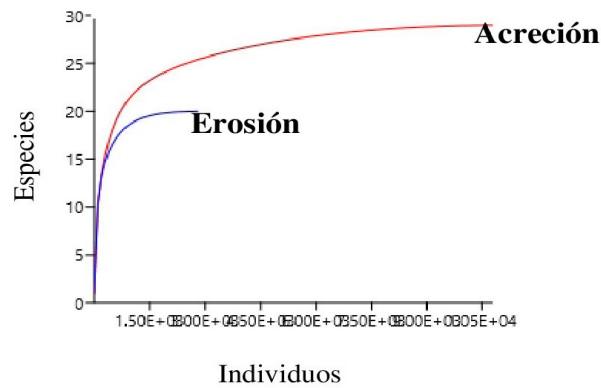


Fig. 15. Curva de rarefacción del meioENTOS en el período de acreción y de erosión, en la playa Los Guayaberos.

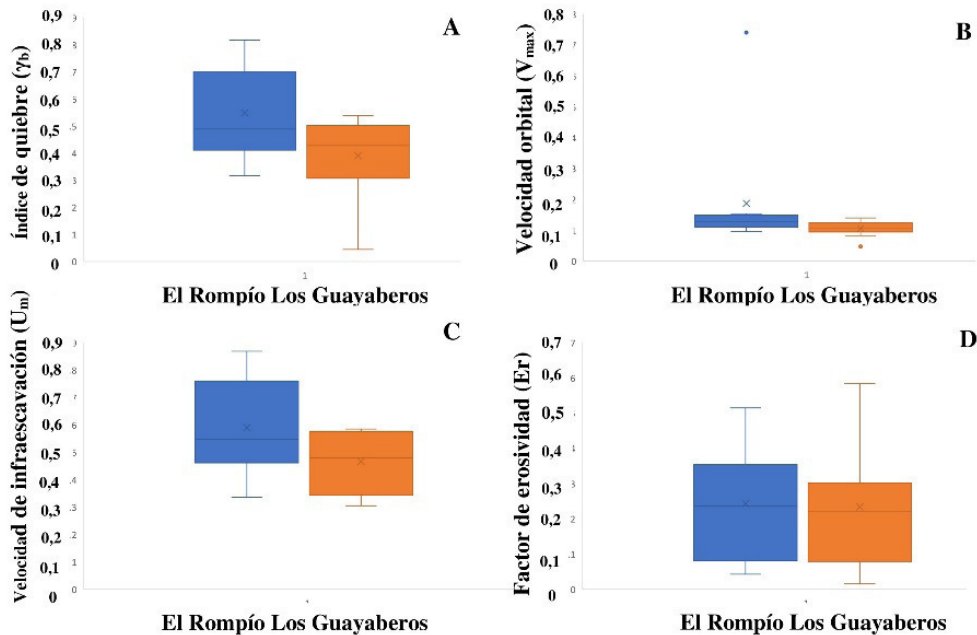


Fig. 16. Indicadores de erosión, A. índice de quiebre de la ola ( $\gamma_b$ ), B. velocidad orbital cerca del fondo ( $U_{max}$ ), C. velocidad de retorno de infraexcavación ( $U_m$ ) y D. factor de erosividad ( $E_f$ ) de las playas El Rompío y Los Guayaberos.

En la playa El Rompío, con tendencia acreciva, los índices de erosividad como la velocidad de retorno de infraexcavación ( $U_{max}$ ) y el factor de erosividad ( $E_r$ ) mostraron relación con los Ophiuridae, aun cuando estos no fueron abundantes, mientras que el índice de quiebre ( $\gamma_b$ ) se relacionó con los Nematoda (Fig. 19). En la playa Los Guayaberos, con tendencia erosiva, la velocidad de retorno de infraexcavación ( $U_{max}$ ) y la velocidad orbital cerca del fondo ( $U_m$ ) mostraron relación con los Ostracoda, taxón no abundante, el índice de quiebre ( $\gamma_b$ ) con los Oligochaeta y el factor de erosividad ( $E_r$ ) con los Nematoda (Fig. 20).

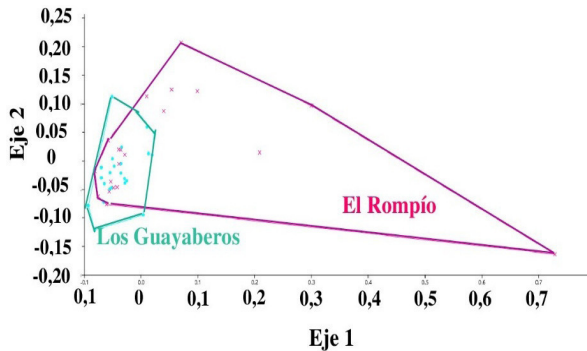


Fig. 17. Análisis multidimensional no métrico (nMDS) de la granulometría de ambas playas.

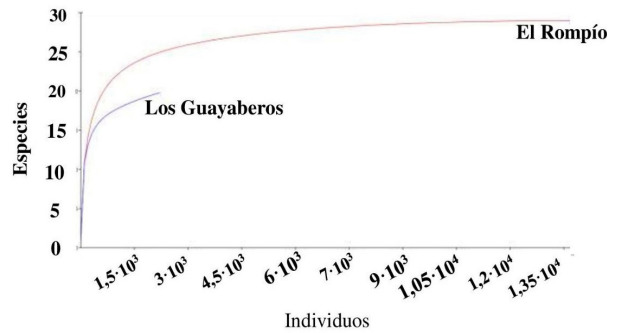


Fig. 18. Curva de rarefacción de la playa El Rompío (inferior) y Los Guayaberos (superior).

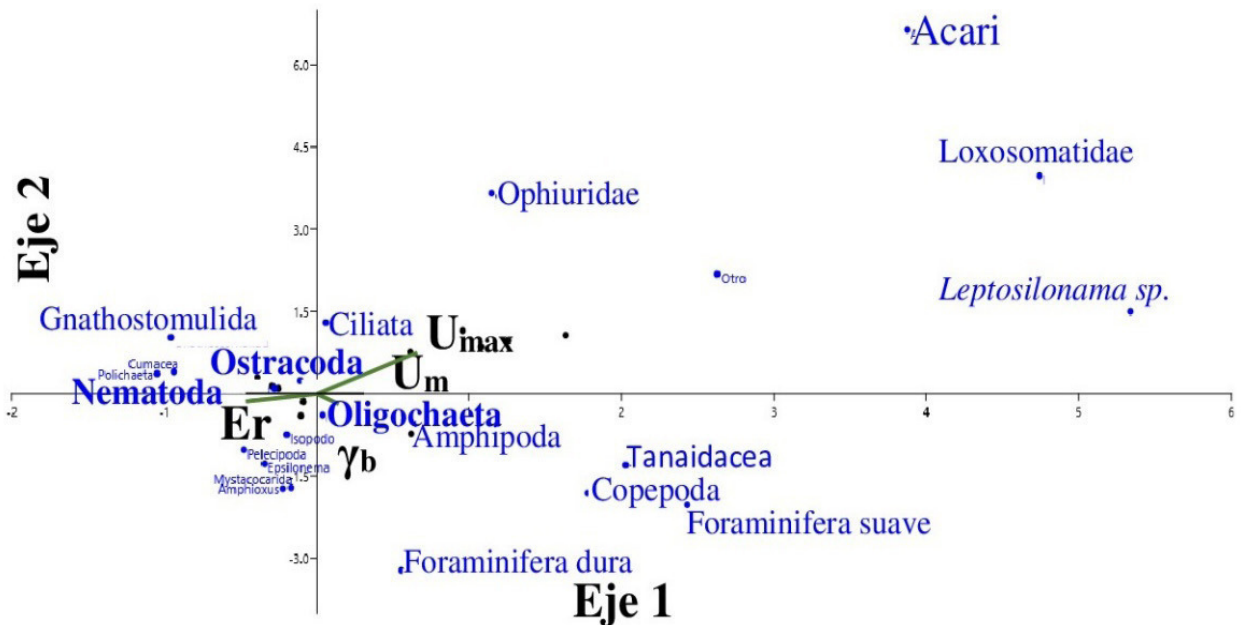


Fig. 20. Análisis de correspondencia canónica de las variables indicadoras de procesos erosivos y el meiobentos de la playa Los Guayaberos.

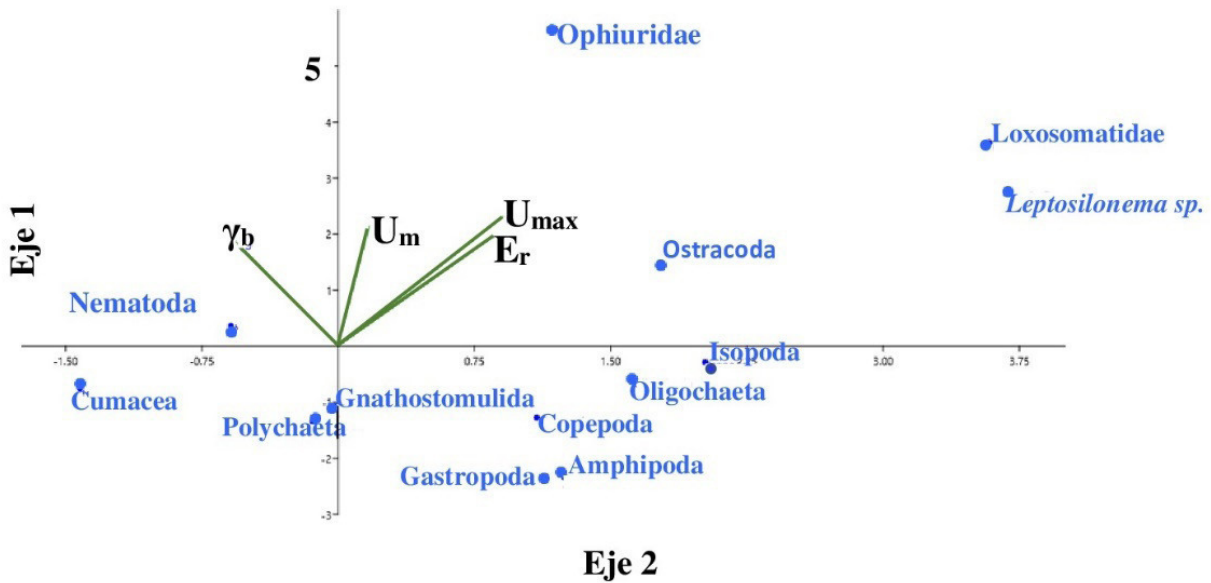


Fig. 19. Análisis de correspondencia canónica de las variables indicadoras de procesos erosivos y el meiobentos de la playa El Rompío.

## DISCUSIÓN

Las características morfodinámicas de playas arenosas, a nivel global, han sido ampliamente estudiadas desde el punto de vista descriptivo (ANFUSO *et al.* 2003; SHORT & JACKSON 2013; BENAVENTE *et al.* 2015). En Panamá el tema no ha sido suficientemente abordado, solo se destaca el trabajo de GONZÁLEZ *et al.* (2012) quienes estudiaron el efecto del ascenso del nivel del mar sobre la progradación de la línea de marea en la playa María Chiquita, Colón y el de GOTI (2017) quien evalúa la morfodinámica de las playas en estudio, durante período acrecivo, en la zona cercana al espigón que las separa.

La edad del espigón, la altura de la marea y los microhábitats son factores decisivos que influyen sobre la comunidad en torno a la estructura (PINN *et al.* 2005). CHAPMAN & BULLERI (2003) afirman que estas facilitan el establecimiento de diversas especies que pueden alterar la composición de las comunidades cercanas al espigón. Los diversos componentes ecológicos en playas arenosas, en especial los organismos bentónicos, sufren el impacto que produce este tipo de obras como indican WALKER *et al.* (2008), por lo que se necesitan estudios para determinar el efecto que generan estas obras costeras sobre el meiobentos.

El estudio del meiobentos en ambientes intermareales de playas arenosas en otras latitudes ha sido significativo, lo cual ha dado como resultado el conocimiento de la importancia que tienen las variables como la concentración de la materia orgánica (NEIRA *et al.* 2001), la granulometría del sedimento (VÁSQUEZ-SUÁREZ *et al.* 2010), disponibilidad de alimento (MORENO *et al.* 2008) y la concentración de oxígeno disuelto en el sedimento (GIER 2009) las cuales definen la distribución y abundancia de estos organismos

Según HEERY *et al.* (2017) la composición y abundancia de taxones bentónicos, en particular el meiobentos, dependen del efecto de la textura del sedimento que varía de acuerdo a la forma del espigón, configuración, características físicas y biológicas alrededor de estos, las cuales inciden sobre la pérdida de área, degradación ambiental, modificaciones físicas, cambios hidrodinámicos, aumento de materia orgánica y elementos contaminantes que afectan las interacciones biológicas. MINN *et al.* (2006) encontraron un aumento de la comunidad de meiobentos luego de la construcción de un espigón, principalmente de los taxones dominantes: Nematoda, Sarcostigophora, Copepoda y Nauplii de Crustacea.

A pesar que GOMES & ROSA FILHO (2009) indican la importancia de la amplitud de la marea y la acción de las olas sobre la distribución del meiobentos, no hay registros de investigaciones en Panamá relacionadas con composición, abundancia, densidad y diversidad del meiobentos intermareal, tampoco con las características morfodinámicas ni la hidrodinámica intermareal y sobre todo, el efecto de variables que definen los procesos de erosión y acreción de la playa sobre estos organismos.

Las comunidades meiobentónicas de cada playa muestran claramente diferencias tanto entre las variables morfodinámicas y los indicadores relacionados con el proceso de erosión y acreción, como son el índice de quiebre, la velocidad orbital cerca del fondo, la velocidad de retorno de infraexcavación y el factor de erosividad, los cuales guardan relación con los organismos estudiados.

La altura de la ola con respecto a la profundidad en la zona de quiebre, definida por el índice de quiebre, ha resultado ser un mecanismo para estimar el área de la línea de rompiente, es decir en consecuencia, la distancia hacia la línea de agua o infralitoral (CAMENEN & LARSON 2007) lo cual según HORIKAWA (1988) está íntimamente relacionada con la altura de la ola de rompiente.

La velocidad orbital, el período de la ola y el transporte de masa cerca del fondo, inicia el movimiento del sedimento a ser transportado hacia la playa (VERGARA SÁNCHEZ 2003), sin embargo, esta produce corrientes oscilatorias de partículas con un aumento de la velocidad inicial generadora del movimiento (VARGAS CORNEJO 1993). DENNY (2006) ha mostrado la importancia de la hidrodinámica sobre la abundancia y diversidad marina, específicamente, en zonas de arrecife. El efecto de la velocidad orbital cerca del fondo sobre la distribución de macroinvertebrados en el sustrato es destacado por RATTRAY *et al.* (2015), sin embargo, se desconoce el efecto con relación al meiobentos.

La velocidad de retorno de infraexcavación, definida por AAGAARD *et al.* (2002) como el factor que mueve el sedimento superficial en la playa por el efecto del oleaje, incide sobre la erosión (ABEDIMAHZOON *et al.* 2010) debido al arrastre de sedimento que produce hacia la zona de quiebre de las olas que genera la barra de rompiente, e inducido por las corrientes transversales sobre la playa (ANTONIADIS 2013). Este comportamiento es similar a las playas estudiadas, particularmente en El Rompío, durante todo el estudio.

La relación de la velocidad de retorno y la celeridad guarda el mismo comportamiento de lo planteado por el autor anteriormente señalado, quien indica que esta oscila entre 5 y 10 %, sin

embargo, el porcentaje encontrado en El Rompío refleja un mayor efecto de la energía que la reportada para Los Guayaberos.

La valoración del potencial erosivo de las ondas incidentes sobre la playa, propuesta por ANFUSO & BENAVENTE (2006), caracterizado por el factor de erosividad, resulta ser buen predictor en la presente investigación, principalmente en la playa Los Guayaberos, debido a la relativa estabilidad granulométrica a lo largo del estudio realizado durante 14 meses, lo que asegura obtener datos de diversas fases morfodinámicas de las playas a corto plazo, esto difiere al valor reportado por BENAVENTE *et al.* (2000) quienes indican las limitaciones del índice en playas con espigones, que resulta ser impreciso para hacer predicciones a largo plazo. Mientras que, en El Rompío, debido a la mayor energía del oleaje y cambios en el patrón de circulación por la presencia del espigón, disminuyen la importancia del factor de erosividad como buen indicador.

La morfología de las playas, modelada por el efecto de las corrientes longitudinales y transversales sobre el fondo incide sobre la morfodinámica (ANTONIADIS 2013), por lo que la predominancia de corrientes longitudinales en Los Guayaberos implica menor efecto dinámico sobre el sustrato, debido a que el sistema velocidad de retorno de infraexcavación-ola de rompiente, según BAKKER *et al.* (2014), es el principal mecanismo de disipación de energía de las olas, lo que promueve un microecosistema más estable para el desarrollo de comunidades meiobentónicas.

En el caso particular de la jerarquía de la abundancia de los taxones dominantes en ambas playas, coincide con lo reportado por URBAN-MALINGA (2013) debido a la amplia plasticidad con relación a las variables físicas, especialmente la concentración de materia orgánica y la variación granulométrica (KIHARA *et al.* 2011). Otros grupos de estos taxones registrados son característicos de zonas con baja concentración de oxígeno disuelto en el agua intersticial, tal como lo señala STERRER (2001). En el caso particular de los copépodos, frecuentes en playas sometidas al efecto hidrodinámico (COVAZZI *et al.* 2000) este facilita la selección de arena media y arena fina, para la distribución de estos organismos entre los espacios intersticiales.

Al respecto de los Foraminifera de concha dura y suave, los resultados demuestran lo contrario a lo presentado por MAGNO *et al.* (2012) quienes indican que la relación con distintos tamaños de fracciones de arena, depende del tipo de alimentación de las especies que allí conviven y definen la distribución de estos grupos.

En el caso de los Guayaberos, playa caracterizada por baja energía de las olas, arena fina y en proceso acrecivo se encontró mayor abundancia de Foraminifera de concha suave. En la playa El Rompío, de arena media, de elevada energía y altamente contaminada (PINZÓN *et al.* 2019), predominó los Foraminifera de concha dura, considerados indicadores de contaminación (SABBATTINI *et al.* 2013), por lo que la abundancia de estos grupos se debe al efecto producido por la energía diferencial de las olas sobre el sustrato de cada playa y no por el alimento disponible para estos, como señala MAGNO *et al.* (2012).

Por otro lado, la dinámica del meiobentos con relación a su distribución cosmopolita y anfi-oceánica, contrastada con el sistema de vida sedentario y la ausencia de mecanismos de dispersión pelágica, paradoja propuesta por CERCA *et al.* (2018), plantea la constancia de los taxones, lo que difiere de este estudio, toda vez que la jerarquía de abundancia cambia de acuerdo a la playa estudiada, demostrada con las diferencias encontradas entre El Rompío y Los Guayaberos.

Los organismos reportados en la presente investigación difieren a lo encontrado por PINTO & DOS SANTOS (2006) en el canal de Santa Cruz, Recife, Brasil, quienes con 14 taxones obtuvieron Gastrotricha, Epsilonematidae y Ostracoda, considerados como más abundantes, en zona con granulometría semejante a la observada en el presente estudio. HUA *et al.* (2016) encontraron 18 taxones, en la costa China, con alta abundancia de Turbellaria y Polychaeta, el primero no reportado en estas playas, mientras que el segundo fue muy poco abundante.

BAIA & VENEKEY (2019) con 16 taxones, destacan la abundancia de Colembolla, nauplios, larvas de insectos y Rotifera, en Caixa D'Água, litoral del estado de Amazonas, Brasil, grupos que no se registraron en este estudio. ALNASHIRI (2021) con 10 taxones, obtuvo mayor abundancia de Ciliata, Nematoda, Oligochaeta, Copepoda y Foraminifera de concha dura, en el Mar Rojo, en zonas aledañas a manglares cubiertos de *Avicennia marina*, a diferencia de la presente investigación, donde los ciliados no fueron abundantes y la zona era desprovista de manglares.

Tanto en la playa El Rompío como en Los Guayaberos, el índice de quiebre afectó a los grupos dominantes y abundantes, sin embargo, los menos frecuentes fueron afectados por la velocidad de infraexcavación en El Rompío y la velocidad orbital cerca del fondo en Los Guayaberos. Por otro lado, los indicadores que ejercieron poca influencia sobre el meiobentos fueron la velocidad orbital cerca del fondo en El Rompío y la velocidad de infraexcavación en Los Guayaberos. Lo que demuestra la diferencia de la hidrodinámica y los procesos de erosión y acreción sobre el meiobentos de cada playa debido a la presencia del espigón.

## CONCLUSIÓN

Los indicadores de erosividad resultan ser una buena herramienta para determinar la dinámica de los procesos costeros sobre las playas arenosas y el efecto sobre el meiobentos.

Las variables morfodinámicas resultaron ser parecidas entre las dos playas, sin embargo, El Rompío presentó características de efectos hidrodinámicos con mayor energía que en Los Guayaberos, debido a que presenta un perfil de mayor gradiente y granulometría más gruesa.

Los indicadores erosivos muestran relación con los taxones de mayor abundancia, sin embargo, los de menor abundancia fueron afectados distintamente por estos en cada playa.

Los taxones obtenidos corresponden a los propios de la zona intermareal de playa arenosa, sin embargo, la diversidad y la jerarquía de los principales grupos difiere de acuerdo a las características morfodinámicas y granulométricas de cada playa, debido a la presencia del espigón y al patrón de circulación.

## REFERENCIAS

- AAGAARD, R., K. P. BLACK & B. GREENWOOD. 2002. Cross-shore suspended sediment transport in surf zone: a field-base parametrization. *Mar. Geol.* 185: 283-302
- ABEDIMAHZOON, N., H. MOLAABASI, M.A. LASTHEHNESHAI & M. BIRKLARYAN. 2010. Investigation of undertow in reflective beach using a GMDH-type neural network. *Turkish J. Eng. Envi. Sci.*, 34: 201-2013.
- ALNASHIRI, H.M. 2021. Zooplankton and meiobenthos diversity at the intertidal sandy shores of Jizan and Farasan coastal areas of Red Sea. *Saudi J. Biol. Sci.* 28(12): 7061-7067. doi: 10.1016/j.sjbs.2021.07.082.
- ALVARADO, E. & I. GOTI. 2019. Foraminíferos de concha suave de la zona intermareal de playas arenosas del sureste de Azuero, Panamá. *Visión Antataura*, 3(1):24-38. <https://www.revistas.up.ac.pa/index.php/antataura/article/view/499/409>.
- ANFUSO, G. & J. BENAVENTE. 2006. Las playas entre Chipiona y Rota (Cádiz, SO de España): Aproximación a su clasificación y comportamiento morfodinámico. *Cienc. Mar.* 32(4): 605-616.
- ANFUSO, G., J.A. MARTÍNEZ, F. SÁNCHEZ, J. BENAVENTE, J. ANDRÉS & F. LÓPEZ-AGUAYO. 2003. Morfodinámica de barras litorales en playas mesomareales expuestas del SO de España. *Cienc. Mar.* 29: 35-50.
- ANTONIADIS, C. 2013. New empirical formulae of undertow velocity on mixed and gravel beach. *J. Coast. Develop.* 16(2): 158-186. <https://www.neliti.com/publications/95616/new-empirical-formulae-of-undertow-velocity-on-mixed-and-gravel-beaches>
- ARMONIES, W. & K. REISE. 2000. Faunal diversity across a sandy shore. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 196: 49-57.
- AYRES, M., M. AYRES JR, D. L. AYRES & A. A. S. SANTOS 2007. *BioEstat. Aplicações estatísticas nas áreas das ciências biomédicas*. Instituto Mamiraua. 364 p. [https://www.researchgate.net/publication/263608962\\_BIOESTAT\\_-\\_aplicacoes\\_estatisticas\\_nas\\_areas\\_das\\_Ciencias\\_Bio-Medicas](https://www.researchgate.net/publication/263608962_BIOESTAT_-_aplicacoes_estatisticas_nas_areas_das_Ciencias_Bio-Medicas).
- BAIA, E. & V. VENEKEY. 2019. Distribution patterns of meiofauna on a tropical macrotidal sandy beach, with special focus on nematodes (Caixa d'Água, Amazon Coast, Brazil. *Bras. J. Oceanogr.* 6: 1-18. doi: 10.1590/S1679-87592019023006701.
- BAKKER, A.T.M., M.F.S. TISSIER & B.G. RUESSINK. 2014. Shoreline dissipation of infragravitatory waves. *Cont. Shelf Res.*,72: 73-82.
- BENAVENTE, J., F.J. GRACIA & F. LÓPEZ-AGUAYO. 2000. Modelo morfodinámico para playas expuestas de baja energía. Aplicación a la playa de Vista Hermosa, Bahía de Cádiz. *Rev. C. & G.* 13(3-4): 47-61.

- BENAVENTE, J., F.J. GRACIA, L. DEL RÍO, G. ANFUSO & A. RODRÍGUEZ-RAMÍREZ. 2015. Caracterización morfodinámica de las playas españolas del Golfo de Cádiz. *Bol. Geol. Minero*, 126(2-3): 409-426.
- BLANES ECKERT, C. 2008. *Caracterización granulométrica de las playas del litoral gerundense. Implicaciones para el transporte de sedimentos*. Trab. Grad. Lic. Universitat Politècnica de Catalunya. 355 pp.
- CAMARGO, M. G. 2006. Um sistema de código aberto para análises granulométricas de sedimento. *Rev. Bras. Geoc.* 36(2): 6371-378. doi: 10.25249/0375-7536 .2006362371378.
- CAMENEN, B. & M. LARSON. 2007. Predictive formulas for breaker depth index and breaker type. *J. Coast. Res.* 23(4): 1028-1041.
- CERCA, J., G. PURSCHKE & T.H. STRUCK. 2018. Marine connectivity dynamics: clarifying cosmopolitan distributions of marine interstitial invertebrates and the meiofauna paradox. *Mar. Biol.* 165(123): 1-21 doi: 10.1007/s00227-018-3383-2.
- CLARKE, K.R., R.N. GORLEY, P.J. SOMERFIELD & R.M. WARWICK. 2014. *Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation*. 3<sup>rd</sup> edition. PRIMER-Ltd: Plymouth, U.K. 255 p.
- CHAPMAN, M.G. & F. BULLERI. 2003. Intertidal seawalls – new features of landscape in intertidal environments. *Landsc. Urban Planning*, 62: 159-172
- COULL, B.C & G.T. CHANDLER. 2001. *Meiobenthos*. In Steel, J.H., Turekian, K.k. & Thorpe, S.A. (eds.). *Encyclopedia of ocean science*. Academic Press. 1705-1711. doi: 10.1006/rwos.2001.0212.
- COVAZZI, A., L. GAOZA, A. MONTELLA & C. MISIC. 2006. Benthic communities on a sandy Ligurian beach (NW Mediterranean). *Hidrobiologia*, 571: 383-394.
- COVAZZI, A., A. PUSCEDDU, N. DELLA CROCE & R. DANOVARO. 2000. Spatial and temporal changes in beach meiofaunal communities of the Ligurian Sea (NW Mediterranean). *Rev. Biol. Mar. Oceanogr.* 35: 57-64.
- DABADIE, M., C. PÉREZ, M. ARTURI, J. GOYA & M. SANDOVAL. 2018. Calibración del método de pérdida de peso por ignición para la estimación del carbono orgánico en inceptisoles del NE de Entre Ríos. *Rev. Fac. Agronomía, La Plata*, 117:157-162.
- DE GRACIA, L. 2014. *Descripción general de la morfodinámica de las playas: Los Guayaberos y El Rompío*. Trab. Grad. Lic. Universidad de Panamá, 71 pp.
- DEL RÍO, L., F. J. GRACIA & J. BENAVENTE. 2013. Morphological and evolutionary classification of sandy beaches in Cadiz coast (SW Spain). *J. Coast. Res.* S.I.65: 2113-2118.

- DENNY, M.W. 2006. Ocean waves, nearshore ecology, and natural selection. *Aquat. Ecol.*, 40: 439-461.
- DYER, K.R. 1986. *Coastal and estuarine sediment dynamics*. John Wiley & Sons, Chichester, 342 p.
- EL-SEREHY, H.A., F.A. AL-MISNEH & K.A. AL-RAHSEID. 2015. Population fluctuation on vertical distribution of meiofauna in the Red Sea interstitial environment. *Saudi J. Biol. Sci.* 22: 459-465.
- EMERY, K.O. 1961. A simple method of measure beach profiles. *Limn. Oceanogr.*, 6: 90-93.
- FOLK, R. L. & W. C. WARD. 1957. A study in the significance of grain-size parameters. *J. Sed. Petrol.*, 27: 3-26. doi:10.1306/74D70646-2B21-11D7-8648000102C1865D.
- GHESKIERE, T., M. VINCX, B. URGAN-MALINGA, C. ROSSANO, F. SCAPINI & S. DEGRAER. 2005. Nematodes from wave-dominated Sandy beaches: diversity, zonation patterns and testing of the isocommunities concept. *Est. Coast. Shelf Sci.* 62: 365-375.
- GIER, O. 2009. *Meiobenthology. The microscopic motile fauna of aquatic sediment*. Springer. 527 p.
- GOMES, T. P. & J. S. ROSA FILHO. 2009. Composição e variabilidade espaço-temporal da meiofauna de uma praia arenosa na região amazônica (Ajuruteua, Pará). *Iheringia Ser. Zool.* 99(2): 210-216.
- GONZÁLEZ, J. L. 2013. *Evaluación de índices morfodinámicos de la playa y su aplicación en El Rompío y Los Guayaberos, playas arenosas, para la estación seca del año 2012*. Trab. Grad. Lic. Universidad de Panamá. 42 pp.
- GONZÁLEZ, L. M., L. D'CRUZ & J. A. GÓMEZ. 2012. Vulnerabilidad de playas arenosas del Caribe de Panamá a la elevación en el nivel del mar. *Bol. Inst. Oceanogr. Venez.* 51(2): 111-121.
- GOTELLI, N. J. & R. K. COLWELL. 2001. Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. *Ecol. Lett.* 4:379-391.
- GOTI, I. 2017. Morfodinámica de playa arenosa en período acrecivo, estudio a mediano plazo. *Visión Antataura*, 1(2): 95-96.
- GOTI, I. & A. DE LA CRUZ. 2018. Indicadores fecales y su relación con los flujos de los procesos de erosión y acreción: caso de las playas arenosas de El Rompío y Los Guayaberos, Azuero, Panamá. *Visión Antataura*, 2(1), 68-85. <https://www.revistas.up.ac.pa/index.php/antataura/article/view/180/155>.
- GREENACRE, M. & R. PRIMICERIO. 2013. *Multivariate analysis of ecological data*. Fundación BBVA, Bilbao. 331 p.
- GUISANDE GONZÁLEZ, C., BARREIRO FELPETO, A. MANEIRO ESTRAVIZ, I., RIVEIRO ALARCÓN, I., VERGARA CASTAÑO, A. R. & VAAMONDE LISTE, A. 2006. *Tratamiento de datos*. Ediciones Díaz de Santos, 356 p.

- HANSON, H. & M. LARSON. 2004. Implications of morphodynamic time scale for coastal protection. In Smith, J.M. (eds.). Proceedings of the 30<sup>th</sup> International Coastal Engineering Conference, ASCE. *Coast. Eng.*, 12620:2632.
- HAMMER, O., D. A. HARPER & P. D. RYAN. 2001. PAST: Palaeontologic statistics software package for education and data analysis. *Paleontologia Electronica* 4(1): 1-9. [https://www.researchgate.net/publication/259640226\\_PAST\\_Paleontological\\_Statistics\\_Software\\_Package\\_for\\_Education\\_and\\_Data\\_Analysis](https://www.researchgate.net/publication/259640226_PAST_Paleontological_Statistics_Software_Package_for_Education_and_Data_Analysis).
- HEERY, E.C., M. J. BISHOP., L. P. CRITCHLEY, A. B. BUGNOT, L. AIROLDI, M. MAYER-PINTO, E.V. SHEEHAN, R. A. COLEMAN, L. H. L. LOKE, E. L. JOHNSTON, V. KOMYAKOVA, R.L. MORRIS, E. M. A. STRAIN, L. A. NAYLOR & K. A. DAFFORN, 2017. Identifying the consequences of ocean sprawl for sedimentary habitats. *J. Exp. Mar. Biol. And Ecol.*, 492: 31-48.
- HORIKAWA, K. 1988. *Nearshore dynamics and coastal processes, theory, measurement and predictive models*. Tokyo, Japan: University of Tokyo Press. 522 p.
- HUA, E., Z. ZHANG, H. ZHOU & M.U. FANGHONG. 2016. Meiofauna distribution in intertidal sandy beaches along China shoreline (18 – 40 °N). *J. Ocean Univ. China*, 15: 19-27. doi: 10.1007/s11802-016-2740-3.
- HUTCHESON, K. 1970. A test for comparing diversities based on the Shannon formula. *J. theor. Biol.*, 29: 151-154.
- JACKSON, D. & A. SHORT. 2020. Introduction to beach morphodynamic. In Jacson, D & A. Short (eds.). *Sandy beach morphodynamics*. Elsevier, 1-13.
- JIMÉNEZ TERÁN, J. M., A. ORTÍZ CEDANO, C. T. MÉNDEZ RAMÍREZ & J. G. NOLASCO TRUJILLO. 2013. *Manual de apuntes de la experiencia educativa de puertos y obras marítimas*. Universidad Veracruzana, Facultad de Ingeniería. 105 p. <https://www.uv.mx/ingenieriacivil/files/2013/09/Manual-de-la-EE-Puertos-yObras-Maritimas.pdf>
- KIHARA, R.C., C. E. ROCHA, R. M. SOUZA, A. C. AMARAL & A. M. ESTEVES. 2011. *Meiofauna de praia arenosa*. En: Amaral, A.C.Z. & S.A.H. Nallin (eds.). *Biodiversidade e ecossistemas bentônicos marinhos do litoral norte de São Paulo, sudeste do Brasil*. UNICAMP. 338-401.
- MAGNO, M.C., L. BERGAMIN, M.G. FINOLA, F. PIERFRANCESCHI, F. VENTI, & E. ROMANO. 2012. Correlation between textural characteristics of marine sediments and benthic foraminifera in highly anthropogenically-altered coastal areas. *Mar. Geol.*, 315/318: 143-161.
- MARTÍNEZ, J. & D.C. RIPOLL. 1994. Discusión de casos particulares de impactos físicos en playas arenosas por intervenciones del hombre en el litoral. Seminario sobre Territorio Litoral y su Ordenación. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, 143-160. <https://acceda.cris.ulpgc.es/bitstream/10553/752/1/4080.pdf>.

- MAGURRAN, A.E. 1988. Ecological diversity and its measurement. Princeton Univ. Press, New Jersey, 179 p.
- MASSELINK, G. & A.D. SHORT. 1993. The effect of tide range on beach morphodynamics and morphology: a conceptual beach model. *J. Coast. Res.* 9(3): 785-800. <https://journals.flvc.org/jcr/article/view/79047/76413>.
- MCLACHLAN, A. & A. BROWN. 2006. *The ecology of sandy shores*. Academic Press, 373 p.
- MINN, W. G., D. S. KIM & J. H. LEE. 2006. Community structure and spatial variation of meiobenthos associated with an artificial structure. *J. Kor. Fish.* 39(Spec. Iss.): 223–230.
- MOODLEY, L., G. CHEN, C. HEIP & M. VINCX. 2000. Vertical distribution of meiofauna in sediments from contrasting sites in the Adriatic Sea: clues to the role of abiotic versus biotic control. *Ophelia*, 53(3): 203-212. [https://www.researchgate.net/publication/254815344\\_Vertical\\_distribution\\_of\\_meiofauna\\_in\\_sediments\\_from\\_contrasting\\_sites\\_in\\_the\\_Adriatic\\_Sea\\_Clues\\_to\\_the\\_role\\_of\\_abiotic\\_versus\\_biotic\\_control](https://www.researchgate.net/publication/254815344_Vertical_distribution_of_meiofauna_in_sediments_from_contrasting_sites_in_the_Adriatic_Sea_Clues_to_the_role_of_abiotic_versus_biotic_control).
- MORENO, M., L. VEZZULLI, V. MARÍN, P. LACONI, G. ALBERTELLI & M. FABIANO. 2008. The use of meiofauna diversity as an indicator of pollution in harbors. *ICES J. Mar. Sci.* 65, 1428–1435.
- NEIRA, C., J. SELLANES, A. SOTO, D. GUTIÉRREZ & V.A. GALLARDO. 2001. Meiofauna and sedimentary organic matter off Central Chile: response to changes caused by the 1997-1998 El Niño. *Oceanologica Acta*, 24(3): 313-328.
- PINN, E. H., K. MITCHELL & J. DOS CORKILL. 2005. The assemblages of groynes in relation to substratum age, aspect and microhabitat. *Est. Coastal Shelf Sci.* 62(2): 271-282.
- PINTO, T.K.O. & P.J.P. DOS SANTOS. 2006. Meiofauna community structure variability in a Brazilian tropical sandy beach. *Atlântica*, 28(2): 117-127.
- PINZÓN, A.Y., M.M. TREJOS, M. CARRERA, E.A. FRÍAS & I. GOTI. 2019. Meiobentos como indicador alternativo de contaminación de playas. *Rev. Inic. Cient.* 5(Vol. Esp. 1): 65-69. <https://revistas.utp.ac.pa/index.php/ric/article/view/2372/3236>.
- POWER, H. E. 2020. *Breaking waves*. In Jackson, D.W.T. & Short, A.D. (eds.) *Sandy beach morphodynamics*. Elsevier, 105-130.
- PRIYALAKSHMI, G. & N.R. MENON. 2014. Ecology of interstitial faunal assemblage from the beaches along the coast of Kerala, India. *Int. J. Oceanogr.* Article ID 284979 <https://downloads.hindawi.com/archive/2014/284979.pdf>.
- PRODGER, S., P. RUSSELL & M. DAVIDSON. 2017. Grain-size distributions on high-energy sandy beaches and their relation to wave dissipation. *Sedimentology*, 64(5), 1289–1302. [https://pearl.plymouth.ac.uk/bitstream/handle/10026.1/8464/Prodger\\_et\\_al-2016-Sedimentology.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://pearl.plymouth.ac.uk/bitstream/handle/10026.1/8464/Prodger_et_al-2016-Sedimentology.pdf?sequence=1&isAllowed=y).

- RATTRAY, A., D. IERODIACONOU & T. WOMERSLEY. 2015. Wave exposure as a predictor of benthic habitat distribution on high energy temperate reefs. *Front. Mar. Sci.*, 2: 1-14. doi:10.3389/fmars.20185.00008.
- REYMENT, R. A. & E. SAVAZZI. 1999. *Aspects of multivariate statistical analysis in Geology*. Elsevier, 285 p.
- RODRÍGUEZ, J.G., J. LÓPEZ & E. JARAMILLO. 2001. Community structure of the intertidal meiofauna along a gradient of morphodynamic sandy beach types in southern Chile. *Rev. Chi. Hist. Nat.*, 74: 885-897. [http://rchn.biologiachile.cl/pdfs/2001/4/Rodriguez\\_et\\_al\\_2001.pdf](http://rchn.biologiachile.cl/pdfs/2001/4/Rodriguez_et_al_2001.pdf).
- SABATTINI, A., M. P. NARDELLI, C. MORIGI & A. NEGRI. 2013. Contribution of soft-shelled monothalamous taxa to foraminiferal assemblages in the Adriatic Sea. *Acta Protozool.* 52: 181-192.
- SCHMIDT-RHAESA, A. 2020. *Guide to the identification of marine meiofauna*. Verlag, 617 p.
- SHORT, A. D. & D. W. JACKSON. 2013. *Beach morphodynamics*. En Shroeder, J.F. (ed.) *Treatise in geomorphology*. A.P. 106-128.
- SOULSBY, R. L. & J. V. SMALLMAN. 1986. A direct method of calculating bottom orbital velocity under waves. *Hydr. Res.*, 29 p. <https://eprints.hrwallingford.com/112/1/SR76-method-calculating-orbital-velocity-waves.pdf>
- SOTO, E., W. CABALLERO & E. QUIROGA. 2015. Composition and vertical distribution of metazoan meiofauna assemblages on the continental shelf off central Chile. *Lat. Am. J. Aquat. Res.* 43(5): 922-935.
- STEAD, R., A. SCHMIDT, S. PEREDA, M. ANZIETA, G. ASECIO. & E. CLASING. 2011. Relación de la comunidad de meiofauna y bioquímica del sedimento en canales norpatagónicos. *Cienc. Tecnol. Mar.* 34(1-2): 49-68.
- STEEL, R.G.D. & J.H. TORRIE. 1985. *Bioestadística. Principios y procedimientos*. McGrawHill, 622 pp.
- STERRER, W. 2001. Gnathostomulida (unsegmented marine worms). Bermuda. In: eLS John Wiley & Sons, Ltd: Chichester. 4 p. doi: 10.1002/9780470015902.a0001587.pub3.
- SUGUIO, K. 1973. *Introdução à Sedimentologia*. Editora USP/Blücher. 317 p.
- SVENDSEN, L.A. 1984. Mass flux and undertow in a surf zone. *Coast. Eng.* 8: 347-365.
- URBAN-MALINGA, B. 2013. Meiobenthos in marine coastal sediments. *Geol. Soc. London, Spec. Publ.*, 388:59-78. doi: 10.1144/sp388.9.
- VARGAS CORNEJO, E. 1993. Fluidez de lechos marinos en la laguna y costa de Sontecomapan, Ver. Univ. Autónoma Metropolitana. 63 p.

- VARGAS, J.A. 1988. A survey of the meiofauna of an eastern tropical Pacific intertidal mud flat. *Rev. Biol. Trop.* 36, 541-544
- VÁSQUEZ-SUÁREZ, A., M. GONZÁLEZ, O. DÍAZ & I. LIÑERO ARANA. 2010. Variación temporal de la meiofauna en sedimentos del sistema lagunar Laguna de Raya, Estado de Nueva Esparta, Venezuela. *Interciencia*, 35(2): 144-150.
- VERGARA SÁNCHEZ, M. A. 2003. *Transporte de sedimento en bermas de tormenta por rebase del oleaje. Volumen I Aspectos teórico.* Trab. Grad. Lic. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de caminos, canales y puertos. 324 p.
- WALKER, S. J., T. A. SCHALCHER & L. M. C. THOMPSON. 2008. Habitat modification in a dynamic environment: The influence of a small artificial groyne on macrofaunal assemblages of a sandy beach. *Est. Coast. Shelf Sci.*, 79(1):24 -34.
- YOUSUF, A.H.M, & I. HOSSEN. 2020. Identification of major taxa of meiobenthos in Hatiya coast of the Bay of Bengal: spatio-teporal abundance. *J. Oceanogr. Mar. Env. Syst.*, 4(1):1-13.

RECIBIDO: MARZO 2022

ACEPTADO: JUNIO 2022

# EVALUACIÓN ESPACIO TEMPORAL DE LA DISTRIBUCIÓN Y DENSIDAD DE TRES ESPECIES DE GASTERÓPODOS MARINOS ASOCIADOS A LA PESQUERÍA EN EL EJE PUNTA ARAYA-CHACOPATA, ESTADO SUCRE

DIOSMARY MAIZ<sup>1</sup>, MARIELA NARVAEZ<sup>2</sup>, BAUMAR MARÍN<sup>3†</sup>, ALEJANDRO ARIZA<sup>4</sup>, JOSÉ NÚÑEZ<sup>5</sup>  
& SIOLIZ VILLAFRANCA<sup>6</sup>

<sup>1</sup> *Departamento de Biología, Escuela de Ciencias, Universidad de Oriente.*  
*diosmarymaiz1@gmail.com; orcid.org/0000-0003-0426-5164*

<sup>2</sup> *Instituto Oceanográfico de Venezuela, Departamento de Biología Pesquera,*  
*Universidad de Oriente, Núcleo de Sucre. mnarvaezruiz@gmail.com; orcid.org/0000-*  
*0002-5062-5178*

<sup>3</sup> *Instituto Oceanográfico de Venezuela, Departamento de Biología Marina,*  
*Universidad de Oriente, Núcleo de Sucre. orcid.org/0000-0003-0256-3387*

<sup>4</sup> *Instituto Oceanográfico de Venezuela, Departamento de Biología Pesquera,*  
*Universidad de Oriente, Núcleo de Sucre. luisalejandroariza@gmail.com. orcid.*  
*org/0000-0001-6660-9124*

<sup>5</sup> *Instituto Oceanográfico de Venezuela, Departamento de Biología Marina, Lab.*  
*de ictioplancton, Instituto Oceanográfico de Venezuela. jgnp31@gmail.com. orcid.*  
*org/0000-0002-3471-3776*

<sup>6</sup> *Instituto Oceanográfico de Venezuela, Departamento de Biología Marina,*  
*Universidad de Oriente, Núcleo de Sucre. svillafranca@yahoo.com. orcid.org/0000-*  
*0002-9782-4326*

**RESÚMEN:** A pesar de la necesidad de plantear planes de gestión de los recursos pesqueros, utilizando información científica, son pocos los estudios realizados en Venezuela. Por ello, se evaluó la distribución y densidad de tres especies de gasterópodos marinos (*Chicoreus brevifrons*, *Phyllonotus pomum* y *Fasciolaria tulipa*) de mayor importancia comercial, en tres áreas del eje Punta Araya-Chacopata, estado Sucre. Se efectuaron dos tipos de muestreo, biológico y de pesquería. En el biológico, se contabilizaron y colectaron ejemplares en noviembre 2017 y mayo 2018, obteniendo datos de temperatura superficial del agua, velocidad del viento, índice de surgencia, clorofila *a* y pluviosidad. El muestreo de pesquería, se efectuó desde septiembre 2017 hasta junio 2018. Para las tres especies, no se observaron diferencias en la densidad entre meses, pero si se determinaron diferencias en la densidad entre zonas para *P. pomum* ( $F=3,385$ ;  $p=0,017$ ). En los tres métodos de pesca utilizados se observaron diferencias en la CPUE con valores máximos de 4,77 (kg/horas de buceo) y menores de 0,40 (kg/1000m<sup>2</sup>). Las diferencias en densidad, variables ambientales y CPUE, posiblemente estén asociadas a la dinámica espacio-temporal del área, método de pesca y período evaluado.

**PALABRAS CLAVE:** Pesquería, CPUE, Caracoles, Densidad.

**ABSTRACT:** Despite the need to propose management plans for the snail fishery resource, using scientific information, there are few studies conducted in Venezuela. Therefore, the distribution and density of three species of marine gastropods (*Chicoreus brevifrons*, *Phyllonotus pomum* and *Fasciolaria tulipa*) of greater commercial importance were evaluated in three areas of the Punta Araya-Chacopata axis, Sucre state. There were two types of sampling, biological and fishery. In the biological one, specimens were counted and collected on November 2017 and May 2018. Data on surface water temperature, wind speed, upwelling index, chlorophyll *a* and rainfall were obtained. Fishery sampling was carried out from September 2017 to June 2018. Data on fishing catch and effort were recorded. For the three species, there were no differences in density between months. Differences in density were found between zones for *P. pomum* ( $F = 3,385$ ;  $p = 0,017$ ). Differences were presented for the CPUE in the three fishing methods with maximum values of 4,77 (kg/hours of diving) and less than 0,40 (kg/1000m<sup>2</sup>). The differences in density, environmental variables, and CPUE, are possibly associated with the space-time dynamics of the area, fishing method, and period evaluated.

**KEY WORDS:** Fishery, CPUE, Snails, Density.

## INTRODUCCIÓN

El phylum Mollusca, constituye uno de los grupos más diversos en el reino animal con amplia distribución geográfica a lo largo del planeta. Dentro de ellos, se encuentra la clase Gastrópoda, cuyas especies son conocidas coloquialmente como caracoles y estas representan aproximadamente un 80% de las especies (CAÑADA 2009).

En el año 2016 la FAO reportó una captura mundial de gasterópodos marinos de 5.960.944 toneladas. Sin embargo, a pesar de la alta producción, diversidad e importancia asociada a la clase Gastrópoda, como todo recurso natural corre el riesgo de agotarse, para evitar que esto ocurra, se debe contar con estudios que evalúen la biodiversidad y las poblaciones ya que de esta forma se permite un uso adecuado y sostenible de los mismos (RÍOS-JARA *et al.* 2008). En Venezuela, la mayoría de las investigaciones están enfocadas en el botuto *Aliger* (= *Strombus*) *gigas* (POSADA & ÁLVAREZ 1988; SCHAPIRA *et al.* 2009). La especie mostró una notable merma en su población durante las últimas décadas, exponiendo signos de sobreexplotación al observarse una disminución de individuos juveniles, causando la reducción de su densidad (LAUGHLIN *et al.* 1985; BASTIDAS & RADA 1997; SCHAPIRA *et al.* 2009). Según ARIZA (2015), en los alrededores de las islas Coche y Cubagua, estado Nueva Esparta, el caracol *Lobatus pugilis* mostró actividad reproductiva a lo largo de todo el año presentando una explotación pesquera más vulnerable y carente de controles adecuados para el monitoreo de niveles de densidad de manera continua. A lo largo del tiempo, los gasterópodos se han convertido en una fuente de alimentación y de recursos de importancia económica.

Actualmente, dentro de la pesca de moluscos marinos de importancia comercial, se ha observado que en Venezuela *Chicoreus brevifrons* LAMARCK, 1822; *Phyllonotus pomum* GMELIN, 1791 y *Fasciolaria tulipa* LINNAEUS, 1758 resaltan por su valor (MALDONADO *et al.* 2015). Por ello, se evaluó la distribución y densidad de estas tres especies de gasterópodos junto con sus posibles efectos ante algunas variables ambientales (temperatura superficial del agua, clorofila *a*, velocidad del viento, índice de surgencia y pluviosidad) durante dos meses de muestreo biológico (noviembre 2017 y mayo 2018) en tres zonas del eje Punta Araya-Chacopata, estado Sucre. Así

mismo, se registró información sobre su captura y esfuerzo pesquero en tres comunidades de pescadores de dicho eje durante 10 meses.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Área de estudio

En el nororiente de Venezuela, se encuentra el eje Punta Araya-Chacopata, donde se evaluaron 3 zonas. La zona 1: Punta Araya, zona 2: Chacopata e Isla Guayacán-Isla Lobo y zona 3: Chacopata e Isla de Coche (Fig. 1).

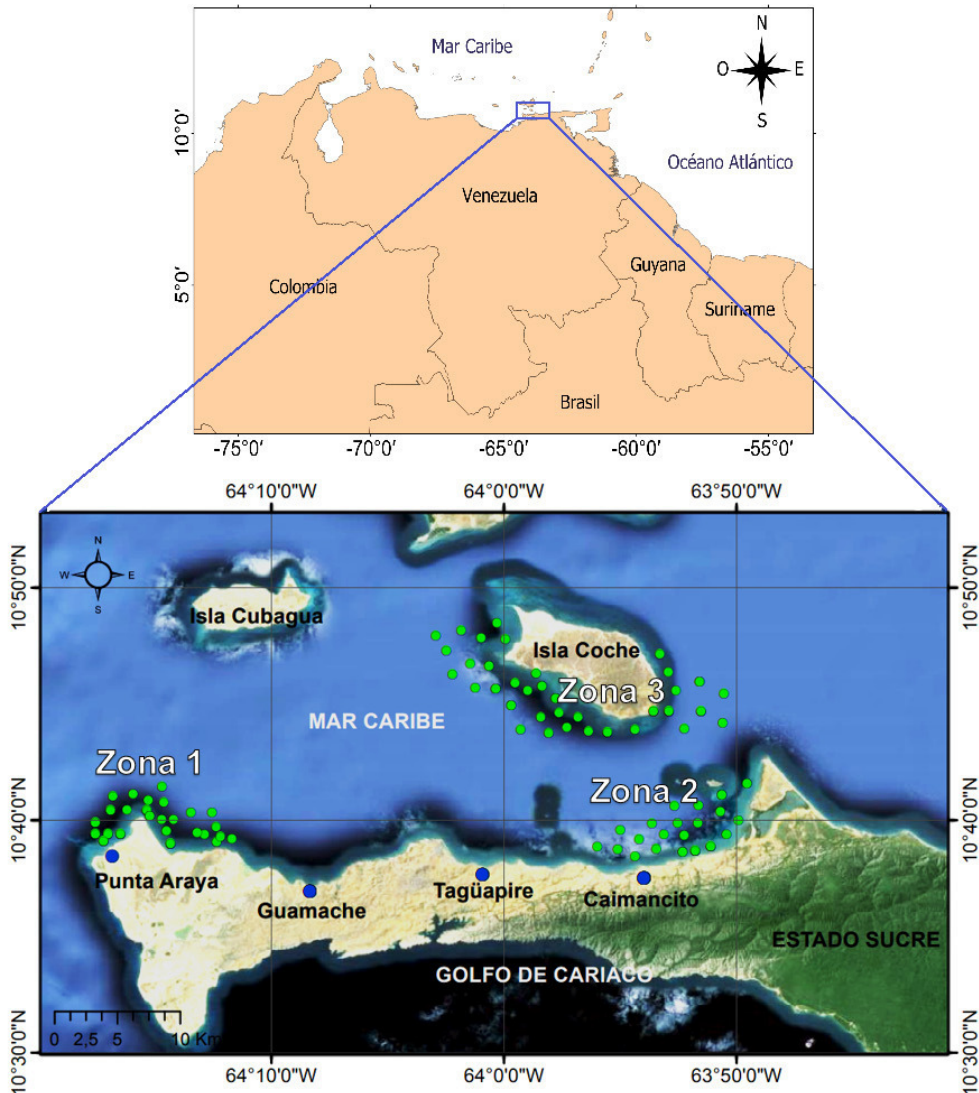


Fig. 1. Zonas del eje Punta Araya – Chacopata para el presente estudio. Zona 1: Punta Araya, Zona 2: Guayacán-Isla Lobo-Chacopata y Zona 3: Isla de Coche. Los puntos verdes representan las estaciones seleccionadas al azar en las zonas 1, 2 y 3.

Se realizó un muestreo piloto, el cual consistió en entrevistas a los pescadores donde señalaron las zonas predilectas para la pesca de los caracoles de importancia comercial *Chicoreus brevifrons*, *Phyllonotus pomum* y *Fasciolaria tulipa*. En base a la información obtenida, se planteó un diseño experimental de muestreo el cual se dividió en dos grupos: Pesquero y biológico.

### Muestreos

El pesquero consistió en encuestas mensuales durante 10 meses (septiembre 2017 hasta junio 2018) en 3 comunidades: Taguapire, Caimancito y Guamache. Mientras que en el muestreo biológico, se realizaron inmersiones con buceo autónomo en las 3 comunidades antes mencionadas para coleccionar los organismos durante noviembre 2017 y mayo 2018.

En cada zona de muestreo se establecieron grillas espaciales (1x1 km) para seleccionar aleatoriamente 8 cuadrantes. Lo anterior generó un total de 24 puntos de referencia dividido entre las tres áreas. Para llegar a la ubicación de cada estación, se tomó como punto de referencia el centro de cada cuadrícula, mediante el uso de un GPS.

### Evaluación de la densidad y distribución

Para determinar la densidad y la distribución de las poblaciones, se inspeccionó la presencia/ausencia de las especies a evaluar mediante buceo básico (careta y snórkel) y en los casos donde se encontraron ejemplares de la especie, dos buzos con equipo autónomo nadaron en paralelo a una cuerda de 25 m de longitud, abarcando un área total de 50 m<sup>2</sup> para cada estación. En cuanto a la estimación de densidad en cada estación muestreada, se contaron los ejemplares coleccionados y se expresaron como individuos/m<sup>2</sup>. Posteriormente, los organismos fueron transportados al Instituto Oceanográfico de Venezuela (IOV) para su debido pesado. La biomasa seca, se estimó por medio de la siguiente fórmula: Biomasa (g/m<sup>2</sup>) = Peso total de los individuos muestreados/área total.

### VARIABLES AMBIENTALES

Los datos mensuales de temperatura superficial del agua (TSA), dirección y velocidad del viento y pluviosidad, se obtuvieron por medio del análisis de datos online pertenecientes a satélites del proyecto POWER de la NASA (disponible en: <https://power.larc.nasa.gov/>). Los datos de clorofila *a* fueron obtenidos mediante la interfaz web Giovanni-NASA (disponible en: <https://giovanni.gsfc.nasa.gov/giovanni/>). Para la estimación del índice de surgencia, se aplicó la fórmula planteada por BOWDEN (1983):  $IS = t_{sx} \times 100 / r_w \cdot f$ .

### Captura especie-específica y esfuerzo de pesca

Se consideraron datos sobre el esfuerzo pesquero asociado a dichas capturas, como lo son el número de pescadores por faena, implementos de pesca utilizados, duración de la actividad de

extracción, hora de inicio y fin, características de las embarcaciones, cantidad de combustible utilizado y las áreas de pesca aproximada, con la información de cada embarcación por cada mes considerada como muestras. Las hipótesis nulas fueron evaluadas con análisis de varianza basado en permutaciones (PERMANOVA) (ANDERSON 2013).

## Análisis de los datos

Con respecto a la estimación de la distribución de las especies, se utilizó el software para sistemas de información geográfica ArcGis 10.3, empleando el método bayesiano de Kriging (KRIGE 1951). En este sentido, con el software estadístico PRIMER v6, se ejecutó la rutina DistLM, para estimar la posible relación entre las variables ambientales sobre la densidad, biomasa seca y peso promedio de cada especie (LEGENDRE & ANDERSON 1999). Adicionalmente, mediante el programa R se realizaron análisis de varianza basados en simulaciones Monte Carlo (ANDERSON & WALSH 2013) para poner a prueba las hipótesis nulas de que no existen diferencias significativas en la densidad entre los meses y/o las tres áreas estudiadas, ni interacción significativa entre ambos factores. Para determinar si las zonas se parecen o si son diferentes entre sí se realizó una prueba Pair-wise con PRIMER v6 (ANDERSON & WALSH 2013).

## RESULTADOS

En cuanto a la densidad de *C. brevifrons* y *F. tulipa*, no se encontraron diferencias significativas ni entre los meses ni las zonas evaluadas y tampoco se observó una interacción significativa (Fig. 2).

En cuanto a *P. pomum*, a pesar de que no se observó interacción significativa entre zona y mes, ni diferencias significativas entre meses, si hubo diferencias entre las zonas evaluadas (TABLA 1). Debido a esto, se realizó una prueba Pair-wise para el factor zona, para saber si las zonas se parecen o si son diferentes entre sí observándose diferencias significativas entre la zona 2 y 3 (TABLA 2). En las muestras estudiadas, se observó en noviembre una mayor densidad para *C. brevifrons*, seguido de *P. pomum* y *F. tulipa* de igual forma, en mayo (Fig. 2).

En los alrededores de Punta Araya se observaron 3 focos de mayor densidad ( $\geq 14,4 - 23,7$  ind/m<sup>2</sup>). Así mismo, en Caimancito, también se observaron 3 focos pero 2 son los más intensos ( $\geq 23,8 - 39,8$  ind/m<sup>2</sup>) uno de ellos cercano a Chacopata. En cuanto a la Isla de coche,

la mayor densidad en el oeste ( $\geq 14,4 - 23,7$  ind/m<sup>2</sup>) y otro en el este ( $\geq 8,9 - 14,3$  ind/m<sup>2</sup>) y hay uno muy pequeño al sur de la isla ( $\geq 5,8 - 8,8$  ind/m<sup>2</sup>; Fig. 3).

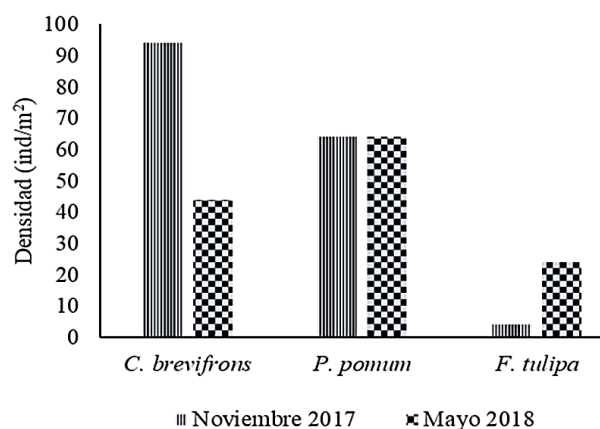


Fig. 2. Densidad total de las 3 especies de gasterópodos capturadas durante noviembre 2017 y mayo 2018 en la zona de estudio.

Según los datos obtenidos en las páginas anteriormente señaladas, se observó que la velocidad del viento, desde diciembre 2017 hasta junio 2018, presentó el período durante el cual los vientos fueron más intensos (velocidades entre 3,64 y 4,04 m/s). Adicionalmente, este mismo periodo fue el más estable, al encontrarse valores del coeficiente de variación más bajos generalmente entre 0,09 y 0,21 m/s. Los vientos con menor intensidad

se observaron en septiembre, octubre y noviembre 2017 y agosto, septiembre y octubre 2018 (3,50 y 2,00 m/s; Fig. 4).

El promedio más alto de precipitación se encontró en octubre 2017 (6,69 mm) declinando en noviembre del mismo año hasta abril 2018. Por otro lado, la variación más alta de esta variable ambiental fue en marzo y noviembre 2018 con coeficientes superiores a 1,5 (Fig. 5).

Durante septiembre, octubre y noviembre 2017 y septiembre 2018, el índice de surgencia presentó los valores más bajos e incluso con tendencias negativas ( $-200 \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1} \cdot 100 \text{ m}$ ). Mientras que,

TABLA 1. Análisis de varianza basado en simulaciones Monte Carlo de las tres especies de gasterópodos en base a distancias euclidianas de los datos de densidad ( $\text{ind}/50\text{m}^2$ ) (FV: Fuente de variación, SC: Suma de cuadrados, F: Pseudo-F, P: Valor de p Monte Carlo, CV: Coeficiente de variación).

	<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>P(MC)</b>	<b>CV%</b>
<i>C. breviviformis</i>	Mes	1	52,08	52,08	0,84	0,37	0
	Zona	2	19,55	9,75	0,16	0,86	0
	MesxZona	2	223,17	111,58	1,80	0,19	23,92
	Residual	42	2616,50	62,29	-	-	76,08
	Total	47	2911,33	-	-	-	100
<i>F. tulipa</i>	Mes	1	65,33	65,33	2,41	0,13	13,67
	Zona	2	102,17	51,08	1,89	0,17	13,25
	MesxZona	2	92,17	46,08	1,70	0,20	16,68
	Residual	42	1139	27,11	-	-	56,40
	Total	47	1398,75	-	-	-	100
<i>P. pomum</i>	Mes	1	12	12	0,23	0,63	0
	Zona	2	354,67	177,33	3,39	0,05	27,86
	MesxZona	2	56	28	0,54	0,59	0
	Residual	42	2200	52,38	-	-	72,14
	Total	47	2622,73	-	-	-	100

TABLA 2. Prueba Pair-wise de la densidad ( $\text{ind}/50\text{m}^2$ ) de *Phyllonotus pomum*, en las tres zonas estudiadas. (T: Prueba T para dos muestras, P: Valor p de la prueba Monte Carlo).

<b>Zona</b>	<b>T</b>	<b>P(MC)</b>
1-2	1,29	0,6299
1-3	1,78	0,0456
2-3	1,96	0,06

los valores más altos (valores con tendencia ajustada superior a  $300 \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1} \cdot 100 \text{ m}$ ) se observaron desde diciembre 2017 hasta mayo 2018 siendo más intensa en este último mes (Fig.6).

En cuanto a la temperatura superficial (2 metros), los mayores valores ( $28,5 \text{ }^\circ\text{C}$ ) fueron registrados en septiembre y octubre tanto para 2017 como para 2018 y vuelve a descender en diciembre 2018 ( $24,5^\circ\text{C}$ ; Fig.7).

Los datos de la concentración de clorofila *a* obtenidos, mostraron valores comprendidos entre los  $0,60$  y  $8,00 \text{ mg/m}^3$ , con valores más bajos ( $0,80$  y  $2,30 \text{ mg/m}^3$ ) durante el periodo septiembre-diciembre 2017 y agosto-noviembre 2018, los más altos ( $2,40$  y  $7,8 \text{ mg/m}^3$ ) desde enero hasta mayo 2018 con un pico en julio (Fig. 8).

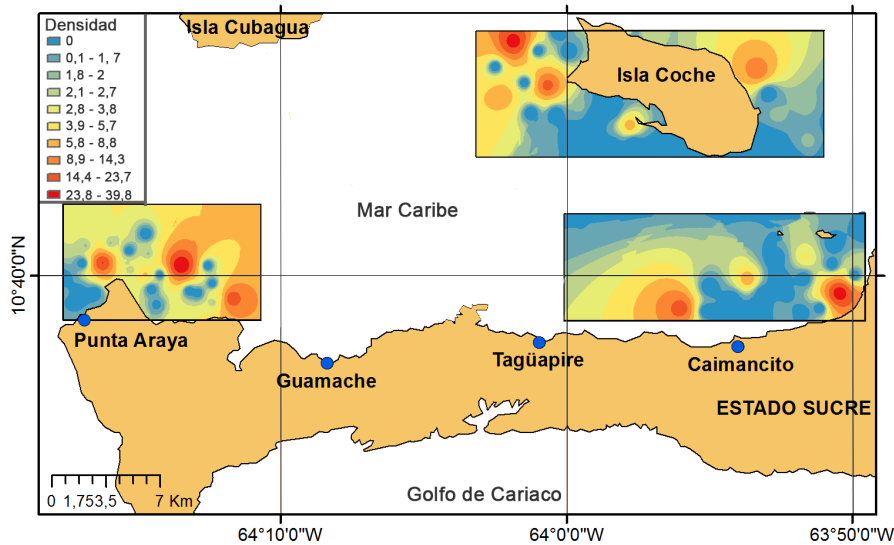


Fig. 3. Distribución espacial en base a la densidad de las tres especies de gasterópodos en el eje Punta Araya-Chacopata.

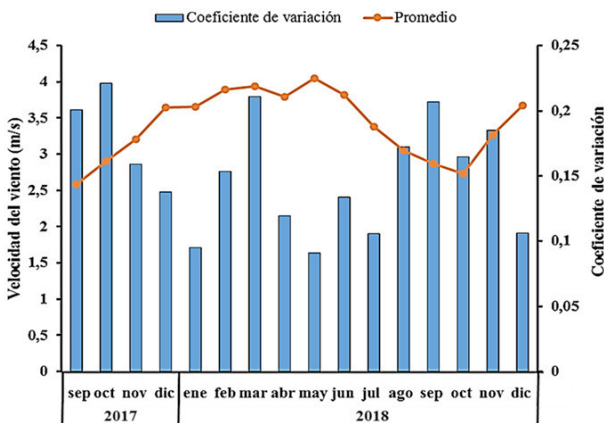


Fig. 4. Promedio y coeficiente de variación de la velocidad del viento (m/s) desde septiembre 2017 hasta diciembre 2018 en el eje Punta Araya - Chacopata.

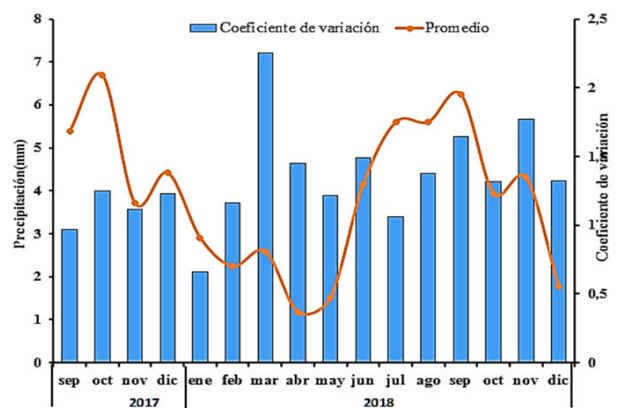


Fig. 5. Promedio y coeficiente de variación de la pluviosidad (mm) desde septiembre 2017 hasta diciembre 2018 en el eje Punta Araya - Chacopata.

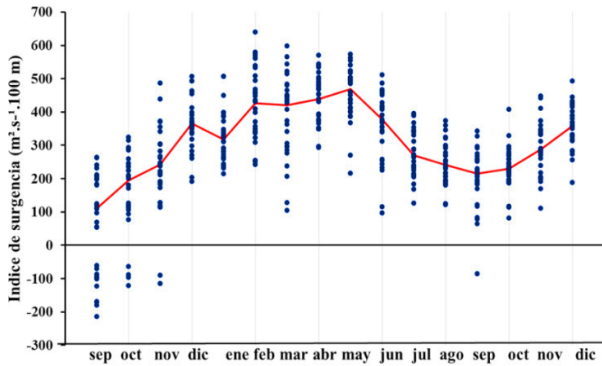


Fig. 6. Índice de surgencia ( $\text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1} \cdot 100 \text{ m}$ ) para el periodo septiembre 2017 hasta diciembre 2018 en el eje Punta Araya - Chacopata.

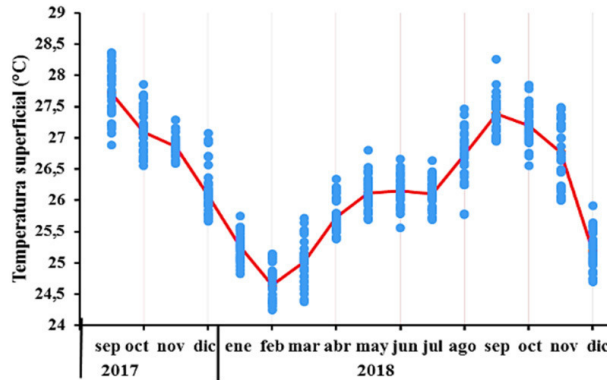


Fig. 7. Temperatura superficial (2 metros) desde septiembre 2017 hasta diciembre 2018 en el eje Punta Araya-Chacopata.

En relación a la densidad de las 3 especies con las variables ambientales, hubo un efecto significativo de la clorofila *a*, índice de surgencia y pluviosidad sobre la densidad de *P. pomum*, observándose que los menores valores de clorofila *a* e índice de surgencia y los mayores valores de pluviosidad, se corresponden con un mayor número de individuos (TABLA 3).

Con respecto a *C. brevifrons*, este presentó un efecto significativo en la temperatura superficial del agua. En este sentido, para *F. tulipa*, se observó que cuando los valores de la concentración de clorofila *a* e índice de surgencia son altos y los valores de pluviosidad son menores, la densidad es mayor en esta especie (TABLA 3).

Con relación al peso de los organismos, para *C. brevifrons*, se observó un efecto significativo con respecto a la velocidad del viento, con un mayor peso a altos valores de esta variable. Para *F. tulipa*, no se evidenció un efecto significativo en relación a las variables. Mientras que a *P. pomum*, presentaron mayor peso a altos valores de pluviosidad y altos valores de clorofila *a* e índice de surgencia (TABLA 4).

En cuanto a la relación de la biomasa con las variables predictoras evaluadas, para *C. brevifrons*, se observó que bajos valores de temperatura correspondieron con una biomasa mayor (TABLA 5).

En el caso de *F. tulipa*, se observó una mayor biomasa seca relacionada con una baja concentración de clorofila *a*, índice de surgencia y altos valores de pluviosidad. Caso contrario para *P. pomum*, donde no se obtuvo un efecto significativo para ninguna de las variables ambientales (TABLA 5).

En los meses de muestreo, se registraron 25 embarcaciones con 143 pescadores de los cuales todos son hombres. Los pescadores en su mayoría no venden los caracoles directamente al extraerlos del mar, sino que los sancochan y esgullan para luego ser vendidos a compradores particulares de la misma comunidad, comunidades aledañas u otras ciudades (Cumaná, Carúpano, Caracas) e incluso a transportistas con camiones refrigerados. Una sola unidad de pesca señaló que vende el caracol con concha a una familia de esgulladores de Caimancito. Además del trabajo

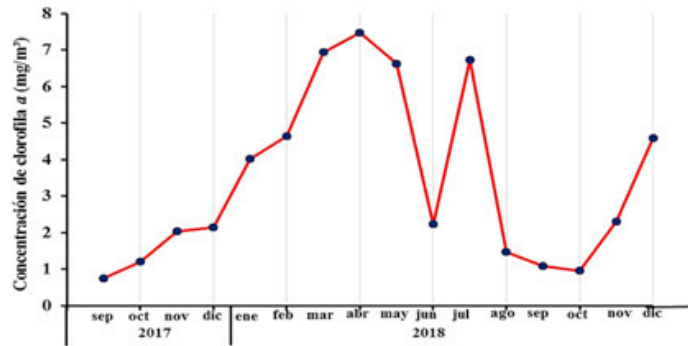


Fig. 8. Concentración de clorofila *a* desde septiembre 2017 hasta diciembre 2018 en el eje Punta Araya - Chacopata.

TABLA 3. Prueba marginal considerando cada variable predictora por separado dentro de la rutina DistLM para la densidad de las tres especies de gasterópodos (FV: Fuente de variación, SC: Suma de cuadrados, F: Pseudo-F, P: Valor de p Monte Carlo, CV: Coeficiente de variación, TSA: Temperatura superficial del agua, Chl *a*: Chlorofila *a*, IS: Índice de surgencia).

	<b>FV</b>	<b>SC</b>	<b>F</b>	<b>P</b>	<b>Proporción</b>	<b>CV%</b>
<i>C. breviforns</i>	TSA	599,81	5,34	0,02	0,365	36,5
	Chl <i>a</i>	178,57	1,21	0,25	9,16E-2	9,17
	IS	178,57	1,21	0,26	9,16E-2	9,17
	Pluviosidad	103,55	0,67	0,42	5,31E-2	5,32
	Velocidad del viento	108,94	0,71	0,42	5,59E-2	5,59
	Dirección del viento	62,42	0,39	0,56	3,20E-2	3,20
<i>F. tulipa</i>	TSA	62,39	0,99	0,38	6,57E-2	6,57
	Chl <i>a</i>	302,29	6,55	0,00	0,32	31,89
	IS	302,29	6,55	0,00	0,32	31,89
	Pluviosidad	352,74	8,29	0,00	0,37	37,21
	Velocidad del viento	8,96	0,13	0,59	9,45E-3	0,94
<i>P. pomum</i>	Dirección del viento	250,08	5,02	0,04	0,26	26,38
	TSA	632,78	4,72	0,07	0,48	48,57
	Chl <i>a</i>	822,86	8,57	0,05	0,63	63,16
	IS	822,86	8,57	0,05	0,63	63,16
	Pluviosidad	872,11	10,12	0,02	0,66	66,94
	Velocidad del viento	207,8	0,95	0,39	0,15	15,95
	Dirección del viento	108,89	0,46	0,59	8,35E-2	8,36

directo que ofrece esta actividad a los pescadores que extraen el recurso, se tiene entonces a un grupo de personas que sancochan los caracoles, los esgullan (sacan de la concha) y en algunos casos los limpian (quitan el sistema digestivo), dentro de los cuales participan personas de ambos

TABLA 4. Prueba marginal considerando cada variable predictora por separado de las otras dentro de la rutina DistLM para el peso de los tres gasterópodos (FV: Fuente de variación, SC: Suma de cuadrados, F: Pseudo-F, P: Valor de p Monte Carlo, CV: Coeficiente de variación, TSA: Temperatura superficial del agua, Chl *a*: Chlorofila *a*, IS: Índice de surgencia).

	<b>FV</b>	<b>SC</b>	<b>F</b>	<b>P</b>	<b>Proporción</b>	<b>CV%</b>
<i>C. breviviformis</i>	TSA	18,62	6,75E-3	0,93	5,62E-4	0,06
	Chl <i>a</i>	3291,5	1,32	0,26	9,94E-2	9,94
	IS	3291,5	1,32	0,26	9,93E-2	9,94
	Pluviosidad	5152,8	2,21	0,16	0,16	15,5
	Velocidad del viento	11894	6,72	0,02	0,36	35,91
<i>F. tulipa</i>	TSA	4665,9	3,67	0,08	0,21	20,78
	Chl <i>a</i>	3671,6	2,74	0,13	0,16	16,35
	IS	3671,6	2,74	0,13	0,16	16,35
	Pluviosidad	2427,5	1,69	0,21	0,11	10,81
	Velocidad del viento	4177,5	3,19	0,07	0,19	18,60
<i>P. pomum</i>	TSA	7,24E6	4,79	0,09	0,09	8,61
	Chl <i>a</i>	9,41E6	8,72	0,05	0,63	63,56
	IS	9,41E6	8,72	0,05	0,63	63,56
	Pluviosidad	9,82E6	9,84	0,01	0,66	66,32
	Velocidad del viento	2,11E6	0,83	0,45	0,14	14,29

TABLA 5. Prueba marginal considerando cada variable predictora por separado de las otras dentro de la rutina DistLM para la biomasa de los tres gasterópodos (FV: Fuente de variación, SC: Suma de cuadrados, F: Pseudo-F, P: Valor de p Monte Carlo, CV: Coeficiente de variación, TSA: Temperatura superficial del agua, Chl *a*: Chlorofila *a*, IS: Índice de surgencia).

	<b>FV</b>	<b>SC</b>	<b>F</b>	<b>P</b>	<b>Proporción</b>	<b>CV</b>
<i>C. breviviformis</i>	TSA	6,71E6	3,93	0,05	0,24	24,66
	Chl <i>a</i>	1,18E6	0,54	0,44	4,34E-2	4,34
	IS	1,18E6	0,54	0,46	4,34E-2	4,34
	Pluviosidad	4,26E5	0,19	0,75	1,56E-2	1,56
	Velocidad del viento	3,23E6	1,62	0,22	0,12	11,88
<i>F. tulipa</i>	TSA	1,32E6	1,52	0,25	9,78E-2	9,78
	Chl <i>a</i>	4,69E6	7,40	0,00	0,35	34,56
	IS	4,69E6	7,40	0,00	0,35	34,56
	Pluviosidad	5,24E6	8,81	0,00	0,39	38,63
	Velocidad del viento	18283	1,89E-2	0,78	1,35E-3	0,13
<i>P. pomum</i>	TSA	173,04	0,11	0,78	2,12E-2	2,12
	Chl <i>a</i>	372,51	0,24	0,71	4,57E-2	4,57
	IS	372,51	0,24	0,71	4,57E-2	4,57
	Pluviosidad	644,38	0,42	0,59	7,90E-2	7,90
	Velocidad del viento	1372,80	1,01	0,42	0,16	16,84

sexos y diferentes estratos de edad, con un total estimado de 114 personas. Por otro lado, la faena de pesca se realiza de lunes a viernes, muy pocos pescadores ( $<3$ ), señalaron que pescan también los días sábado, aunque sólo bajo encargo previo de una cantidad estipulada de caracoles por parte de algún comprador particular.

Un pescador de Caimancito señaló que al realizar la pesca del caracol, no utiliza una embarcación, sino una “tripa de caucho” como flotador para desplazarse a los bancos naturales más cercanos a su comunidad y como superficie flotante para ir colocando los caracoles que va sacando del fondo del agua, indicando además que pesca caracoles para consumo personal y por encargo.

Los elementos que forman a cada unidad de pesca dependen del tipo de arte utilizado. En el caso de la rastra, la unidad está formada por un mínimo de 3 pescadores, 1 rastra y 1 peñero (embarcación de madera con motor fuera de borda) en la pesca con buceo a pulmón la unidad está constituida por 2-5 buzos, 1 motorista, 1 peñero; mientras que en el buceo con compresor, la unidad de pesca está formada por 3-8 buzos, 1 motorista, 1 compresor de aire, 1 peñero. En dicha actividad predominan las mujeres con 71,23%, seguido de hombres 18,1% y 10,67% niños (TABLA 6).

En la pesca con compresor, las CPUE presentaron aumentos en septiembre y noviembre 2017 y abril y junio 2018, observándose dos meses con máximos valores: uno en noviembre ( $>4,5$  kg/horas de buceo), y otro en junio ( $>4$  kg/horas de buceo) (Fig. 9A). Los menores valores se presentaron en enero y mayo (Fig. 9B). Las CPUE presentaron un valor mínimo de 1,197 (kg/horas de buceo) durante mayo y de 1,156 (kg/horas de buceo) para enero. Sin embargo, el valor más alto fue de 4,77 (kg/horas de buceo) encontrado en noviembre. Además, existen diferencias temporales en la captura por unidad de esfuerzo de los caracoles a nivel mensual ( $F=123,27$ ;  $p=0,001$ ; TABLA 7).

Adicionalmente, en la prueba de PERMANOVA se observó que efectivamente existen diferencias en la CPUE de las artes de pesca entre los meses muestreados. Las variaciones no explicadas por el modelo unifactorial aplicado, indican que existen otras variables (continuas y/o categóricas) que permiten complementar información en relación.

Para la pesca a pulmón, la CPUE estimada mostró valores más altos en septiembre, octubre, noviembre 2017 y junio 2018, los puntos máximos estuvieron comprendidos entre septiembre 4,16 (kg/horas de buceo) y noviembre 4,31 (kg/horas de buceo) (Fig. 10A). Por otra parte, los valores mínimos fueron reflejados en diciembre 2017 y enero 2018, considerándose estos valores iguales 1,03 y 1,00 (kg/horas de buceo) respectivamente (Fig. 10B).

En términos de la hipótesis nula planteada por medio del análisis de varianza, se encontraron diferencias significativas entre los meses ( $F=825,54$ ;  $p=0,001$ ), con un coeficiente de variación explicado por este factor de 76,83 % (TABLA 8).

La CPUE estimada con “bootstrap” no paramétrico para la pesca con rastra, mostró picos, uno de ellos en septiembre y otro en noviembre 2017, seguido de un crecimiento progresivo desde

TABLA 6. Número de embarcaciones, pescadores y esgulladores asociados con la pesquería de caracoles de las 3 comunidades evaluadas.

	Total	% Hombres	% Mujeres	% Niños
Nº embarcaciones	25	-	-	-
Nº pescadores	143	100	-	-
Nº esgulladores	114	18,1	71,23	10,67

TABLA 7. PERMANOVA en base a distancias Euclidianas de los datos de CPUE (kg/horas de buceo) de *F. tulipa*, *C. brevifrons* y *P. pomum*, considerando un diseño univariado (FV: Fuente de variación, GL: Grados de libertad, SC: Suma de cuadrados, CM: Cuadrados medios, F: Pseudo-F, P: Valor de p Monte Carlo, CV: Coeficiente de variación).

FV	GL	SC	CM	F	P(MC)	CV%
Mes	8	1413,4	176,67	123,27	0,001	50,33
Residual	1070	1533,5	1,4332	-	-	49,66
Total	1078	2946,9	-	-	-	100

TABLA 8. PERMANOVA con base a distancias Euclidianas de los datos de CPUE (kg/horas de buceo) de *F. tulipa*, *C. brevifrons* y *P. pomum*, considerando un diseño univariado (FV: Fuente de variación, GL: Grados de libertad, SC: Suma de cuadrados, CM: Cuadrados medios, F: Pseudo-F, P: Valor de p Monte Carlo, CV: Coeficiente de variación).

FV	GL	SC	CM	F	P(MC)	CV%
Mes	7	997,97	142,57	825,54	0,00	76,83
Residual	592	102,24	0,17	-	-	23,17
Total	599	1100,2	-	-	-	100

marzo a junio 2018. Los meses con máximos valores resultaron ser septiembre 2017 y junio 2018 con 1,57 y 1,87 kg/1000 m<sup>2</sup>, respectivamente (Fig. 11A). De igual forma, se observaron valores mínimos en diciembre 2017 (0,48 kg/1000 m<sup>2</sup>) y enero 2018 (0,40 kg/1000 m<sup>2</sup>) (Fig. 11B).

## DISCUSIÓN

Los resultados de estimación de densidad en este estudio indican que *C. brevifrons* y *P. pomum* fueron las especies más abundantes a diferencia de *F. tulipa*. Al respecto, PRIETO *et al.* (2001), mencionaron que estas 3 especies estuvieron dentro de las especies más abundantes durante todo un año entre Isla Caribe y el Morro de Chacopata.

En otro estudio realizado por LICET *et al.* (2009), en Chacopata, se registra que la especie de gasterópodo más abundante fue *C. brevifrons* durante muestreos realizados de enero a marzo de 2006, meses no concordantes con los empleados en esta investigación. Además, NIEVES (2012), estimó la densidad de los gasterópodos extraídos accidentalmente en la pesquería artesanal de Chacopata, donde la mayor densidad se observó para *C. brevifrons* y *P. pomum*. Sin embargo, VILAFRANCA & JIMÉNEZ (2004) quienes evaluaron la densidad de moluscos asociados al mejillón verde *Perna viridis* señalaron que los gasterópodos, por ser especies con capacidad de desplazamiento,

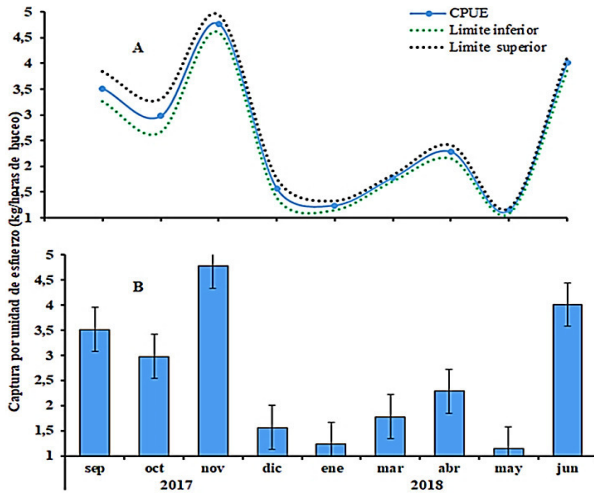


Fig. 9. Captura por unidad de esfuerzo de la pesca artesanal con compresor. (A) Promedios con intervalos de confianza al 95% y (B) Promedio con barras de error.

pueden trasladarse a otros sitios cuando las condiciones no son óptimas y aprovechar en esos ecosistemas eventos favorables que les permitan tener un mayor dominio en cuanto al número de individuos, así como también a las características intrínsecas del grupo.

SALOMÉ & TAGLIAFICO (2015) en su estudio de distribución, densidad y estructura de tallas de nueve especies de gasterópodos de la Isla de Cubagua, mencionaron que las especies de gasterópodos tienen mayor tendencia de distribuirse de forma agregada, en vez de uniforme. *P. pomum* y *C. brevifrons* fueron las especies con mayores densidades a diferencia de *F. tulipa* que estuvo entre los menos agregados. Cabe destacar, que el eje Punta Araya-Chacopata, se caracteriza por poseer un ambiente heterogéneo, esto nos lleva a pensar que posiblemente, durante noviembre 2017 y mayo 2018 las condiciones de cada una de las zonas estudiadas no presentaban los factores más favorables para la fijación de estos gasterópodos. En este sentido, VILAFRANCA & JIMÉNEZ (2004) señalan que estos organismos requieren revisiones constantes debido a su amplia distribución. De forma general, estos resultados de densidad también podrían estar indicando la sobreexplotación de las especies en el área sin ningún control.

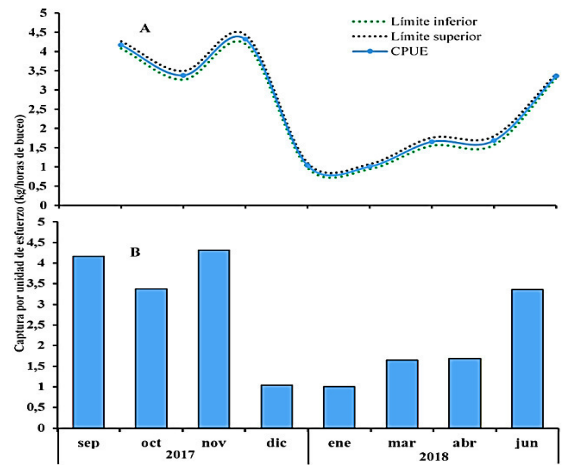


Fig. 10. Captura por unidad de esfuerzo (kg/horas de buceo) de la pesca artesanal a pulmón. (A) Promedios con intervalos de confianza al 95% y (B) Promedio con barras de error.

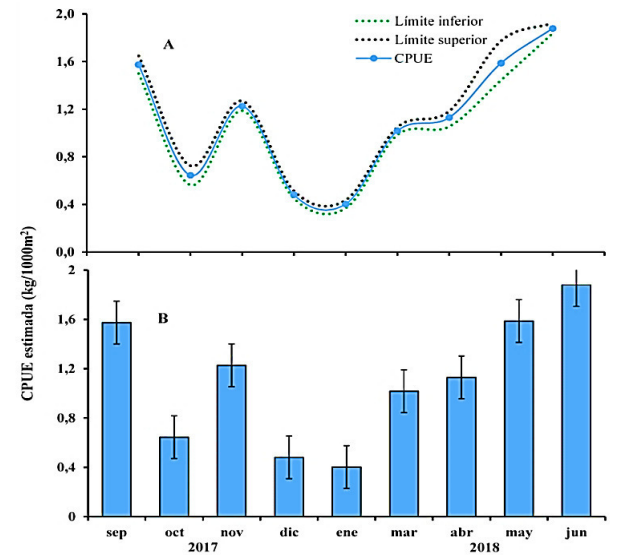


Fig. 11. Captura por unidad de esfuerzo (kg/1000 m<sup>2</sup>) de la pesca artesanal con rastra. (A) Promedios con intervalos de confianza al 95% de variación y (B) Promedio con barras de error.

En cuanto a las variables ambientales, los resultados de la velocidad del viento y sus fluctuaciones mensuales son similares a los señalados por QUINTERO (2016), mencionando el periodo de vientos más intensos (diciembre-julio). Cabe destacar, que la costa norte de la Península de Araya, es una zona árida influenciada por los vientos (nor-este) que eliminan la humedad y causan la sequía. Estos vientos, se caracterizan por influir sobre las masas de agua que traen consigo un enriquecimiento como consecuencia del fenómeno de surgencia, que permite un desarrollo considerable del fitoplancton (GARCÍA *et al.* 1983; FERRÁZ 1989). Adicionalmente, APARICIO (2003) señaló que durante el resto del año cuando disminuye la predominancia de vientos alisios, las fuertes precipitaciones traen consigo la crecida de los ríos de la región, especialmente el río Orinoco, lo cual constituye un aporte adicional de nutrientes al medio marino. Además, RUEDA *et al.* (2017), señalan que el período de surgencia más intenso va desde diciembre hasta mayo y un pulso secundario en julio, haciendo énfasis en las temperaturas superficiales más bajas durante el primer y segundo período (alrededor de 21,5 °C), valores muy similares a los arrojados en este estudio.

Los cambios temporales observados en la concentración de clorofila *a*, siguieron un patrón similar al reportado por VARELA *et al.* (2003), para el nororiente del país, quienes indican que esta variable tiende a ser más alta durante el primer semestre del año, con un valor máximo de 8 mg/m<sup>3</sup> (valores integrados promedios 20 mg/m<sup>2</sup>). Los valores más altos de la clorofila *a*, se correspondieron con los más altos del índice de surgencia, puesto que como ha sido señalado previamente la surgencia moderada favorece la productividad primaria de las áreas donde tiene lugar. En este sentido, NIEVES (2012), señaló que el aumento directo en las comunidades fitoplanctónicas crea un aumento retardado en las demás comunidades de organismos y los gasterópodos depredadores de éstas, lo cual podría explicar el efecto significativo de la clorofila *a*, índice de surgencia y precipitación sobre la densidad de *P. pomum*. Por lo tanto, este efecto retardado podría evidenciarse en los meses posteriores al período intenso de surgencia.

En el caso de *C. brevifrons*, las temperaturas más altas estén relacionadas con el número de individuos, ya que esta variable desempeña un rol importante en el período de surgencia. Así mismo, para *F. tulipa*, es posible que la mayor densidad de esta especie se deba a que las condiciones ambientales eran las más óptimas para su fijación, debido a la alta disponibilidad trófica que se da en la zona. Adicionalmente, el índice de surgencia en este estudio mostró valores algo atípicos, extendiéndose un poco más hasta mayo, al ser *F. tulipa* un depredador activo pudiera existir una población de tamaño adecuado para iniciar su alimentación carnívora.

La relación entre el peso de *C. brevifrons* y la velocidad del viento, se debe posiblemente a que una mayor velocidad del viento, trae consigo una mayor re-suspensión y mayor producción asociada al fenómeno de surgencia, lo cual mejora el estado de condición de bivalvos y con ello los organismos depredadores de ellos.

Al respecto con la biomasa, los cambios de temperatura durante la surgencia costera también juegan un papel importante en la densidad y biomasa de los organismos. Así, muchos inician los procesos de reproducción en función a las variaciones ambientales (DÍAZ-FERMÍN & ACOSTA-BALBÁS

2018). La acumulación y disminución del almacenamiento de reservas depende principalmente del estado del desarrollo gonádico y de la cantidad de alimento disponible (PAZOS *et al.* 1996).

En el caso de *F. tulipa*, los resultados apoyan lo mencionado anteriormente por NIEVES (2012), en cuanto al crecimiento de los organismos tras el período mayor de surgencia.

Las capturas por unidad de esfuerzo (CPUE), toman en cuenta características y composición de la flota junto a cambios en el ambiente (SUNDEN *et al.* 1981; HILBORN & WALTERS 1992). Además, estos datos pueden aportar información tanto biológica (índice de densidad) como de interés económico. Sin embargo, no existen muchos registros de las tres especies expresados de esta forma para el eje Punta Araya-Chacopata.

En la prueba de PERMANOVA realizada, se observó que existen diferencias en la CPUE de las artes de pesca entre los meses muestreados. De igual forma, se recomienda hacer un estudio más exhaustivo y a largo plazo.

Adicionalmente, el estado del mar, velocidad del viento y oleaje resultan ser de suma importancia para los pescadores de caracol, puesto que para aquellos que bucean la visibilidad bajo el agua es un aspecto fundamental durante la localización de bancos naturales y la extracción. Inclusive, se reportan casos donde algunos pescadores prefieren utilizar el método de buceo. Sin embargo, cuando aumenta el oleaje y la visibilidad no es buena, proceden a utilizar el método de rastra. Adicionalmente, señalan que esta preferencia por el buceo en lugar de la rastra, se debe a que con el buceo pueden efectuar una pesca más selectiva, donde puede escogerse las tallas de caracoles, mientras que con la rastra se capturan individuos de buena talla pero también aquellos que son muy pequeños, lo cual no resulta muy atractivo a quienes compran el recurso al pescador, y conlleva a la disminución del reclutamiento del recurso.

Esta pesquería resulta en una población más o menos estable, cuya dinámica de pesca no presenta variaciones notables durante un periodo estudiado. Las capturas incidentales, al igual que las de la especie objetivo pueden resultar afectadas por la selectividad del arte empleado y tipo de pesca (FAO 2011). Por lo cual, es de resaltar que el arte de pesca con rastra ha sido considerado como el de mayor impacto sobre el ecosistema marino (DE JUAN *et al.* 2007) Ya que remueve cualquier tipo de organismo y estructura presente en el área barrida (SOMMER 2005). Esto también puede explicar el por qué las capturas de la pesca de rastra difieren con respecto a las estimadas con pulmón y compresor.

Así, las capturas con rastra podrían ser una de las causas de ausencia de individuos en varias zonas, obligando a los pescadores a rotar las zonas de pesca en estos casos.

## CONCLUSIONES

En el eje Punta Araya - Chacopata, solo se encontraron diferencias significativas entre las zonas evaluadas para la densidad de *Phyllonotus pomum*. Adicionalmente, se observó la relación de un mayor número de individuos con las siguientes variables ambientales: *C. brevifrons* con altas temperaturas, *F. tulipa* con mayor concentración de chlorofila *a* e índice de surgencia y

menor pluviosidad, *P. pomum* con menor concentración de chlorofila *a* e índice de surgencia y mayor pluviosidad. En cuanto al peso de los organismos, *C. brevifrons* tuvo una mayor relación con una mayor intensidad de vientos, *P. pomum* con mayor concentración de chlorofila *a* e índice de surgencia y menor valor de pluviosidad. En este sentido, se encontraron relaciones de biomasa con las siguientes variables ambientales: *C. brevifrons* con menor temperatura superficial del agua de mar, *F. tulipa* con menor concentración de chlorofila *a* e índice de surgencia y mayor valor de pluviosidad.

Las capturas por unidad de esfuerzos, fueron diferentes entre los meses en los tres distintos métodos de pesca alcanzando valores máximos de 4,77 (kg/horas de buceo) en la pesca con compresor y menores de 0,40 (kg/horas de buceo) en la pesca con rastra.

## REFERENCIAS

- ANDERSON, M. J. & D. WALSH. 2013. PERMANOVA, ANOSIM, and the Mantel test in the face of heterogeneous dispersions: What null hypothesis are you testing? *Ecol. Monogr.* 83(4): 557-574.
- APARICIO, R. 2003. *Revisión de las características oceanográficas de la plataforma nororiental de Venezuela*. En: *La sardina (Sardinella aurita) su medio ambiente y explotación en el oriente de Venezuela*. Ed. P. Freón & J. Mendoza. Venezuela. 36 pp.
- ARIZA, L. 2015. *Distribución, abundancia y dinámica poblacional del caracol vaquita (Strombus pugilis) en los alrededores de las islas Coche y Cubagua, estado Nueva Esparta, Venezuela*. Trab. Grad. M. Sc. Ciencias Marinas, Universidad de Oriente, Cumaná, Venezuela, 91 pp.
- BASTIDAS, C & M. RADA. 1997. *Evaluación de las densidades del botuto (Strombus gigas) en zonas específicas del Parque Nacional Archipiélago de Los Roques*. En: *Ciencia y conservación en el sistema de parques nacionales de Venezuela*. Ed. I. Novo., L. Morales, L. Rodríguez, T. Martínez, G & Hertelendy. INPARQUES, Caracas, Venezuela. 283-289.
- BOWDEN, K. F. 1983. *Physical oceanography of coastal waters*. En: *An introduction to coastal oceanography, both descriptive and dynamical*. Ed. E. Horwood. New York, USA. 302 pp.
- CAÑADA, R. 2009. *Moluscos gasterópodos como bioindicadores en el Archipiélago Canario: Procesos naturales a causas antropogénicas*. Trab. Grad. Dr. Acuicultura, Universidad de las Palmas de Gran Canaria, Las Palmas, España, 303 pp.
- DE JUAN, S., S. CARTES & M. DEMESTRE. 2007. Effects of commercial trawling activities in the diet of the flat fish *Citrarus linguatula* (Osteichthyes: Pleuronectiformes) and the starfish *Astropecten irregularis* (Echinodermata: Asteroidea). *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 349: 152-169.
- DÍAZ-FERMÍN, R. & V. ACOSTA-BÁLVAS. 2018. Fauna asociada a la pesquería de *Arca zebra* (Mollusca Bivalvia: Arcidae) en Venezuela. *Bol. Invest. Mar. Cost.* 47(1): 45-66.
- FAO. 2011. Review of the state of world marine fishery resources. *FAO Fisheries Technical Paper*. Roma. Disponible en <https://www.fao.org/3/i2389e/i2389e.pdf>.

- FAO. 2016. El estado mundial de la pesca y la acuicultura: Contribución a la seguridad alimentaria y la nutrición para todos. *FAO Fisheries Technical Paper*. Roma. Disponible en <https://www.fao.org/3/i5555s/i5555s.pdf>.
- FERRÁZ. 1989. Influencia de los factores físicos en la distribución vertical de la biomasa fitoplanctónica em el Golfo de Cariaco (Venezuela). *Bol. Inst. Oceanogr. Venez. Universidad de Oriente*. 28(1-2): 47-56.
- GARCÍA, A., J. BONILLA & J. BENITEZ. 1983. Condiciones químicas en las aguas superficiales de la cuenca Tuy-Cariaco. *Bol. Inst. Oceanogr. Venez. Univ. de Oriente*. 22(1-2): 87-101.
- HILBORN, R. & C. WALTERS. 1992. *Quantitative fisheries stock assessment*. Chapman and Hall. Londres, Reino Unido. 570 pp.
- KRIGE, D. 1951. A statistical approach to some basic mine valuation problems on the Witwatersrand. *J. Chem. Metall. Min. Soc. of South África*. 52(6): 119-139.
- LAUGHLIN, R., E. WEIL & M. HAUSCHILD. 1985. La pesquería del Botuto, *Strombus gigas* en el Parque Nacional Archipiélago de los Roques. Informe Técnico N° 15. *Fundación Científica Los Roques*. Caracas, Venezuela. 13-24 pp.
- LEGENDRE, M & ANDERSON, J. 2009. Distance-based redundancy analysis: Testing multispecies responses in multifactorial ecological experiments. *Eco. Soc. Am.* [https://doi.org/10.1890/0012-9615\(1999\)069\[0001:DBRATM\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/0012-9615(1999)069[0001:DBRATM]2.0.CO;2).
- LICET, B., V. ACOSTA., A PRIETO & N. GARCÍA. 2009. Contribución al conocimiento de los macromoluscos asociados a la Pepitona, *Arca zebra* (Swainson, 1833), en el banco natural de Chacopata, Península de Araya, Venezuela. *Zoot. Trop.* 27: 195-203.
- MALDONADO, A., R. CRESCINI., W. VILLALBA & Y. FUENTES. 2015. Aspectos reproductivos de *Chicoreus brevifrons* (Lamarck, 1822) (Neogastrópoda: Muricidae) de la laguna de La Restinga, isla de Margarita, Venezuela. *Rev. Mar. Cost.* 8(1): 41-50.
- NIEVES, M. 2012. Captura incidental de gasterópodos asociados a la pesca artesanal de la pepitona (*Arca zebra*) en Chacopata, Venezuela. Trab. Grad. Lic. Biología, Universidad Simón Bolívar, Caracas, Venezuela.
- PAZOS, A. J., G. ROMÁN, C. P. ACOSTA, M. ABAD & J. SÁNCHEZ. 1996. Influence of the gametogenic cycle on the biochemical composition of the ovary of the great scallop. *Aquac. Int.* 4: 201-213.
- POSADA, J & B. ÁLVAREZ. 1988. Análisis del sistema pesquero del Parque Nacional Archipiélago de los Roques. IV. La pesquería del botuto, *Strombus gigas*. 1985-1987. *Mem. Fund. La Salle Cien. Nat.* 48: 435-443.
- PRIETO, A. S., L. J. RUIZ, N. GARCÍA, N & M. ÁLVAREZ. 2001. Diversidad Malacológica en una comunidad de *Arca zebra* (Mollusca: Bivalvia) en Chacopata, estado Sucre, Venezuela. *Rev. Biol. Trop.* 49 (2): 591-598.

- QUINTERO, A. 2016. Evaluación de los parámetros del viento en los periodos de lluvia y sequía en el valle submarino de Araya, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Venez.* 55(2): 3-16.
- RÍOS-JARA, E., C. NAVARRO-CARAVANTES., S. SARMIENTO & E. LÓPEZ-URIARTE. 2008. Bivalvos y gasterópodos (Mollusca) de importancia comercial y potencial de las costas de Chiapas y Oaxaca, México. *Rev. Cienc. Mar.* 12(35): 3-20.
- RUEDA, D., J. MENDOZA., F MULLER-KARGER., CÁRDENAS, J., ACHURY, A & ASTOR, Y. 2017. Spatial variability of Spanish sardine (*Sardinella aurita*) abundance as related to the upwelling cycle off the southeastern Caribbean Sea. *PLoS ONE* 12(6). Doi: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0179984>.
- SALOMÉ, R. M. & A. TAGLIAFICO. 2015. Distribución, abundancia y estructura de tallas de nueve especies de gasterópodos de Isla de Cubagua, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Venez.* 54(1): 57-70.
- SCHAPIRA, D., I. MONTAÑO, A. ANTCZAK & J. POSADA. 2009. Using shell middens to assess effects of fishing on queen conch (*Strombus gigas*) populations in Los Roques Archipelago National Park, Venezuela. *Mar. Biol.* 156: 787-795.
- SOMMER, M. 2005. Pesca de arrastre – Aniquilación silenciosa. *Rev. Elect. Vet.* Vol. VI - N° 4.
- SUNDEN, P., M. BLACKBURN & F. WILLIAMS. 1981. Tunas and their environment in the Pacific Ocean: a review. *Oceanogr. Mar. Biol.* 19: 443-512.
- VARELA, R., F. CARVAJAL & F. MULLER-CARGER. 2003. *El fitoplancton en la plataforma nororiental de Venezuela*. En: IRD. Ed. P. Fréon & J. Mendoza. Venezuela. 294 pp.
- VILLAFRANCA, S & M. JIMÉNEZ. 2004. Abundancia y diversidad de moluscos asociados al mejillón verde *Perna viridis* (Bivalvia: Mytilidae) en Guayacán, estado Sucre, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Venez.* 43: 65-76.

RECIBIDO: MARZO 2022

ACEPTADO: JULIO 2022

# PRIMER REPORTE DEL MICROGASTEROPODO *Amphithalamus rauli* (GASTROPODA: LITTORINIMORPHA: ANABATHRIDAE) EN RAÍCES DEL MANGLE ROJO *Rhizophora mangle*, PARQUE NACIONAL MOCHIMA, VENEZUELA

SIOLIZ VILAFRANCA

*Instituto Oceanográfico de Venezuela, Universidad de Oriente*  
*E-mail: svillafranca@yahoo.com. Orcid: 0000-0002-9782-4326*

**RESUMEN:** El Parque Nacional Mochima, está ubicado en la región nororiental de Venezuela (10°9'50" y 10°26'0" N; 64°13'20"- 64°47'32" W), posee una variedad de ecosistemas que incluyen playas arenosas, sustratos rocosos, praderas de *Thalassia*, fondos coralinos y manglares. Debido a la presencia de estos ambientes, el parque presenta importantes niveles de diversidad biológica. Las raíces del *Rhizophora mangle*, proporcionan un sustrato único para muchas especies de invertebrados marinos, donde destacan los gasterópodos; en este ambiente se reporta la presencia del microgasterópodo *Amphithalamus rauli* (ROLÁN 1991) una especie de la familia Anabathridae. Este hallazgo forma parte de un estudio cuyo objetivo es la evaluación espacio temporal de la malacofauna en el Parque Nacional Mochima. La especie se encontró en 5 de las 6 estaciones muestreadas, con una mayor presencia en los meses de surgencia y en las zonas más protegidas del parque. Se hace una descripción de la especie que permite diferenciarla de *A. vallei*, la cual es hasta ahora la primera y más conocida del género. Los resultados obtenidos permiten ampliar la fauna malacológica registrada en raíces de mangle, especialmente la microfauna y resaltan la importancia de investigaciones en este grupo hasta ahora con pocos estudios en Venezuela.

**Palabras claves:** Micromolusco, *Rhizophora mangle*, *Amphithalamus rauli*, Parque Nacional Mochima.

**ABSTRACT:** The Mochima National Park is located in the northeastern region of Venezuela (10°9'50" and 10°26'0" N; 64°13'20"- 64°47'32" W), has a variety of ecosystems which include sandy beaches, rocky substrates, *Thalassia* meadows, coral bottoms and mangroves. Due to the presence of these environments, the park presents important levels of biological diversity. The roots of the *Rhizophora mangle* support a unique substrate for many species of marine invertebrates, where gastropods stand out; In this environment, the presence of the microgastropod *Amphithalamus rauli* (ROLÁN 1991), a species of the Anabathridae family, is reported. This finding is part of a study whose objective is the evaluation of the temporal space of the malacofauna in the Mochima National Park. The specie was found in 5 of the 6 sampled stations, with a greater presence in the months of upwelling and in the most protected areas of the park. A description of the species is made that allows differentiating it from *A. vallei*, which is until now the first and best known of the genus. The results obtained allow expanding the malacological fauna recorded in mangrove roots, especially the microfauna, and highlight the importance of research in this group, so far with few studies in Venezuela.

**Keywords:** Micromollusk, *Rhizophora mangle*, *Amphithalamus rauli*, Parque Nacional Mochima.

## INTRODUCCIÓN

Los estudios malacológicos en Venezuela, han estado orientados en su mayoría a los macromoluscos, donde se han reportado una variedad de especies asociadas a diversos sustratos

(PRINCZ 1978, 1982, 1983; BUITRAGO *et al.* 1984; MARVAL 1986; CARVAJAL & CAPELO 1993; JIMÉNEZ 1994; MÁRQUEZ & JIMÉNEZ 2002; VILLAFRANCA & JIMÉNEZ 2004; FERNÁNDEZ & JIMÉNEZ 2007; GUERRA-CASTRO *et al.* 2011; CAPELO *et al.* 2014; FERNÁNDEZ *et al.* 2014; JIMÉNEZ *et al.* 2016; JIMÉNEZ *et al.* 2019). En el caso de los micromoluscos el primer reporte general del grupo fue realizado por PRINCZ (1978), en el golfo de Venezuela en unas notas acerca de algunos micromoluscos de la plataforma de Guyana. Este mismo autor (1983) también realizó un estudio en taxonomía y ecología de los micromoluscos bentónicos representativos del golfo de Venezuela.

Otras investigaciones donde se reportan micromoluscos, son los presentados por CAPELO & BUITRAGO (1998) en una revisión de moluscos marinos del oriente de Venezuela; también PRIETO *et al.* (2001) en un banco natural de *Arca zebra* en Chacopata, señalan algunas especies de la microfauna. En este mismo grupo y asociado a la pesquería de *A. zebra* se encuentran los trabajos de NARCISO *et al.* (2005), ACOSTA *et al.* (2007) y el de DÍAZ & ACOSTA (2018) quienes reportan a *Triphora melanura* como nuevo registro para la zona de Chacopata. Otro trabajo en el oriente es el de FERNÁNDEZ (2018) en sustratos rocosos del Parque Nacional Mochima, donde se mencionan por primera vez la presencia de los géneros *Haminoea* y *Caecum*. Para el occidente del País, REYES *et al.* (2007) en la alta Guajira realizaron un inventario de moluscos presentando 180 especies, donde se listan varios microgasterópodos y ÁLVAREZ *et al.* (2018) en sedimentos coralinos de la laguna de Yapascua, estado Carabobo señalan 43 especies.

El reporte de una mayor cantidad de especies y de nuevos registros para este grupo, tal como ha sido señalado en la literatura, probablemente no se deba a la dificultad que implica obtener muestras, sino a las dificultades en la identificación de animales tan pequeños, lo que, obstaculiza la clasificación correcta de muchas especies (GEIGER *et al.* 2007; ALBANO *et al.* 2011). Adicionalmente, según la bibliografía la manera arbitraria y no estandarizada en cuanto al límite de tamaño medio para este grupo al no estar establecido objetivamente trae como consecuencia sobreestimaciones en algunos grupos (MALLETT 2007; ISACC *et al.* 2004) y por otro lado el procesamiento de las muestras que requiere mucho tiempo para separar los especímenes de la arena u otros sustratos es otro elemento que influye en un mayor conocimiento de estas comunidades (SASAKI 2008).

*Amphithalamus* CARPENTER, 1864 es un género de gasterópodos marinos o micromoluscos de la familia Anabathridae KEEN, 1971 que se encuentra mayormente distribuido en el golfo de México, Baja California, Cuba y Puerto Rico; también ha sido señalado para las costas de Brasil (SIMONE 1995). Para el Caribe se ha reportado en Belize, Aruba, Bonaire, Curaçao y Colombia; siendo *A. vallei* (AGUAYO & JAUME 1947) la primera especie del género citada para el Caribe y la más representativa (FELDER & CAMP 2009; MILOSLAVICH *et al.* 2010). El género se caracteriza por ser organismos extremadamente pequeños, con una longitud < 2 mm, detritívoros, de aspecto suave, excepto por un cordón débil o hilo en espiral en la periferia (ABBOTT 1974). El carácter más llamativo es un puente delgado que separa el labio interior del ombligo abierto, la teleoconcha puede ser lisa o con escultura espiral o axial, rara vez ambas y el opérculo es ovalado, compuesto de dos capas (PONDER 1983).

Los resultados de los estudios de microfauna donde se ha reportado la presencia de especies de este género han sido mayormente en sedimentos y en algunos casos asociados a corales (AGUAYO & JAUME 1947; ROLÁN 1991; SIMONE 1995), siendo este el primer trabajo que reporta la presencia de *A. rauli* como parte de las comunidades de micromoluscos asociadas a las raíces de *Rhizophora mangle*. Este trabajo forma parte de los resultados de una investigación que tiene como objetivo evaluar la variación espacio temporal de la malacofauna asociada a las raíces del mangle rojo *R. mangle* en el Parque Nacional Mochima, Venezuela.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El material biológico fue colectado bimensualmente entre diciembre/2015 y octubre/2016, en seis (6) sitios de muestreo (Fig. 1); considerando dos zonas en el Parque Nacional Mochima ( $10^{\circ}9'50''$  y  $10^{\circ}26'0''$  N;  $64^{\circ}13'20''$ -  $64^{\circ}47'32''$ W), una zona más expuesta (zona 1 externa) y otra más protegida (zona 2 bahía) y abarcando tres periodos: surgencia, transición y relajación. Se tomaron las raíces de *R. mangle* como unidades de muestreo; seleccionando al azar tres (3) en cada sitio. Para la toma de muestras se siguió la metodología propuesta por ORDOSGOITTI (1985) y MÁRQUEZ & JIMÉNEZ (2002). En el laboratorio, los micromoluscos fueron separados del resto de la macrofauna, utilizando tamices de 0,5, 0,2 y 0,1 mm y posteriormente la misma se completó con la ayuda de un microscopio estereoscópico (Wild) y un microscopio óptico (Leitz). La identificación taxonómica de la especie se llevó a cabo con bibliografía para el género (ABBOTT 1974), material disponible en el World Register of Marine Species (WoRMS) y la descripción presentada por ROLÁN (1991).

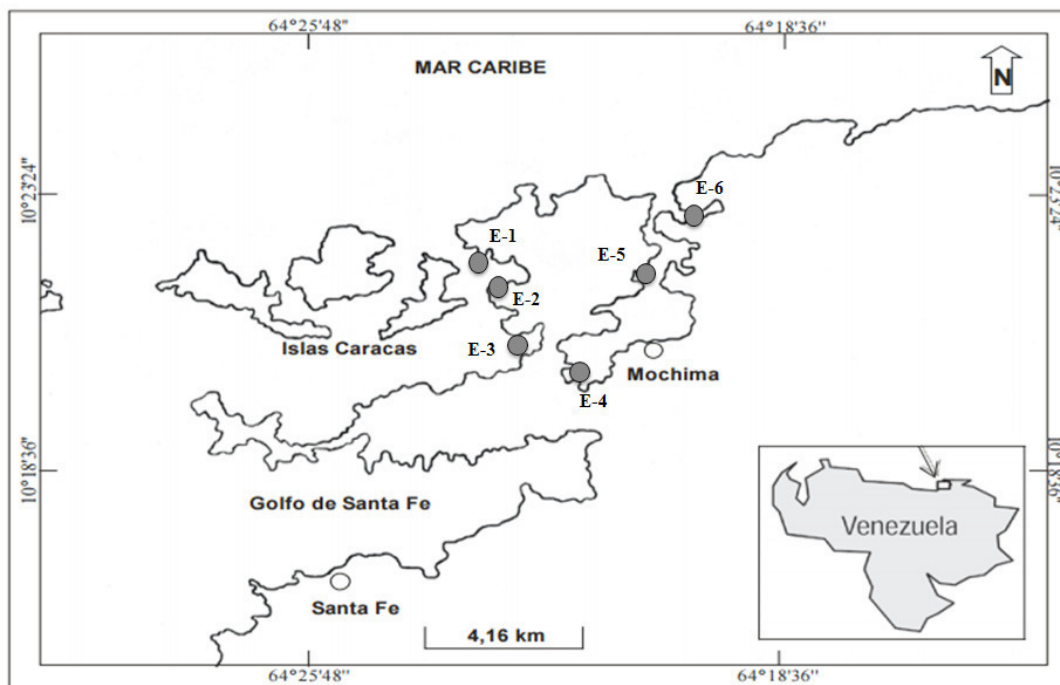


Fig. 1. Zona de estudio con las estaciones muestreadas

Las muestras están depositadas en la colección científica de moluscos del Museo del Mar de la Universidad de Oriente.

## RESULTADOS

El material examinado consta de 17 ejemplares los cuales fueron obtenidos en febrero, abril y agosto/2016. Los valores más resaltantes en la abundancia de la especie fueron observados en los meses de surgencia (febrero/abril). En cuanto a las estaciones se observó una mejor distribución en las raíces obtenidas en la zona más protegida del parque (estaciones 4, 5 y 6) (Fig. 2).

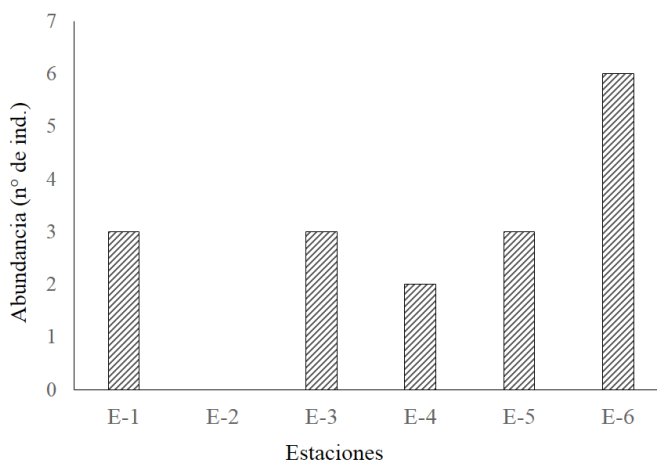


Fig. 2. Abundancia de *Amphithalamus rauli* en las estaciones muestreadas

Todos los ejemplares colectados estuvieron representados por organismos vivos con una talla entre 0,85 mm y 1 mm de longitud y entre 0,55- 0,65 mm de ancho (Fig. 3). Las características fenotípicas resaltantes para los organismos examinados fueron: concha pequeña, globosa de color marrón a, castaño brillante, con la base blanquecina (Figuras 3 y 4B).

La protoconcha es también de color marrón claro, observada más claramente en animales vivos. Se puede apreciar además una escultura en espiral, en este caso apenas visible por la resolución fotográfica (Figura 4A). También es posible distinguir un área delimitada por un surco en espiral.

Se observa un pequeño cordón hacia la espira y otro en la base de la concha, bordeando el ombligo donde se evidencia un surco profundo (Figuras 3 y 4B). Como se puede notar en las fotografías, los giros de la espira se encuentran bien separados, la boca es ovalada, observándose débilmente un doble peristoma; sobresale un poco de la espira y se halla separada de la columela.

## DISCUSIÓN

Los invertebrados en ambientes de manglares son taxonómica y funcionalmente diversos. A esto contribuyen las características propias de las raíces y su entorno como hábitat que proporcionan



Fig. 3. Detalles del tamaño de *Amphithalamus rauli*.

Escultura en espiral



Fig. 4A. Detalles de la protoconcha



Cordón espiral

Fig. 4B. Aspectos del ombligo y la espira

un ambiente único y de oportunidad para muchas especies (CARUGATI 2018). Los resultados de este trabajo evidencian la importancia de estos ecosistemas en el mantenimiento de una variada fauna macro y micro que aún es poco conocida.

La abundancia mensual de *A. rauli* en el PNM, puede ser un reflejo del aprovechamiento en las condiciones ambientales típicas del periodo de la surgencia costera, donde la columna de agua es enriquecida por nutrientes generando una mayor oferta alimentaria que es aprovechada directa e indirectamente en toda la red trófica. Lo que acarrea una mayor abundancia y número de especies con diferentes hábitos alimenticios (GARCÍA 1976; FERRÁZ-REYES 1989; MULLER *et al.* 2001), lo que explicaría una mayor presencia en este periodo de *A. rauli* al ser una especie detritívora.

En cuanto a la distribución en las estaciones de la parte interna (Bahía) pudiera ser explicada por la dinámica del parque al ofrecer condiciones estables en la zona más protegida, y de esta manera brindar condiciones más favorecedoras para el asentamiento larval de la especie. Otro aspecto a considerar en la distribución de la especie en el área, sería la presencia de otros ecosistemas cercanos que pudieran estar contribuyendo al traslado de este tipo de especies hasta los manglares tal como señala ACOSTA *et al.* (2014).

Las figuras que aparecen en el trabajo correspondientes a la especie, son fotografías de organismos vivos con mediciones que permitieron según sus características taxonómicas ubicar a estos ejemplares como *A. rauli*. Los ejemplares examinados, muestran los mismos detalles descritos por ROLÁN (1991) en la reseña original realizada para la especie; tanto en las características morfológicas, coloración de concha y protoconcha, así como en sus dimensiones. ABBOTT (1974) presenta una descripción de ejemplares de *A. vallei* basada en AGUAYO & JAUME (1947), pero los detalles en la descripción de la concha, se asemejan más a las características de *A. rauli* que señala ROLAN (1991) en su artículo. Tomando como referencia fenotípica la coloración de los especímenes aquí presentados, es evidente que se acerca más a la especie *A. rauli* en lugar de *A. vallei* esta consideración también fue indicada por este autor. Un detalle importante que ha sido señalado y que permite la separación de estas 2 especies, es la presencia de un cordón subtural y un surco en espiral, que están ausentes en *A. vallei* y que son claramente visibles en el holotipo estudiado.

Los ecosistemas donde ha sido reportada la presencia del género *Amphithalamus*, abarcan principalmente sedimentos de arena y el alga roja *Bostrychia*, asimismo se ha registrado en rocas intermareales, raíces de manglares y pilotes de muelles, asociados a corales (ABBOTT 1974; SIMONE 1995) y también asociados a otros sustratos biológicos (tesis de pregrado en ejecución). Hasta ahora la distribución de *A. rauli* ha sido citada para pocos países en comparación con *A. vallei* por lo que es importante ampliar en estudios de micromoluscos y así poner a disposición una bibliografía que permita comparar en este caso los hallazgos en especies de este tipo. Los reportes de biodiversidad y distribución de especies donde se incluyan este tipo de microfauna, en general están incompletos (ALBANO *et al.* 2011), ya sea debido a la metodología para su colecta, por lo minucioso en la separación de las muestras y/o por aspectos taxonómicos en la revisión de organismos tan pequeños; haciendo que algunas especies estén escasamente representadas ya que muchas veces escapan al ojo humano, tal es el caso de este grupo y como señala MIDDELFART *et al.* (2016) el conocimiento de los micromoluscos tropicales está muy subestimado en relación con los macromoluscos.

Como resulta evidente por lo anterior, todavía se sabe muy poco de estos diminutos animales en vida, de allí que es fundamental que se incentive en investigaciones que permitan ampliar y actualizar los datos de diversidad biológica de este grupo en Venezuela, especialmente porque en distribución de macrofauna, los microgastrópodos y en específico los de la zona oriental han recibido poca atención recientemente, al menos en términos de su sistemática.

## CONCLUSIONES

La presencia de la especie *A. rauli* es un indicativo de la riqueza biológica que albergan los ecosistemas costeros de Venezuela especialmente el P.N.M, donde existe un micromundo con una riqueza de especies aún sin explorar.

## AGRADECIMIENTOS

Este manuscrito es parte de una tesis doctoral financiada parcialmente por el Consejo de Investigación de la Universidad de Oriente, Venezuela. Un especial agradecimiento al grupo que participó en la colecta del material biológico, así como también a quien va dedicado este volumen ya que sin su apoyo y conocimiento hubiese sido más difícil este trabajo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ABBOTT, R. 1974. *American Seashells*. 2nd. Van Nostrand Reinhold Company. New York. 541p.
- ACOSTA, V., A. PRIETO, L. RUÍZ & H. GIL. 2007. Moluscos asociados a la pepitona *Arca zebra* (Mollusca Bivalvia) en Chacopata, Edo. Sucre, Venezuela. *Saber*. 19 (1): 21-26.
- ACOSTA, V., R. BETANCOURT & A. PRIETO. 2014. Estructura comunitaria de bivalvos y gasterópodos en raíces del mangle rojo *Rhizophora mangle* (Rhizophoraceae) en isla Larga, bahía de Mochima, Venezuela. *Rev. Biol. Trop.* 62 (2): 551-565.
- AGUAYO, C. & M. JAUME. 1947. Nuevos gasterópodos de Cuba. *Revista de la Sociedad Malacológica*, 5 (2): 53-57.
- ALBANO, PG., B. SABELLI & P. BOUCHET. 2011. The challenge of small and rare species in marine biodiversity surveys: microgastropod diversity in a complex tropical coastal environmental. *Biodivers and Conserv.* (20) 13: 3223-3237.
- ÁLVAREZ. B. J., P. BENÍTEZ & S. NARCISO. 2018. Primer reporte de microgastrópodos (Mollusca: Gastropoda) encontrados en sedimentos coralinos de la laguna de Yapascua, estado Carabobo. *Bol. Inst. Oceanogr. Venez.* 57(2): 15-19
- BUITRAGO, J., F. CARVAJAL & J. CÁRDENAS. 1984. Las comunidades bentónicas de los canales Margarita-Coche-Araya. *Acta Cient. Venezolana*, 35 (Supp.1): 367.
- CAPELO, J. & J. BUITRAGO. 1998. Distribución geográfica de los moluscos marinos en el oriente de Venezuela. *Mem. Soc. Cienc. Nat. La Salle* 58 (150): 109-160.
- CAPELO, J., M. RADA., M. SOLÉ., J. BUITRAGO., S. GRUNE. & J. NARVÁEZ. 2014. Los moluscos marinos litorales del norte de la península de Macanao, Isla de Margarita, Venezuela. *Amici Molluscarum* 22(1): 29-44
- CARUGATI, L., B. GATTO, E. RASTELLI, M. LO MARTIRE, C. CORAL, S. GRECO & R. DANOVARO. 2018. Impact of mangrove forests degradation on biodiversity and ecosystem functioning. *Scientific Reports*. 8:13298

- CARVAJAL, F. & J. CAPELO. 1993. Los moluscos de la plataforma Margarita-Coche-Tierra Firme (Venezuela) su distribución y abundancia. *Mem. Soc. Cienc. Nat. La Salle* 53 (140): 159-175.
- DÍAZ, R. & V. ACOSTA. 2018. Fauna asociada a la pesquería de *Arca zebra* (Mollusca Bivalvia: Arcidae) en Venezuela. *Bol. Inves. Mar. y Costeras*. 47(1): 45-66.
- FELDER, D. & D. CAMP. 2009. Gulf of Mexico—Origins, Waters, and Biota: Biodiversity. Vol.1. Harte Research Institute for Gulf of Mexico Studies. Texas A & M University Press 1186 p. Disponible en <https://www.gulfbase.org/species> (revisada abril 2022).
- FERNÁNDEZ, J. & M. JIMÉNEZ. 2007. Fauna malacológica del litoral rocoso de la costa sur del Golfo de Cariaco y costa norte del estado Sucre, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela*. 46(1): 3-11.
- FERNÁNDEZ, J., M. JIMÉNEZ. & T. ALLEN. 2014. Diversidad, abundancia y distribución de la macrofauna bentónica de las costas rocosas al norte del Estado Sucre, Venezuela. *Rev. Biol. Trop.*, 62: 947-956.
- FERNÁNDEZ, J. 2018. Moluscos asociados a sustratos rocosos del Parque Nacional Mochima, estado Sucre, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Venez.* 57(2): 57-71.
- FERRÁZ-REYES, E. 1989. Influencia de los factores físicos en la distribución vertical de la biomasa fitoplanctónica, en el Golfo de Cariaco (Venezuela). *Bol. Inst. Oceanogr. Venez.* 28: 47-56.
- GARCÍA, A. 1976. *Distribución y variación mensual de los elementos nutritivos y clorofila a en el Golfo de Santa Fe y áreas adyacentes*. Trab. Asc. Universidad de Oriente, Venezuela. 38 pp.
- GEIGER, D., B. MARSHALL, W. PONDER, T. SASAKI & A. WARREN. 2007. Techniques for collecting, handling, preparing, storing and examining small molluscan specimens. *Molluscan Research*. 27: 1–50.
- GUERRA-CASTRO, E., J. CRUZ & J. CONDE. 2011. Cuantificación de la diversidad de especies incrustantes asociadas a las raíces de *Rhizophora mangle* L. en el Parque Nacional Laguna de la Restinga. *Interciencia*. (36) 12.
- ISAAC, N., J. MALLET & G. MACE. 2004. Taxonomic inflations: its influence on macroecology and conservation. *Trens. Ecol. Evol.* 19: 464-469.
- JIMÉNEZ, M. 1994. Comunidad de moluscos asociada a *Thalassia testudinum* en la Ensenada de Reyes, Bahía de Mochima, Edo. Sucre, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Venez. Univ. Oriente*. 33 (1-2): 67-76.
- JIMÉNEZ, M., M. NARVÁEZ, J. FERNÁNDEZ, T. ALLEN, & S. VILLAFRANCA. 2016. Cambios estacionales y espaciales en la abundancia y composición de moluscos asociados a fondos arenosos de la costa oriental del estado Sucre, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Venez.* 55 (2): 39-50.
- JIMÉNEZ, R. E., V. ACOSTA, L. HERNÁNDEZ & J. FRONTADO. 2019. Registro malacológico del Sistema Lagunar Bocaripo, Costa Nororiental de Venezuela. *Bol. Centro Invest. Biol.* 53 (3): 250-272 p.

- MALLET, J. 2007. Hybrid speciation. *Nature*. 446: 279-283.
- MÁRQUEZ, B. & M. JIMÉNEZ. 2002. Moluscos asociados a la raíces sumergidas del mangle rojo *Rhizophora mangle* (L.) en el Golfo de Santa Fe. Edo. Sucre, Venezuela. *Rev. Biol. Trop.* 50 (3-4): 1101-1112.
- MARVAL, J. 1986. *Diversidad de moluscos en dos playas de la Isla de Margarita, Venezuela*. Trab. Grad. Biología, Universidad de Oriente. Cumaná, Venezuela. 127p.
- MIDDELFART, P., L. KIRKENDALE & N. WILSON. 2016. Australian Tropical Marine Micromolluscs: An Overwhelming Bias. *Diversity*. 8(3): 17. DOI:10.3390/d8030017
- MILOSLAVICH, P., J. DÍAZ, E. KLEIN, J. ALVARADO, C. DÍAZ, J. GOBIN, E. ESCOBAR, J. CRUZ, E. WEIL, J. CORTES, A. BASTIDAS, R. ROBERTSON, F. ZAPATA, A. MARTIN, J. CASTILLO, A. KAZANDJIAN & M. ORTIZ. 2010. Marine biodiversity in the Caribbean: Regional estimates and distribution patterns. *PLoS ONE* 5(8): 11916.
- MULLER, F., R. VARELA, R. THUNELL, M. SCRANTON, R. BOHRER, G. TAYLOR, J. CAPELO, Y. ASTOR, E. TAPPA, T. HO & J. WALSH. 2001. Annual Cycle of Primary Production in the Cariaco Basin: Implications for Vertical Export of Carbon Along a Continental Margin. *J. Geoph. Res.* 106 (C3): 4527-4542
- NARCISO, S., A. PRIETO. & V. ACOSTA. 2005. Microgasterópodos asociados con el banco natural de la pepitona *Arca zebra* (Swainson, 1833; Mollusca: Bivalvia) ubicado en la localidad de Chacopata, Estado Sucre, Venezuela. *Ciencias Marinas* 31(1A): 119-124.
- ORDOSGOITTI, R. 1985. *Estudio ecológico de la epifauna en raíces sumergidas del mangle Rhizophora mangle en la bahía de Mochima*. Trab. Grad. Lic. Biología. Universidad de Oriente, Cumana, Venezuela, 90 p.
- PONDER, W. 1983. Review of the genera of the Barleeidae (Mollusca:Gastropoda: Rissoacea). *Records of the Australian Museum* 35(6): 231–281.
- PRIETO, A., L. RUÍZ, N. GARCÍA & M. ÁLVAREZ. 2001. Diversidad malacológica en una comunidad de *Arca zebra* (Mollusca: Bivalvia) en Chacopata, estado Sucre, Venezuela. *Rev. Biol. Trop.* 49 (2): 591-595.
- PRINCZ, D. 1978. Los moluscos marinos del Golfo de Venezuela. *Mem. Soc. Cien. Nat. La Salle*, 38: 51-76.
- \_\_\_\_\_. 1982. New records of living marine gastropods of Venezuela. *Veliger* 25(2): 174-175
- \_\_\_\_\_. 1983. Taxonomía y ecología de los micromoluscos bentónicos representativos del Golfo de Venezuela. *Mem. Soc. Cienc. Nat. La Salle*, 43: 120.
- REYES, J., A. FLORES, J. CARRUYO, C. KASLER, S. NARCISO, M. NAVA & A. GUERRA. 2007. Moluscos gasterópodos y bivalvos de la alta Guajira, estado Zulia, Venezuela. *Bol. Centro Invest. Biol.* 41(3): 376-393.

- ROLÁN, E. 1991. El género *Amphithalamus* Carpenter, 1864 en Cuba (Mollusca, Gastropoda, Rissoidae), con la descripción de tres nuevas especies. *Iberus*. 10(1): 131-141.
- SASAKI, T. 2008. Micromolluscs in Japan: Taxonomic composition, habitats, and future topics. *Zoosymposia* 1: 147–23.
- SIMONE, L. 1995. A new *Amphithalamus* Carpenter, 1864 Species (Gastropoda, Rissoidae, Barleeidae) from the Brazilian coast. *J. Conch. Lond.* 35: 329-333.
- VILLAFRANCA, S. & M. JIMÉNEZ. 2004. Abundancia y diversidad de moluscos asociados al mejillón verde *Perna viridis* (Bivalvia: Mytilidae) en Guayacán, estado Sucre, Venezuela. *Bol. Inst. Ocenogr. Venezuela*. 43: 65-76.
- WORLD REGISTER OF MARINE SPECIES (WoRMS). Disponible en <http://www.marinespecies.org/index.php> (Revisada febrero 2022).

RECIBIDO: ABRIL 2022

ACEPTADO: JULIO 2022

# PRIMER REGISTRO DEL NAUTILUS PAPEL *Argonauta argo* (LINNÉ, 1758) (OCTOPODA: ARGONAUTIDAE) PARA LAS COSTAS DEL ESTADO SUCRE, VENEZUELA

JOHANNA FERNÁNDEZ-MALAVÉ<sup>1\*</sup> & BLADIMIR GÓMEZ-MARVAL<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Museo del Mar - Universidad de Oriente, Venezuela. \*Autor de correspondencia: [johnannafer@gmail.com](mailto:johnannafer@gmail.com); <http://orcid.org/0000-0001-8116-4581>

<sup>2</sup> Instituto Superior de Formación Docente Salomé Ureña – Recinto Juan Vicente Moscoso, República Dominicana. [bladimir.gomez@isfodosu.edu.do](mailto:bladimir.gomez@isfodosu.edu.do); <http://orcid.org/0000-0002-5306-1048>

RESUMEN: En el presente trabajo se cita por primera vez al “nautilus de papel” *Argonauta argo* (LINNÉ, 1758) vivo, para las costas del estado Sucre, Venezuela, siendo el segundo reporte científico en el país. En función de un ejemplar capturado vivo en las cercanías del Muelle de Ensal, Península de Araya, muriendo horas más tarde. Se hace una descripción del animal en base a sus características morfológicas y anatómicas de la “concha”, igualmente se realizó un registro fotográfico del mismo. Actualmente, el ejemplar descrito reposa en el Museo del Mar – UDO, formando parte de la Colección científica de Moluscos.

Palabras claves: nautilus papel, Venezuela, *Argonauta argo*

ABSTRACT: In this paper, the “paper nautilus” *Argonauta argo* (LINNÉ, 1758) is cited for the first time, for the coasts of Sucre state, Venezuela, being the second scientific report in the country. Based on a specimen captured alive in the vicinity of the Ensal Pier, Araya Peninsula, dying hours later. A description of the animal is made based on its morphological and anatomical characteristics of the “shell”, a photographic record of the same was also made. Currently, the example described rests in the Museo del Mar - UDO, forming part of the Scientific Collection of Molluscs.

Key words: Paper Nautilus, Venezuela, *Argonauta argo*

Los argonautas (ARGONAUTIDAE: CEPHALOPODA) son una familia de pulpos pelágicos que habitan los océanos tropicales y templados del mundo, comúnmente reconocidos por sus hermosas conchas blancas que se acumulan en las playas de todo el mundo. Históricamente, la delineación taxonómica del grupo se ha basado en las características de la “concha”, no homóloga a las conchas verdaderas de moluscos (FINN 2013).

Poseen un dimorfismo sexual muy agudo, las hembras adultas son entre 10 y 15 veces más grandes que los machos. Secreta una estructura calcárea delgada y comprimido lateralmente como una “concha” blanca y grande de hasta 25 cm, con una quilla plana de color negro o marrón, bordeada por dos filas de tubérculos lisos. Los brazos I en las hembras son más grandes y tienen un lóbulo ancho o membrana que se asemeja a una vela (GUERRA *et al.* 2002). Mientras los machos

son pequeños, el tercer brazo izquierdo está hectocotilizado, modificado para la fecundación, es más largo y delgado, con 65 ventosas dispuestas en dos filas, el cual se autotomiza (se desprende) llevando consigo el espermátforo que se abre camino hasta la cavidad del manto de la hembra, que luego de un intervalo considerable, la hembra encuba los huevos (0,6 - 0,8 mm), en la “concha” caparazón hasta la eclosión de las larvas (NAEF 1923; NESIS 1987; GUERRA 1992).

*Argonauta argo*, ha sido registrado en casi todos los océanos y mares del mundo, el mar Mediterráneo (MANGOLD & BOLETZKY 1988). En el oeste de Pacífico, esta especie fue citada desde el sur de Hokkaido en Japón a Nueva Zelanda (NESIS 1987; OKUTANI *et al.* 1987). Desde California hasta Perú en el lado este del océano Pacífico (NESIS 1987). En el Atlántico occidental, se encontró desde Cobo Cod en EEUU, hasta las aguas de Venezuela (NESIS 1987; HOCHBERG *et al.* 1992), mientras que, en Atlántico oriental se distribuye, desde las costas portuguesas, hasta Sudáfrica (NESIS 1987).

Para las costas venezolanas, indican la presencia de *A. argo* (CAPELO & BUITRAGO 1998) específicamente en isla La Tortuga. En el nororiente del país hay evidencias suficientes, ya que se han encontrado sus “conchas” después de la eclosión de sus huevos, cuando generalmente la hembra muere, sin embargo no hay hasta la fecha, un reporte publicado y en particular para las costas del estado Sucre, por lo tanto éste sería el primer registro del *Argonauta argo* (Linné, 1758) vivo para dicha zona.

El espécimen fue encontrado viva, el día 16 marzo del año 2015, aproximadamente a las 2:00 pm, en las cercanías del Muelle de Ensal (10°34'31,47"N y 64°15'39,80"O), Araya, estado Sucre (Figura 1).

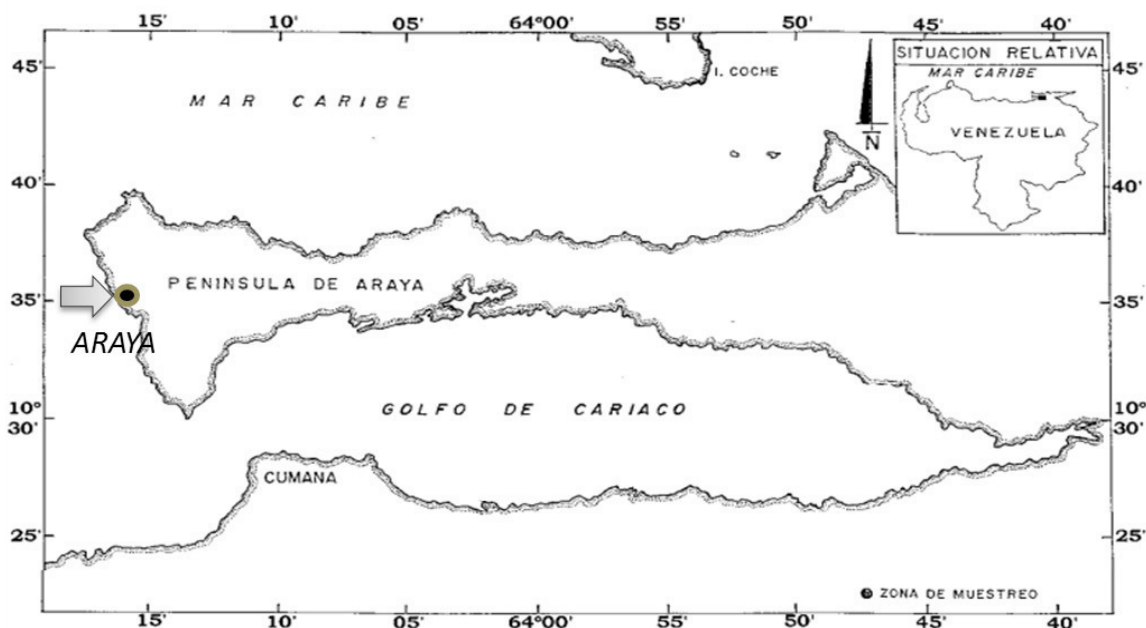


Fig. 1. Ubicación geográfica del sitio donde se encontró el ejemplar de *Argonauta argo*.

El ejemplar fue trasladado en un recipiente tipo tobo con agua salada a la ciudad de Cumaná y llevado al Museo del Mar, donde fue recibido por el grupo de vigilancia en horas de la madrugada y recibido por los biólogos del Museo, aproximadamente a las 7:40 am, cuando el organismo ya no presentaba signos vitales debido a las condiciones en las cuales se encontraba (un tobo de aproximadamente unos 10 litros, elevada temperatura del agua), posiblemente indujo a la eclosión de los huevos.

Una vez el espécimen en el Laboratorio de Biología del Museo del Mar – UDO, se identificó como *Argonauta argo* (LINNÉ, 1758), o “nautilus de papel”. Una hembra en estadio adulto, de unos 24,7 cm de longitud total de la “concha” y de 10 cm de longitud del manto.

#### Clasificación Taxonómica

Phylum Mollusca

Clase Cephalopoda

Orden Octopoda Leach, 1818

Familia Argonautidae Tryon, 1879

Género *Argonauta* Linné, 1758

Especie *Argonauta argo* Linné, 1758

“Concha o Cascara”

Características: esta estructura no es más que un estuche construido para proteger la masa ovígera, la cual es de color blanco, textura rígida - débil – frágil de 24,7 cm de Longitud total (Ltc), 57 gr de peso, con 37 Costillas (C) y 98 pares de Tubérculos de la quilla (Tu) (TABLA 1; Figura 2a, b, c).

TABLA 1.- Medidas del la “concha” ó “cascara” del ejemplar de *A. argo*. Según la terminología de FINN (2013).

<b>MEDIDAS</b>	<b>cm</b>
Longitud total (Ltc)	24,7
Ancho de la concha (Ac)	18,7
Longitud de la apertura (La)	13,7
Ancho de la apertura (Aa)	6,5
Ancho de las orejas (Ao)	7,5
Ancho de la quilla (Aq)	0,9

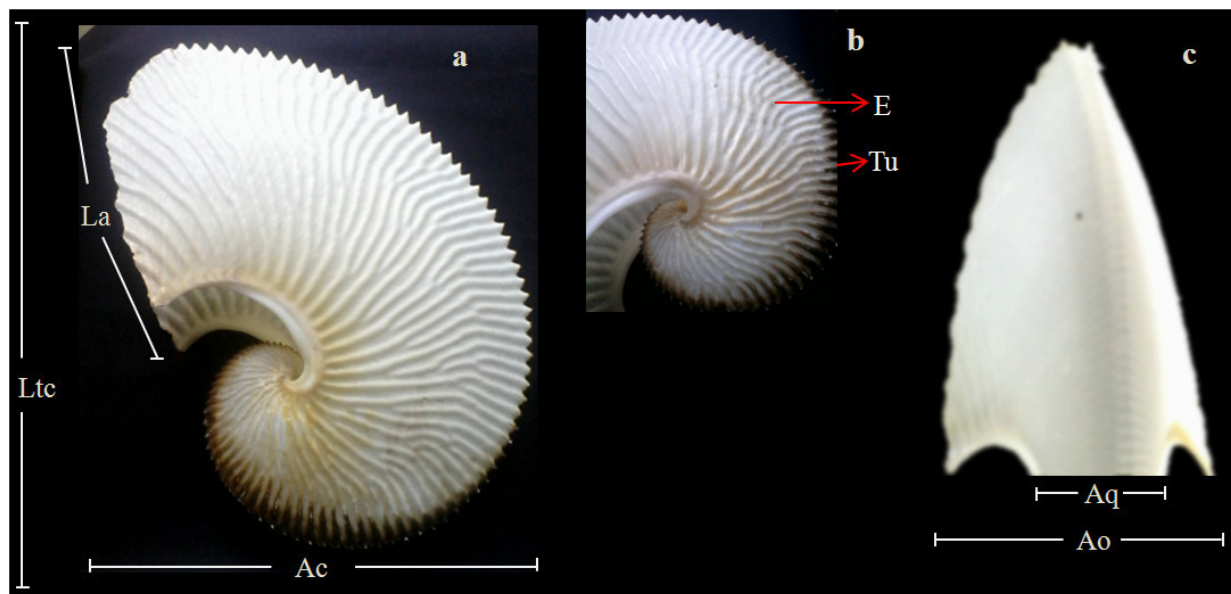


Fig. 2.- “Concha” o “estuche” del ejemplar *A. argo*. a) Longitud total de la concha (Ltc), Ancho de la concha (Ac), Longitud de apertura (La), b) Detalle de la concha, Tubérculos de la quilla (Tu), Estrías (E) y c) Ancho de las orejas (Ao), Ancho de la quilla (Aq).

### *Cuerpo o parte blanda*

Características: cuerpo de color beige – rosáceo, con textura suave a gomosa. Con un peso de 434 gr. A continuación en la TABLA 2 y la figura 3 a, b, se muestran las características del cuerpo de *A. argo* con sus medidas y número de ventosas.

TABLA 2.- Medidas del cuerpo o parte blanda del ejemplar de *A. argo*.

<b>MEDIDAS</b>	<b>cm</b>
Longitud total desde el manto hasta B II (Lt)	33,5
Longitud del manto (Lm)	10
Brazo modificado (B I)	14,4
Brazo largo (B II)	23,5
Brazo corto (B III)	21
Brazo mediano (B IV)	22
<b>VENTOSAS</b>	<b>nº</b>
Ventosas del brazo modificado (VB I)	477
Ventosa del brazo largo (VB II)	217
Ventosa del brazo corto (VB III)	223
Ventosa del Brazo mediano (VB IV)	221

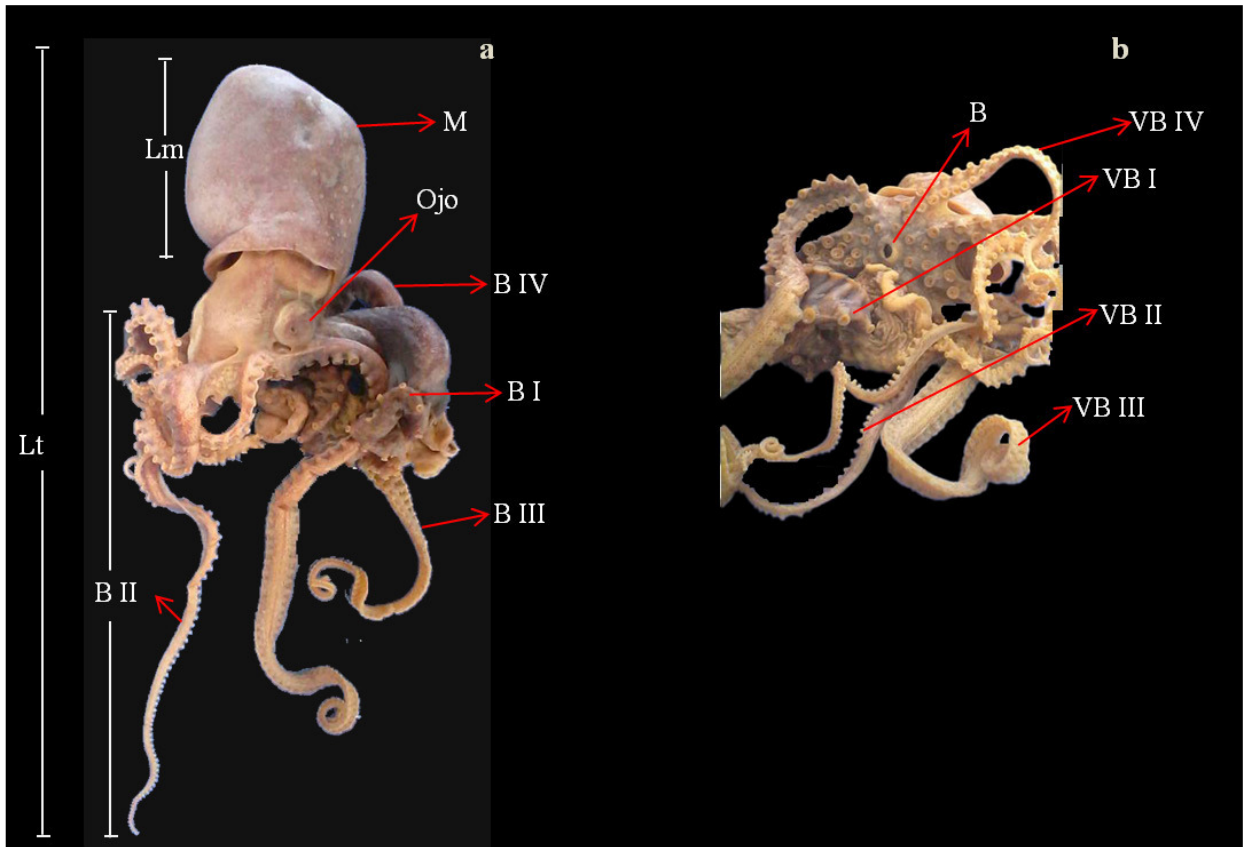


Fig. 3.- Cuerpo del ejemplar de *A. argo*. Medidas de a) Longitud total (Lt), Longitud del manto (Lm), Brazo modificado (B I), Brazo largo (B II), Brazo corto (B III) y Brazo mediano (B IV), se identifica el Manto (M), b) Boca (B), Ventosa del brazo modificado (VB I), Ventosa del brazo largo (VB II), Ventosa del brazo corto (VB III) y Ventosa del brazo mediano (B IV).

### *Masa ovígera*

Características: poseen un color blanquecino – beige – amarillo claro, con una textura granulosa. Con un peso de 84,9 gr y 14 cm extendido fuera de la “concha”.

La longitud promedio de las capsulas ovígeras es de 0,125 mm. No obstante, fue imposible realizar el conteo de las capsulas ovígeras, debido al estado en el cual se encontraba el ejemplar. (Figura 4a, b).

CAPELO & BUITRAGO (1998) reportan a esta especie para la costa sur de nueva espartana, específicamente en isla Cubagua, en un estudio de distribución geográfica del nororiente de Venezuela. Igualmente, según la información suministrada por pescadores y otros, los avistamientos que se han tenido han sido solo de “conchas que han llegado a orillas de playas cercanas a la zona de estudio, en la península de Araya, en el primer trimestre del año, coincidiendo con el patrón de vientos alisios provenientes del noreste que inciden fuertemente en esta zona durante esta época

del año. A éste respecto, DÍAZ & PUYANA (1994), indican que es posible que *A argo* sea encontrado después de tormentas o mares de leva.

El hecho de encontrar un ejemplar con una “concha” o “cáscara” muy frágil, delgada y blanca para resguardar la masa de huevos, lo cual indica que es una hembra adulta (DÍAZ & PUYANA 1994).

El ejemplar descrito reposa en el Museo del mar – UDO, formando parte de la Colección científica de Moluscos.

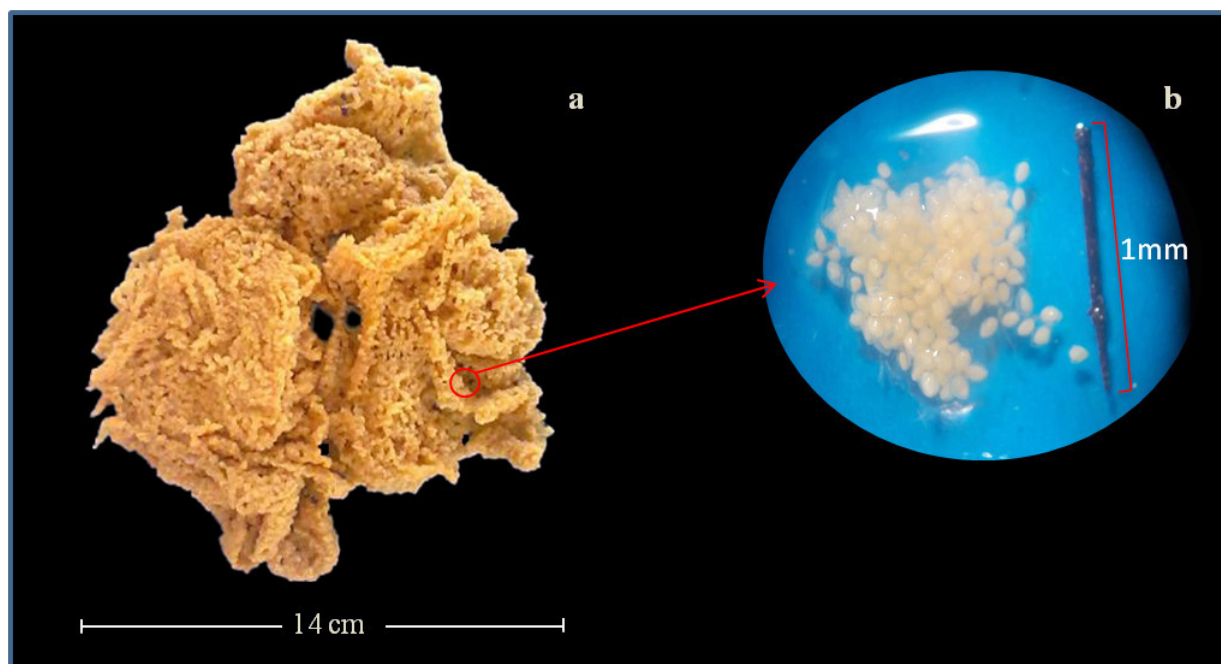


Fig. 4.- Masa ovígera del ejemplar de *A. argo* a) Tamaño de la masa, b) Tamaño de la capsula ovígera, observado desde microscopio estereoscópico en objetivo 4x.

### AGRADECIMIENTO

Expresamos nuestro agradecimiento al señor Joel Hernández, quien nos hizo llegar el ejemplar de *Argonauta argo*.

### REFERENCIAS

- CAPELO, J. C & J. BUITRAGO. 1998. Distribución geográfica de los moluscos marinos en el Oriente de Venezuela. *Soc. Cienc. Nat. La Salle*. 53(150): 109-160.
- DÍAZ, J. & M. PUYANA. 1994. *Moluscos del Caribe Colombiano*. Un catálogo ilustrado. COLCIENCIAS, Fundación Natura e INVEMAR, Bogotá. 367pp.
- FINN, J. K. 2013. Taxonomy and biology of the Argonauts (Cephalopoda: Argonautidae) with particular reference to Australian material. *Mollusc. Res.* 33(3): 143-222.

- GUERRA, A. 1992 *Mollusca, Cephalopoda*. Fauna Ibérica. Museo Nacional de Ciencias Naturales. SCI. Madrid. 327pp.
- GUERRA, A., A. F. GONZÁLEZ & F. ROCHA. 2002. Appearance of the common paper nautilus *Argonauta argo* related to the increase of the sea surface temperature in the north-eastern Atlantic. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.* 82: 855-858.
- HOCHBERG, F. G., M. NIXON & R. B. TOLL. 1992. *Octopoda*. In: "Larval" and juvenile cephalopods: a manual for their identification, Ed. M. J. Sweeney, C.F. E. Roper, K. M Mangold, M. R. Clarke & S. V Boletzky. Smithsonian Contributions to Zoology 513: 213-279.
- MANGOLD, K. M. & S. BOLETZKY. 1988. *Mediterranean cephalopod fauna*. En: *The Mollusca. Paleontology and neontology of cephalopods*, Ed. M.R. Clarke & E.R. Trueman. Academic Press, London. 12: 315-330.
- NAEF, A. 1923. Die Cephalopoden. *Fauna e Flora del Golfo di Napoli*. 35(1):31-863.
- NESIS, K. N. 1987. *Cephalopods of the world: squid, cuttlefishes, octopuses and allies*. T. F. H. Publications, New Jersey. 351pp.
- OKUTANI, T., M. TAGAWA & H. HORIKAWA. 1987. Cephalopods from continental shelf and slope around Japan. Tokyo, Japan. *Fish. Conser. Assoc.* 194pp.

RECIBIDO: ABRIL 2022

ACEPTADO: JULIO 2022

## NORMAS PARA LA PREPARACIÓN DE MANUSCRITOS A SER SOMETIDOS AL BOLETÍN DEL INSTITUTO OCEANOGRÁFICO DE VENEZUELA

El Boletín del Instituto Oceanográfico de Venezuela es una revista periódica de frecuencia bianual, en formato digital y arbitrada en pares, en la que se publican contribuciones originales e inéditas en ciencias marinas, incluyendo biología, geología y ecología marina, oceanografía, evolución, sistemática y taxonomía de los organismos marinos, contaminación, pesquerías, maricultura, biotecnología marina, conservación y manejo integrado de los recursos marinos y costeros. Los idiomas permitidos son el castellano y el inglés (en el caso del idioma inglés, se recomienda a los autores hacer revisar la redacción por un angloparlante o un especialista en lengua inglesa).

El Boletín acepta artículos, notas y revisiones. Los artículos son las publicaciones científicas de investigación experimental o teórica originales. Las notas son comunicaciones cortas sobre un tema específico, en ocasiones informando sobre los resultados parciales de una investigación. Las revisiones son comunicaciones solicitadas a un investigador sobre un determinado tópico, en el cual el autor tiene una dilatada trayectoria reflejada, en sus publicaciones.

### INSTRUCCIONES A LOS AUTORES

#### PREPARACIÓN DEL MANUSCRITO

Escriba el manuscrito en papel tamaño carta (215 x 279 mm) y a doble espacio, incluyendo el texto, la literatura citada, las tablas, los encabezados de las tablas y las leyendas de las figuras. Use letra Times New Roman, tamaño 12 puntos en todos los textos. Los márgenes deben ser de 25 mm en todos los lados, justificando el margen derecho. Coloque la numeración de las páginas en el margen superior derecho de todas ellas excepto la primera.

Los encabezados de las secciones principales se escriben con mayúsculas y en negritas y los subtítulos con mayúsculas y minúsculas justificados a la izquierda, en general los artículos deberán seguir el siguiente orden: Título, Resumen, Abstract, Introducción, Materiales y Métodos, Resultados, Discusión, Conclusiones,

Agradecimiento, Referencias, Tablas, Lista de figuras y figuras. Las notas y revisiones, no necesariamente deberán tener esta organización.

Cuando los autores sean más de tres, se debe anexar una declaración, indicando la contribución en la planificación y ejecución de la investigación, de cada autor.

Las listas largas y complejas relacionadas indirectamente con el sujeto primario del artículo deben ser colocadas en un apéndice al final del artículo. Los renglones apropiados para la conformación de un apéndice incluyen: lista de especímenes examinados, lista de caracteres morfométricos o caracteres ecológicos, derivaciones matemáticas complejas o formulaciones estadísticas y algoritmos para programas de computación. Los apéndices pueden ser dispuestos como párrafos, en tablas o en otro formato que se considere apropiado. Las listas cortas y las fórmulas simples y todo aquel material relacionado directamente con el sujeto del artículo deben ser colocado directamente en el texto. Todo material no esencial para el artículo debe omitirse.

Escriba completamente el nombre científico de la planta o animal cuando sea mencionado por primera vez; en adelante, abrevie el nombre genérico (primera letra y un punto), se exceptúan aquellos que inician una frase o párrafo. Incluya el autor y la fecha en los casos que sean esenciales para la identificación del taxón (tal como en la sinonimia). Todos los nombres científicos deben ser escritos en *itálica*, no está permitido el subrayado ni la escritura de los mismos en negritas. Si emplea nombres subgenéricos, estos deben ser colocados entre paréntesis entre el nombre genérico y el específico, en adelante deben ser abreviados. Las nuevas descripciones en zoología deben ser escritas como: “nuevo género”, “nueva especie”, “nueva subespecie” o “nueva combinación”; En artículos de botánica emplee: “gen. nov.”, “sp. nov.”, “subsp. nov.”, o “comb. nov.”. Cada uno de ellos debe, estar precedido por una coma. Las descripciones deben ser escritas en español, excepto las botánicas que deben ser escritas en latín. Emplee el

nombre científico del taxón apropiado si se incluye en el artículo un nombre vernáculo.

#### ABREVIATURAS, DELETREOS Y MISCELÁNEOS

Los párrafos y oraciones nunca deben comenzar con una abreviatura. No emplee abreviaturas o acrónimos o palabras nemotécnicas para los nombres de localidades, áreas de estudio, características morfológicas, agencias gubernamentales, parámetros fisiológicos, pruebas estadísticas y muchos otros renglones. Los acrónimos para los nombres de museos, abreviaturas para proteínas o loci enzimáticos, y símbolos empleados en ecuaciones matemáticas son aceptados si se definen o refieren la primera vez que son empleados en el texto. El deletreo y el uso de las palabras deben estar en concordancia con el Diccionario de la Real Academia de la Lengua (DRAE). El empleo de palabras no incluidas en éste debe ser omitido, pero se admite el uso de nuevas palabras acusadas y ciertos anglicismos. Los términos científicos deben seguir las normas de glosarios y diccionarios especializados recientes.

No emplee paréntesis contrapuestos ( ) ( ), al citar una referencia y <referirla> a una Tabla en el texto; emplee (SAKAI 1988; Tabla 1) no (SAKAI 1988) (Tabla 1).

#### NÚMEROS Y EXPRESIONES MATEMÁTICAS

Emplee decimales en lugar de fracciones excepto en algunas ecuaciones. Los decimales no precedidos por un número entero deben siempre presentar un cero (0,25) en el texto, las tablas y las figuras. En el texto emplee números para aquellas cantidades mayores de 9, excepto cuando se comience una oración. Los números cardinales del uno al nueve deben ser escritos en palabras excepto cuando se refieran a unidades de medida, pero no en la enumeración. Igualmente emplee números para aquellos renglones en serie que incluyan al menos un número mayor a nueve. Este tratamiento debe ser el mismo para los números ordinales. En artículos taxonómicos, los especímenes examinados, las diagnósicos y descripciones, deben emplearse números.

Emplee dos puntos (:) y no una barra (/) para expresar proporciones (e.g. 1:2,5 machos: hembras); no presente la proporción total de la muestra (e.g.: 20:50) como una proporción de sexos, calcule la proporción verdadera y del tamaño de la muestra (e.g. 1:2,5 para n= 63). Emplee el símbolo “menor que” (<) y “mayor que” (>) con números (e.g. < 12, “no menor de 12”; >8 espinas, “no más de 8 espinas”).

Al escribir intervalos emplee “desde 12,4 hasta 20,8 mm” o bien 12,4-20,8 mm. No emplee la palabra “hasta” a menos que este precedida por la palabra “desde”. Al presentar ecuaciones y fórmulas, emplee la barra (/) para las fracciones simples e identifique los significados de los símbolos y variables en el texto. La barra debe ser empleada cuando presente datos que relacionan un factor con otro (e.g. g/m<sup>2</sup>); si existen tres o más medidas relacionadas, entonces la fracción debe ser escrita empleando el exponente (-<sup>1</sup>) (e.g.: 23 mg g<sup>-1</sup>). No presente ninguna ecuación que haya sido publicada con anterioridad a menos que esté modificada. La simple referencia de la misma será suficiente.

Al escribir parámetros estadísticos tales como la media, la moda, la desviación estándar, el error estándar; las unidades de medida no deben ser más precisas que la medida que las originó (e.g.: se midió la longitud total en peces con 0,1 mm de apreciación), entonces la media debe ser expresada, como 35,5 y la media y el error estándar deben ser expresados como 35,5 ± 0,1 y no 35,5 ± 0,01. Esto se aplica tanto para las tablas como para el texto.

#### TIEMPO Y FECHA

Escriba las fechas como 12 diciembre 1997, sin puntuación; como una excepción se acepta el uso de tres letras para el mes en listas de especímenes examinados (e.g.: 12 dic 1997). La hora del día debe ser escrita en sistema de 24 horas y con cuatro dígitos; medianoche se escribe 0000 h, 6:15 a.m. debe escribirse 0615, y 8:30 p.m. debe escribirse 2030 h. El fotoperiodo en condiciones de laboratorio debe ser expresado como 12 luz: 12 oscuridad.

#### UNIDADES DE MEDIDA

Se utilizarán abreviaturas según el Sistema Internacional de Unidades. Adicionalmente las siguientes variables abreviadas son aceptadas:

grados Celsius	°C	miligramo	mg
gravedad	G	kilogramo	kg
segundo	s	microgramo	µg
minuto	min	kilómetro	km
hora	h	metro	m
día	d	milímetro	mm
gramo	g	centímetro	cm
micrón o micra	µm	hertz	Hz

kilohertz	KHz	vatio u oeste	W
megahertz	Mhz	magnificación	X
diámetro	diam	mililitro	ml
hectárea	ha	microlitro	µl
molar	M	litro*	l
partes por mil	ppm		

\* Debe ser escrita la palabra cuando pueda existir confusión, por ejemplo cuando se escribe 12 1, se puede pensar que el número 121 está mal espaciado.

Abreviaturas misceláneas que pueden emplearse en el texto y su puntuación correcta:

corriente alterna y continua	a.c.c.d
grados universitarios	Lic. M.Sc. Ph.D
figura	Fig. o fig.
comunicación personal (oral)	com. pers.
Apartado postal	apdo.
motonave	M/N
lancha a motor	L/M
buque de investigaciones	B/I
microscopio electrónico de barrido	SEM
microscopio elec. de transmisión	TEM
Escriba peso	no se abrevia
latitud (coordenadas)	Lat.
longitud (coordenadas)	Long.

#### DIRECCIONES Y COORDENADAS:

norte	N	sur	S
este	E	oeste	W
noreste	NE	noroeste	NW
sureste	SE	suroeste	SW

#### PALABRAS LATINAS Y LENGUAJE FORÁNEO

Deben ser escritas en *itálicas*:

affinis = que tiene afinidad	<i>aff.</i>
conocidas de la experiencia	<i>a posteriori</i>
independientes de la experiencia	<i>a priori</i>
ad libitum = disponible libremente	<i>ad lib.</i>
auctoris = del autor	<i>auct.</i>

auctorum = o autores	<i>auctt.</i>
conferre = comparado	<i>cf.</i>
exempli gratia = por ejemplo	<i>e.g.</i>
et alia = y otros	<i>et al.</i>
tal como	<i>i.e.</i>
en una carta	<i>in litt</i>
en el lugar	<i>in situ</i>
en el utero	<i>in utero</i>
fuera del organismo vivo	<i>in vitro</i>
en el organismo vivo	<i>in vivo</i>
nomen dubium=nombre de dudosa aplicación	<i>nom. dub.</i>
nomen nudum=nombre sin validación	<i>nom. nud.</i>
Partim=parte	<i>part.</i>
por si mismo	<i>per se</i>
pro parte=en parte	<i>p.p.</i>
como lo definió	<i>sensu</i>
sensu lato=en el amplio sentido	<i>s.l.</i>
sensu stricto= en el estricto sentido	<i>s.s.</i>

#### TÉRMINOS ESTADÍSTICOS

Análisis de varianza	ANOVA
Coefficiente de Variación	CV
grados de libertad	gl
tamaño de la muestra	n
probabilidad	p
coeficiente de correlación	r o R
desviación estándar	S D
pruebas estadísticas	t f U Z X <sup>2</sup>
media	X

SÍMBOLOS: Los símbolos de macho y hembra (♂, ♀) no deben ser empleados en el texto, pero pueden ser empleados en las figuras y listas de especímenes examinados. Escriba porcentaje en palabras y no en símbolos, pero use el símbolo después de un número cardinal (e.g. 25%, 12%). No emplee la letra X como un símbolo para la palabra "por" ya que se puede confundir con otro similar que significa aumento o magnificación; escriba por ejemplo "red de arrastre de 15,4 m por 4,8 m". Si emplea el signo de la multiplicación en una expresión matemática o para indicar magnificación, indíquelo como tal al margen del manuscrito.

#### DEFINICIÓN DE LOS ELEMENTOS DEL MANUSCRITO

**TÍTULO:** En una hoja separada que precede al artículo deben indicarse el título del trabajo, el nombre del autor (o los autores) y su dirección profesional; además, debe indicarse la dirección de correo electrónico del autor responsable para recibir toda la correspondencia relativa al manuscrito. Centre el título y escríbalo en mayúsculas incluidos los nombres científicos en cursivas. Tres espacios después del título, y escriba el (los) nombre (s) del autor (es) centrados en la página; tres espacios y escriba la dirección profesional del o los autores. Colocar el correo electrónico de todos los autores del trabajo, así como el código ORCID. El título debe ser corto y debe contener suficiente información acerca del tema tratado. Cuando en el título del trabajo se mencionen especies poco familiares a los lectores incluya la clase, el orden y la familia (separadas por dos puntos y espacio (e.g. Crustacea: Thalassinidea: Callianassidae). En usos subsecuentes de los nombres científicos, abrevie los nombres genéricos donde sea posible (e.g.: Estudios sobre *Gourettia laresi* y *G. biffari*). No abrevie los nombres científicos en títulos o subtítulos si previamente no han sido mencionados completamente.

**RESUMEN:** En página aparte comience el resumen, dando una tabulación en el margen izquierdo, seguido de dos puntos. Debe tener una extensión no mayor a 250 palabras, escrito en un solo párrafo a doble espacio y debe contener suficiente información acerca del tema tratado. Tres espacios luego del resumen, y de la misma manera escriba el “Abstract” (resumen en idioma inglés). Este debe ser una traducción lo mas precisa posible del resumen en español, observando las normas gramaticales inglesas.

Tanto en el resumen como en el Abstract, agregue no más de cinco Palabras claves (Key words).

**INTRODUCCIÓN:** Tres espacios después del Abstract y centrado escriba “Introducción”. Debe ser una formulación del objeto del estudio en relación a sus antecedentes e importancia. Debe reflejar una investigación acerca de la literatura existente y definir el problema o interrogante a ser respondida por el estudio reportado en el artículo. Debe presentar claramente el por qué la investigación fue realizada. Al escribir la introducción evite repeticiones, pues esto alarga mucho el artículo y pierde objetividad; respalde cada aseveración con al menos una referencia y evite la creación de frases u oraciones interrogativas; asegúrese de que la evidencia bibliográfica presentada en la introducción demuestra

convincentemente la necesidad del artículo; cierre la introducción con un sumario breve acerca del propósito de la investigación y el diseño del estudio.

**MATERIALES Y MÉTODOS:** Debe limitarse a un simple enunciado, salvo cuando haya habido innovación en el método o técnica empleados, o si se tratase de una metodología poco conocida. La sección de materiales y métodos debe explicar claramente cómo se llevo a cabo la investigación.

**RESULTADOS:** Debe presentar la nueva evidencia que se ha generado para responder a la interrogante propuesta en la introducción del artículo. El texto debe tener resultados importantes, los datos numéricos y las ilustraciones estarán mejor presentados en tablas y figuras (véase más adelante). Si en el trabajo, el autor ha empleado métodos estadísticos los resultados deben ser significativos. Evite el escribir frases como: «se muestra cierta tendencia a variaciones en ....”.

**DISCUSIÓN:** Debe explicar el efecto de los resultados obtenidos en el estudio acerca del objetivo inicial que provoco la investigación. La discusión debe comenzar con un resumen conciso de los resultados más resaltantes, siendo necesario respaldarlos con referencias bibliográficas pertinentes. Los datos numéricos del estudio no deben estar en esta sección ya que forma parte de los resultados. En algunos casos, esta sección puede estar en conjunto con la sección de resultados.

**CONCLUSIONES:** Las conclusiones deben presentar un soporte con evidencias a partir de trabajos previamente publicados y los resultados que se reportan. En algunos casos, o cuando el trabajo así lo permita.

**AGRADECIMIENTO:** Debe ser lo más breve posible citando a las personas involucradas en la investigación y en la edición del artículo. Debe mencionar la fuente de financiamiento (si la hubo) que posibilitó la realización del trabajo.

**REFERENCIAS:** La función de las referencias bibliográficas es asistir al lector a localizar las citas hechas por el autor en su artículo. Es un proceso de crecimiento ordenado del conocimiento que se tiene sobre el tema tratado. Se debe tener especial cuidado y precisión al hacer las citas de las referencias, esta es una falla muy común en los manuscritos sometidos para su publicación. Las imprecisiones en las referencias ocasionan pérdidas de tiempo a los revisores y al editor y en consecuencia retrasan la publicación del artículo.

Los documentos escritos principalmente para cumplir requerimientos administrativos no son catalogados por la mayoría de las bibliotecas, los mismos no deben ser incluidos en las referencias. De igual forma, los resúmenes de presentaciones orales o carteles enviados a congresos profesionales e impresos por separado deben excluirse de las referencias, al menos de que estos aparezcan en los “Dissertation Abstracts”, “Master Abstracts” o resúmenes publicados en “Journals”, en cuyo caso sí están permitidos.

**ESTILO DE DOCUMENTACIÓN:** Al citar referencias de información en el texto del manuscrito, emplee el estilo “SÁNCHEZ (1993)” si el nombre del autor es parte de la oración, y “(SÁNCHEZ 1993)” si no forma parte de ésta. Dos artículos de un mismo autor citados a un mismo tiempo deben ser escritos como “(SÁNCHEZ 1995, 1996)”; dos artículos publicados por el mismo autor en el mismo año deben ser escritos como “(SÁNCHEZ 1995a, 1995b)”. En los casos en que haga referencia a una tabla específica o una figura de otra publicación, además del autor y el año debe citar la paginación (*e.g.* “SÁNCHEZ 1995: 125” o PÉREZ (1992: 9, tabla 3).

Las citas “en prensa” en el manuscrito no están permitidas, escriba el año esperado de publicación (el corriente o siguiente) y en las referencias termine la cita con (en prensa).

Las citas con dos autores hechas en el texto deben escribirse como “SÁNCHEZ & FIGUEROA (1997)” no “(SÁNCHEZ & FIGUEROA 1997)”. Las citas de más de dos autores deben ser escritas en el texto como “(FIGUEROA *et al.* 1996)” o “FIGUEROA *et al.* (1996). Las citas múltiples en el texto deben ser ordenadas cronológicamente y alfabéticamente si son del mismo año, *e.g.*: (FIGUEROA 1989, 1991; MARTÍNEZ & PÉREZ 1991; PÉREZ 1996; SÁNCHEZ 1995; SÁNCHEZ & PÉREZ 1991; SÁNCHEZ *et al.* 1997). Emplee el símbolo “&” entre los apellidos de los autores en lugar de la letra “y”.

Las referencias en el texto de material no publicado se deben citar como: *com. pers.* (Información obtenida oralmente) o *in litt.* (Información obtenida a través del correo).

Asimismo deben ser incluidos los nombres de las personas que han provisto la información cuando esta es referida en el texto (*e.g.*: L. B. LARES, *com. pers.*; J. VÉLEZ, *in litt.*).

Las referencias bibliográficas se deberán escribir por orden alfabético, los nombres de los autores, tanto en el

texto como en la lista de referencias deben ser escritos en *VERSALITAS* o *VERSALES*. Para un mismo autor se ordenarán cronológicamente. En el caso de un mismo autor con diferentes coautores se ordenarán alfabéticamente en base a la inicial del nombre del primer coautor. Los nombres de las publicaciones en las referencias deben ser escritos en forma abreviada y correcta, ajustándose a los códigos internacionales vigentes, y en cursiva. Los manuscritos serán devueltos si los nombres de las publicaciones periódicas no se ajustan a lo anteriormente indicado. Los siguientes ejemplos indican la manera como deben ser hechas las referencias de (a) una revista, (b) un libro, (c) un capítulo de un libro y (d) las tesis y los trabajos de ascenso y (e) las citas en internet.

(a) Revista:

Artículos impresos:

AIKEN, D. E. 1969. Photoperiod, endocrinology and the crustacean molt cycle. *Science* 164: 49-155.

BUITRAGO, J. 1989. Las evaluaciones del impacto ambiental de las granjas camaroneras en Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela*. 28(1&2): 202-211. <https://doi.org/10.7773/cm.v44i4.2861>.

TEAGLE, H., S. J. HAWKINS, P. J. MOORE & D. A. SMALE. 2017. The role of kelp species as biogenic habitat formers in coastal marine ecosystems. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 492: 81-98. <https://doi.org/10.1016/j.jembe.2017.01.017>.

POURMOZAFFAR, S., S. TAMADONI-JAHROMI, H. RAMESHI, A. SADEGHI, T. BAGHERI, S. BEHZADI, M. GOZARI, M. R. ZAHEDI & S. ABRARI-LAZARJANI. 2019. The role of salinity in physiological responses of bivalves. *Rev. Aquac.* <https://doi.org/10.1111/raq.12397>.

CRISP, D. J., A. BEAUMONT, M. W. FLOWERDEW & A. VARDY. 1978 The Hardy-Weinberg test, a correction. *Mar. Biol.* 146:181-183.

FUKUOKA, J. 1963. Un análisis de las condiciones hidrográficas del Mar Caribe (II). *Mem. Soc. Cienc. Nat. La Salle* 22(63): 192-205.

(b) Libro:

HARRIS, H. & D. A. HOPKINSON. 1976. *Handbook of enzyme electrophoresis in human genetics*. North Holland Pub. Co., London, U.K. 230 pp.

(c) Capítulo de libro:

ALVARIÑO, A. 1965. *Chaetognats*. En: *Oceanography and Marine Biology*. Ed. H. Barnes. Hafner Publishing Co., New York, USA. 3: 115-194.

(d) Trabajos de grado y de ascenso:

ANDRADE, J. 1994. *Algunos aspectos sobre la biología de *Americanuphis magna* (Polychaeta; Annelida)*. Trab. Grad. M. Sc. Ciencias Marinas, Universidad de Oriente, Cumaná, Venezuela, 114 pp.

CAPECCHI, M. F. 1989. *Estudio sobre algas arribadas en la Isla de Margarita y su utilización como fertilizante para cultivo de fitoplancton*. Trab. Grad. Lic. Biología, Universidad de Oriente, Boca de Río, Venezuela, 85 pp.

PINEDA, J. 1978. *Variación mensual de las condiciones hidroquímicas de la laguna La Restinga, Isla de Margarita, Venezuela*. Trab. Asc. Prof. Agregado, Universidad de Oriente, Boca de Río, Venezuela, 67 pp.

(e) Internet:

Se debe incluir el nombre de la organización patrocinadora y su localización física, ejemplo: Sanders, P. 2005. Science versus democracy. The Institute of Science in Society, London, U.K. Disponible en <http://www.i-sis.org.uk/sciencevsdemocracy.php> (revisada abril 2005).

#### FIGURAS Y TABLAS

Las ilustraciones y tablas no deben exceder el 30% de la extensión del artículo. Deben ser relevantes, contener únicamente la información que no puede ser escrita como texto y ser autoexplicativas no requiriendo su descripción en el texto del manuscrito. Deben ser incluidas únicamente donde se necesite mostrar datos, enfatizar un punto relevante o reducir la cantidad de texto necesario para explicar un punto. Debido a los costos de publicación, las tablas deben ser empleadas únicamente cuando se deban presentar gran cantidad de datos para servir de soporte al artículo. En el texto las citas de figuras y tablas referidas a otros manuscritos deben ser escritas en letras minúsculas. Las citas de figuras y tablas propias del manuscrito deben comenzar con letra mayúscula "Fig. 1" o "TABLA 3".

a) Figuras:

Todas las figuras deben ser mencionadas específicamente en el texto, éstas deben ser enviadas en formato .JPG o .TIFF con un mínimo de resolución de 300 dpi. Los títulos de las figuras deben aparecer en lista aparte, a doble espacio. El tamaño recomendable para las figuras es el doble de la versión final. Los

letreros deberán tener un tamaño que oscile entre 1 y 3 mm después de su reducción. Las fotografías digitales deben presentar una resolución no menor de 4 mega píxeles. Deben respetarse los derechos de autoría de las fotografías digitales señalando el autor y año de elaboración; ambos entre paréntesis. En las ilustraciones debe evitarse el exceso de espacios en blanco. Si las figuras no cumplen con lo señalado, el manuscrito será devuelto a los autores para su respectivo ajuste.

b) Tablas:

Deben ser presentadas en hojas separadas con sus respectivos números y títulos y también ser mencionadas específicamente en el texto, en el estilo: (TABLA 1) o bien (TABLAS 1, 2). En la tabla, cada columna debe contener un encabezamiento, seguido entre paréntesis, por las unidades de medición empleadas. No debe usarse rayado alguno, con la excepción de las líneas horizontales del encabezado y final de la tabla. Abrevie las palabras que identifican las columnas o filas solo cuando sea necesario. Escriba el nombre completo de los meses, excepto donde el espacio no lo permita. Cuando los abrevie, emplee abreviación de tres letras sin paréntesis e.g.: Ene, Feb, Nov. En estos casos el tamaño de la fuente debe ser 9. En casos donde se presente una tabla de otro trabajo, esta debe llevar la cita y año de su autor.

#### ENVÍO DE MANUSCRITOS

Antes de someter el manuscrito a la consideración del Editor para su publicación, verifique cuidadosamente que el artículo ha sido escrito, de acuerdo a las normas de la revista, debe revisar las referencias y asegurarse de que el mismo está completo con todo el material ilustrativo.

En caso de que el manuscrito no cumpla con la normativa señalada será devuelto a su (s) autor (res) para que se haga la adecuación del mismo.

Editor

Boletín del Instituto Oceanográfico de Venezuela,  
Universidad de Oriente, Cumaná,

Estado Sucre, Venezuela

Los manuscritos serán sometidos electrónicamente a: [jeiovudo@gmail.com](mailto:jeiovudo@gmail.com)

El trabajo debe ir acompañado de una carta de sometimiento manifestando el interés por presentar el

manuscrito a evaluación para su publicación y en la que debe identificarse claramente el título del artículo y los autores. Igualmente, debe declararse que los resultados presentados son inéditos y no han sido enviados simultáneamente a evaluar por otra revista. Se informará explícitamente que: “Todos los autores están de acuerdo con la publicación de los resultados científicos presentados y no existen conflictos de intereses que puedan generar posteriores reclamos por parte de alguno de los autores o por terceras partes”. Para facilitar la asignación de los manuscritos a un Editor Temático se invita a los autores a sugerir el área temática en que debe incluirse el documento enviado y sugerir al menos dos posibles revisores. El Editor enviará un acuse de recibo del manuscrito por parte de la revista.

En una primera revisión, el Editor decidirá si el manuscrito debe enviarse a evaluación por al menos a dos expertos, o rechazarse, si no cumple con los criterios de calidad exigidos por el Boletín. Posteriormente en el caso de que el manuscrito haya sido sometido a evaluación se enviarán a los autores los comentarios de los revisores solicitando que tomen en consideración las críticas de los expertos. El autor o autores reenviarán la

versión corregida del artículo al Editor y este decidirá entonces su aceptación o rechazo. Las pruebas de impresión del artículo serán enviadas al autor para su revisión y corrección. La corrección se limitará a los errores de imprenta. No se aceptarán modificaciones al contenido del manuscrito. Una vez corregidas, deberán ser devueltas en breve plazo; vencido el mismo, el Editor se reservará el derecho de retirarlo de publicación o postergar la misma. Las pruebas de imprenta, una vez corregidas, deberán ser devueltas en breve plazo; vencido este plazo el Editor se reservará el derecho de retirarlo de publicación o postergar la misma.

#### Distribución libre en línea

La Revista Boletín del Instituto Oceanográfico de Venezuela, es de distribución gratuita por lo que cada autor o coautor tiene derecho de divulgar de forma independiente los artículos una vez publicados. Los artículos una vez dispuestos para su distribución no podrán ser modificados por los autores y en caso de necesitar subsanar alguna errata, esta deberá solicitarse al Comité Editorial que valorará su inclusión en el próximo número.



*“...el ánimo se me resqueiebra de tiempo en tiempo pero la ilusión de volver al mar, oír sus voces, y seguir produciendo para nuestra universidad hacen ver esto como una lección de vida que Dios me dio, como para decirme que debo entregar día a día lo mejor de mí, porque uno no sabe cuánto nos queda, y peor aún....cuando nos quedaremos sin nada que dar. Sigo preparando los trabajos y avanzando sin caminar... un abrazo a todos”...*

*Baumar Marín*