

CENIPA Ciencia

Revista divulgativa del sector pesquero y acuícola

Edición

5

Aniversario

Número 4 año 2024

Micromisión Sardina: un abordaje integral para nuestra principal pesquería



Zooplankton: la diminuta e importante fauna desconocida

Basura marina, ¿qué podemos hacer?

Reporte de "turbio": floraciones algales nocivas en la isla de Coche.

Agregaciones de medusas: un fenómeno cíclico multicausal

Primera validación de imágenes oceanográficas del satélite Sucre (VRSS-2)

Variación espacio temporal del ictioplancton en la costa nororiental de Venezuela

Cambio climático y temperatura superficial del mar: años de récords y desafíos

Macroalgas pelágicas: arribazones masivos en Venezuela durante el año 2024

Primer reporte del camarón tigre *Penaeus monodon* en la laguna de Punta de Piedras, edo. Nueva Esparta



CENIPA

CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN DE PESCA Y ACUICULTURA

5to

Aniversario



A woman with dark hair, wearing a white lab coat and black gloves, is holding a small, light-colored fish in a laboratory setting. She is looking down at the fish with a focused expression. In the background, there is a blurred image of a fish and some laboratory equipment.

Revista **Cenipa Ciencia**

Edición

5^{to} Aniversario

Nº 4. Caracas, mayo-julio 2024

Deposito Legal Nº DC2023000605

La revista Cenipa Ciencia es un órgano divulgativo especializado de carácter informativo en las áreas de pesca, acuicultura y actividades conexas, de periodicidad trimestral. Tiene como propósito promover la investigación así como dar a conocer la labor científica y los conocimientos generados a través de los estudios y prácticas realizadas en el área de competencia tanto en el ámbito nacional como internacional. Creada por el Centro Nacional de Investigación de Pesca y Acuicultura (Cenipa), ente adscrito al Ministerio del Poder Popular de Pesca y Acuicultura. Caracas, Venezuela.



Nicolás Maduro Moros

Presidente de la República Bolivariana de Venezuela.

Econ. Juan Carlos Loyo Hernández

Ministro del Poder Popular de Pesca y Acuicultura.

Pedro Emilio Guerra Castellano

Director General del Despacho del Ministerio del Poder Popular de Pesca y Acuicultura.

Ing. Eric Ricardo Martínez Gómez

Director Ejecutivo del Centro Nacional de Investigación de Pesca y Acuicultura (Cenipa).

Lic. Ruth Vásquez Levy

Subdirectora del Cenipa.

Producción editorial

Corrección técnica

Lic. Ruth Vásquez Levy

Dr. Ángel Fariña

Prof. Arnaldo Figueredo

Corrección ortotipográfica

Lic. Ruth Vásquez Levy

Wilcar José Ruiz

Concepto gráfico

Araca editores

Diseño y diagramación

Felgris Araca

Sonia Acosta

Imágenes

Cenipa

Al Freepik.com

Comisión editorial

Ing. Eric Ricardo Martínez Gómez

Editor jefe

Lic. Ruth Vásquez Levy

Coordinadora Editorial

Consejo editorial

Lic. Ruth Vásquez Levy

Ing. Eric Ricardo Martínez Gómez

Dr. Ángel Fariña

Dr. Mirlay Herrera

MSc. Mariela Narváez

Dr. Alexis Bellorín

Artículos de divulgación

Alexis Bellorín

Ángel R. Fariña P.

Antonio Quintero

Brighthoom Márquez

Josefa Morales

Joxmer Scott

Ruth Vásquez Levy

Vanessa Hernández

Artículos de investigación

Luis González R., José Guaiquirian, Yormaris

Hernández, Luis Salazar.

María Marcano-Rodríguez, Katiana Cedeño,

Brightdoom Márquez-Rojas, Hernán Marín, Elizabeth

Machado, Feliene Rodríguez.

Colaboradores

Prof. Ernesto Mata Picos

Dra. Brightoom Márquez

©Cenipa derechos reservados

Caracas, República Bolivariana de Venezuela, 2024

Nuestras redes sociales

@cenipave

Síguenos en

YouTube: Cenipave

Facebook: Cenipave

IG: @cenipave

TikTok: @cenipave

X: @cenipave

Editorial

Contenido

Basura marina, ¿qué podemos hacer?	5
Zooplankton: la diminuta e importante fauna desconocida	9
Macroalgas pelágicas: arribazones masivas en Venezuela durante el año 2024	23
Primera validación de imágenes oceanográficas del satélite Sucre (VRSS-2)	33
Micromisión Sardina: un abordaje integral para nuestra principal pesquería	39
Agregaciones de medusas: un fenómeno cíclico multicausal	51
Cambio climático y temperatura superficial del mar: años de récords y desafíos	59
Reporte de "turbio": floraciones algales nocivas en la isla de Coche, estado Nueva Esparta	71
Primer reporte del camarón tigre <i>Penaeus monodon</i> (Fabricius, 1798) en la laguna de Punta de Piedras, isla de Margarita, estado Nueva Esparta, Venezuela	73
Variación espacio temporal del ictioplancton en la costa nororiental de Venezuela	81

Investigación marina: Clave para la transformación de la Venezuela Azul en una potencia

En medio de la "triple crisis planetaria" que afecta a nuestros océanos por el cambio climático, la contaminación y la pérdida de biodiversidad, la revista CENIPA CIENCIA presenta este número especial dedicado a la investigación marina como herramienta para la transformación de Venezuela en una potencia Azul.

Los océanos, cuna de la vida, enfrentan múltiples amenazas: contaminación, especies invasoras, cambio climático y sobreexplotación pesquera. Ante estos desafíos, la investigación y la innovación son claves para la transformación del país en una potencia desde la ciencia, la ecología y la economía.

En este número, reunimos a expertos de diversos campos para ofrecer una visión completa de estos temas y las estrategias que desde diferentes espacios se proponen en vía de las posibles soluciones, el rol que podemos tener en ellas a través de la difusión del conocimiento, la ciencia ciudadana y la divulgación científica, destacando el rol de la gobernanza para la pesca sostenible desde una experiencia exitosa, como lo es la Micromisión Sardina, donde se ejemplifica y destaca el papel crucial de la ciencia en la comprensión de los problemas y el desarrollo de soluciones innovadoras para la gestión de los recursos pesqueros y la salud de sus ecosistemas.

Abordaremos la importancia del zooplancton como base de la cadena alimentaria marina y su papel en el equilibrio de otras poblaciones, analizaremos el fenómeno de afloramiento de algas y la impetuosa presencia de las medusas, también exploraremos la presencia de las especies exóticas invasoras que representan una amenaza para la biodiversidad marina, así como las estrategias para su manejo, y discutiremos las consecuencias del cambio climático en los océanos y la necesidad de implementar medidas para mitigar sus efectos.

Esperamos que este número sea una plataforma para el diálogo y la colaboración entre científicos, responsables políticos, pueblo pescador y acuicultor, y el público en general, para encontrar soluciones conjuntas a los desafíos que enfrentan nuestros océanos.

Solo a través de un esfuerzo conjunto podremos proteger nuestros mares para las futuras generaciones de nuestra Venezuela Azul, donde Pesca es Vencer.

Bióloga Giovanna Giandolfi
Directora de Línea de Pesca Artesanal Marítima del Minpesca

Nuestros autores

Brighton Jarguez.

Josefa Morales

Basura marina, ¿qué podemos hacer?

Vanessa Hernández

En la actualidad, existen varios instrumentos internacionales que abordan el problema de la contaminación marina incluyendo la Convención sobre la Ley del Mar de las Naciones Unidas, el Protocolo de Londres, La Convención Internacional para Prevención de Contaminación por Barcos (MARPOL) y las convenciones de Estocolmo, Rotterdam y Basilea. Sin embargo, estas propuestas no han logrado evitar la descarga o el vertimiento de residuos y desechos en el mar (Sarobe, 2020).

La basura que se encuentra en los ecosistemas marinos procede en un mayor porcentaje (60 -80 %) de fuentes terrestres y no de actividades marítimas al contrario de lo que se suele pensar ya que, si bien las operaciones de los barcos, plataformas y flota pesquera generan desechos, los materiales que se encuentran en el mar en su mayoría fueron arrastrados a través de los ríos, sistemas de drenajes, viento o provenientes del turismo costero (Hastings y Potts, 2013; Marín y Ferrer, 2020). Por otra parte, la problemática de la basura marina presenta una mayor complejidad debido a que esta puede ser dispersada en el ámbito global por el viento y las corrientes oceánicas, por lo que ha llegado a ser un problema a nivel transfronterizo y por otro lado, su hundimiento en el lecho marino ocasiona grandes desafíos para su manejo (Villarrubia-Gómez et al., 2018).

La basura marina es definida como cualquier material que es descargado o se encuentra presente en el medio marino y que procede de actividades antropogénicas; esto abarca materiales sólidos persistentes, manufacturados o procesados. Este tipo de contaminación marina tiene efectos negativos como: deterioro de la calidad del hábitat, introducción de especies invasoras, mortalidad y morbilidad de especies por ingestión y enlazamiento, disminución de las capturas en el sector pesquero por una mayor mortalidad de especies de interés comercial; en la salud humana, lesiones inflamatorias, enfermedades neurodegenerativas, trastornos inmunes y cáncer. Así mismo, la abundancia de residuos de redes de pesca o pesca fantasma o “Ghost Fishing” (término empleado para denominar a la pesca que se produce por las artes de pesca abandonadas o perdidas en la mar) que ocasiona que sea más probable que los barcos de pesca se enreden con estos y originen daños en hélices, timones, tomas de mar, etc. (UNEP-CEP, 2014; Gall y Thompson, 2015), así como los impactos sobre los ecosistemas al seguir “pescando” aun en estas circunstancias.

Dentro de los materiales encontrados en la basura marina, el plástico ha sido relevante en los últimos años por su composición, volumen, capacidad de retención de otros materiales contaminantes mientras flotan y la contaminación de los peces por ingestión. Por lo tanto, el plástico de la basura marina en un futuro cercano será un contaminante importante y llegará a originar problemas de salud en los humanos. Así mismo, el término microplásticos ha cobrado gran importancia dados los impactos que pueden ocasionar en las especies marinas (Vince y Stoett, 2018). Los microplásticos son difíciles de definir ya que dependiendo de la fuente o de los documentos que se consulten sus características varían. Se podrían conceptualizar como los microplásticos a partículas de plástico con un tamaño muy pequeño, menores de 5 mm de diámetro (Sarobe, 2020). En diversos estudios, ha sido reportado que los microplásticos obstaculizan la respiración de los peces al quedar retenidos en las branquias y al presentar un tamaño microscópico, pueden ser ingeridos por especies pequeñas tales como el plancton, crustáceos, etc. llegando consecuentemente a impactar a otros niveles de las redes tróficas (Stanković *et al.*, 2021).



Dentro de este marco, en el cual la basura marina es responsable de originar impactos negativos en los ecosistemas marinos y en la vida humana, es de suma importancia definir acciones con el objetivo de disminuir su impacto (Hastings y Potts, 2013). Por ello, se puede iniciar por las siguientes actividades:

- Identificar y desarrollar enfoques eficientes en la gestión de residuos y desechos sólidos. Incrementar actividades de seguimiento y evaluación relacionadas con la contaminación.
- Implementar políticas y legislación que contribuyan a la reducción en basura marina. Incentivar los aportes de investigación científica en el seguimiento de actividades relacionadas con contaminación.
- Incrementar la participación de la población en actividades de seguimiento e investigación.
- Promover la participación del sector privado en la construcción de soluciones

políticas en el manejo de la gestión de residuos y la contaminación.

- Proporcionar apoyo al fortalecimiento de capacidades institucionales en la gestión de los residuos y desechos sólidos (UNEP, 2016; Raubenheimer *et al.*, 2018).

Finalmente, la gestión de la basura marina no solo debe incluir actividades que traten la gestión de los residuos una vez descartados, también es necesario que involucren estrategias de economía circular, reciclaje, cambios de patrones de consumo y producción más sostenibles, reducción de uso de materias primas, ecodiseño y un modelo de educación ambiental que lleve a una transformación más profunda y duradera, que permita disminuir el impacto causado por las actividades humanas sobre el ambiente (Lett, 2014). En conclusión, solo en sociedad con conciencia ambiental y comprometida con una eficiente gestión de los residuos y desechos se evitará un mayor deterioro de nuestros ecosistemas marinos y se logrará un futuro sustentable.



REFERENCIAS

Gall, S. C., & Thompson, R. C. (2015). The impact of debris on marine life. *Marine pollution bulletin*, 92(1-2), 170-179.

Hastings, E., & Potts, T. (2013). Marine litter: progress in developing an integrated policy approach in Scotland. *Marine Policy*, 42, 49-55.

Lett, Lina A. (2014). Global threats, waste recycling and the circular economy concept. *Revista argentina de microbiología*, 46(1), 1-2.

Marín, J. C., & Ferrer, L. (2020). Basura marina en la costa Oeste de la Bahía de Amuay, estado Falcón (Venezuela). *Revista Latinoamericana de Difusión Científica*, 2(2), 6-21.

Raubenheimer, K., McIlgorm, A., & Oral, N. (2018). Towards an improved international framework to govern the life cycle of plastics. *Review of European, Comparative & International Environmental Law*, 27(3), 210-221.

Sarobe, P. B. (2020). Basura marina y microplásticos. *Revista de plásticos modernos: Ciencia y tecnología de polímeros*, 119(752), 5.

Stanković, J., Milošević, D., Jovanović, B., Savić-Zdravković, D., Petrović, A., Raković, M., & Stojković Piperac, M. (2021). In situ effects of a microplastic mixture on the community structure of benthic macroinvertebrates in a freshwater pond. *Environmental toxicology and chemistry*.

UNEP-CEP (2014). "Regional Action Plan on Marine Litter Management (RAPMaLi) for the wider Caribbean Region". CEP Technical Report N.º 72 Caribbean Environment Programme.

United Nations Environment Programme. (2016). *Marine Debris: Understanding, Preventing and Mitigating the Significant Adverse Impacts on Marine and Coastal Biodiversity*. Technical Series N.º 83. Secretariat of the Convention on Biological Diversity, Montreal, Canada. 78 pp.

Villarrubia-Gómez, P., Cornell, S. E., & Fabres, J. (2018). Marine plastic pollution as a planetary boundary threat-The drifting piece in the sustainability puzzle. *Marine policy*, 96, 213-220.

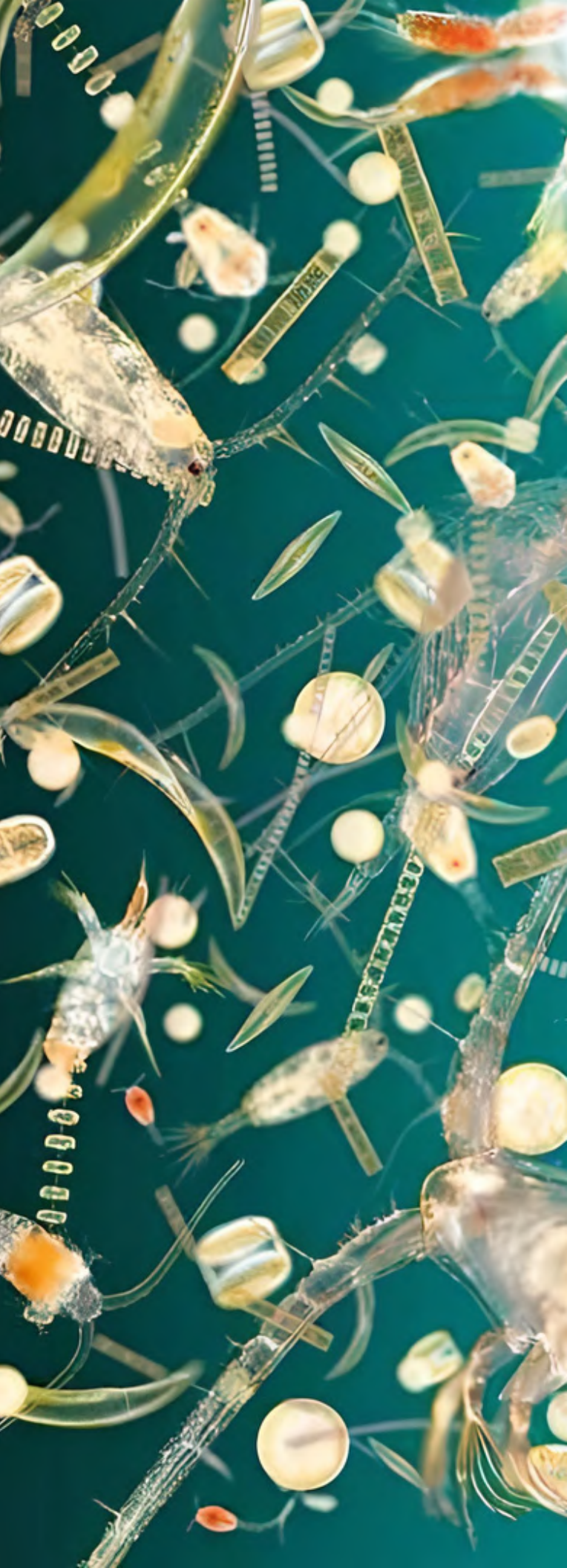
Vince, J., & Stoett, P. (2018). From problem to crisis to interdisciplinary solutions: Plastic marine debris. *Marine Policy*, 96, 200-203.

Zooplankton: la diminuta e importante fauna desconocida

Brigthdoo Márquez
Joxmer Scott

Los océanos ocupan cerca del 71 % de la superficie de nuestro planeta. A primera vista, estas enormes masas de agua pueden parecer grandes desiertos inhabitados, pero en realidad albergan una enorme biodiversidad de organismos vegetales y animales. Esa gran diversidad acoge virus, bacterias, organismos flagelados unicelulares, microalgas y pequeños crustáceos, entre muchos otros. Estos seres vivos caben en apenas una cucharada de agua de mar y forman parte del plancton, un conjunto de microorganismos sin los cuales la vida en la Tierra no sería posible.

Sus movimientos son débiles, no tienen capacidad para contrarrestar el desplazamiento de las corrientes marinas y siempre van a la deriva, por lo que se les considera organismos errantes. De aquí surge su nombre, "plancton" (del griego Planktós = errante). Por su parte, el prefijo "zoo" quiere decir animal, por lo tanto, zooplankton se refiere a los animales que flotan en el mar a la deriva. Algunas especies, que para nada son microscópicas, también se consideran zooplantónicas. Por ejemplo, los sifonóforos como la fragata portuguesa (*Physalia physalis*) o aguas malas, que forman largas cadenas de colonias; y medusas como la melena de león gigante (*Cyanea capillata*), considerada el mayor invertebrado existente, pudiendo llegar a tener



una umbrella (cuerpo) de 3,7 m de diámetro y tentáculos que pueden alcanzar 37 m de longitud. Todos estos organismos, a pesar de su tamaño, tampoco tienen movimientos que puedan contrarrestar al de las corrientes.

En el zooplancton se encuentran las primeras etapas de vida de los animales más simples como esponjas, corales, anémonas, erizos y estrellas de mar; y otros más complejos como moluscos, gasterópodos, almejas, pulpos, calamares, camarones, cangrejos, langostas y la gran mayoría de los peces óseos como sardinas, atunes, pez vela, etc. (Fig. 1). Las larvas de una misma especie son tan distintas de los adultos, que en algunos casos los científicos las consideraron especies diferentes. De allí, por ejemplo, provienen los nombres de zoea y megalopa, para la fase larvaria previa al adulto de decápodos como los cangrejos (Fig. 2).

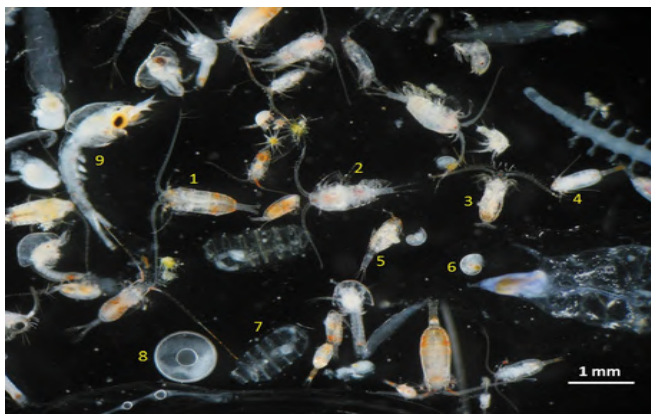


Figura 1.- Diferentes organismos que conforman el zooplancton. (1,2,3,4,5: copépodos; 6: larvas de gasterópodos; 7: doliolido; 8: huevo de pez; 9: larva de crustáceo). Foto tomada por Zingone *et al.* (2019) ". File: Mixed zooplankton sample.jpg "bajo licencia CC BY-SA 4.0.

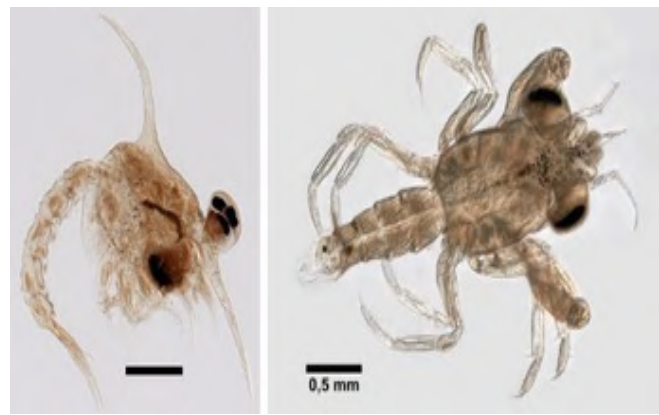


Figura 2.- Larva zoea (izquierda) y megalopa (derecha) de crustáceos, parte de los organismos meroplanctónicos. En ambos la escala representa 0,5 mm. Fotos tomadas por Eric A. Lazo-Wasem" File: Brachyura (YPM IZ 077298).jpeg " y" File: Brachyura (YPM IZ 102180).jpeg" bajo licencia CC0 1.0.

Para dar una idea de lo poco que se conoce a este grupo de organismos, los cálculos más modestos estiman alrededor de un millón de especies marinas en el plancton, de estas, solo se conoce el 30 %. En el caso de los peces óseos, de las cerca de 27 mil especies conocidas, apenas se puede identificar el 10 % de sus larvas y solo el 4 % de los huevos. Con lo anterior podemos hacer visible la enorme diversidad de formas y grupos que se pueden encontrar en el zooplancton, en el que hacen vida más de 30 grupos entre chromistas, protistas y animales. De ellos, se ha llegado a describir, hasta el momento, un aproximado de 7.000 especies en el ámbito mundial, mientras que los cálculos indican que cada año se describen 10 veces más especies del zooplancton que primates o 30 veces más que reptiles (Boltovskoy *et al.*, 2005).

La enorme variedad de formas y tamaños que presentan los organismos del zooplancton (Fig. 3) hace que existan muchas maneras de clasificarlos. Por un lado, algunos animales desarrollan toda su vida en el plancton, aun incluyendo su etapa adulta, por lo que se les llama holoplancton (del griego holos = todo). Otras formas continúan creciendo, hasta que las larvas pasan por un proceso de metamorfosis y adquieren la morfología de un juvenil parecido

al adulto. Después de la metamorfosis, unos se fijan en el fondo y dejan de flotar, como los corales o bivalvos, pero los que se mantienen en la columna del agua, fortalecen su sistema locomotor y dejan de formar parte del plancton marino, pues sus movimientos no dependen ya de las corrientes. Los organismos que solo pasan parte de su vida como plancton son llamados meroplanctónicos (del griego meros = parte o fracción).

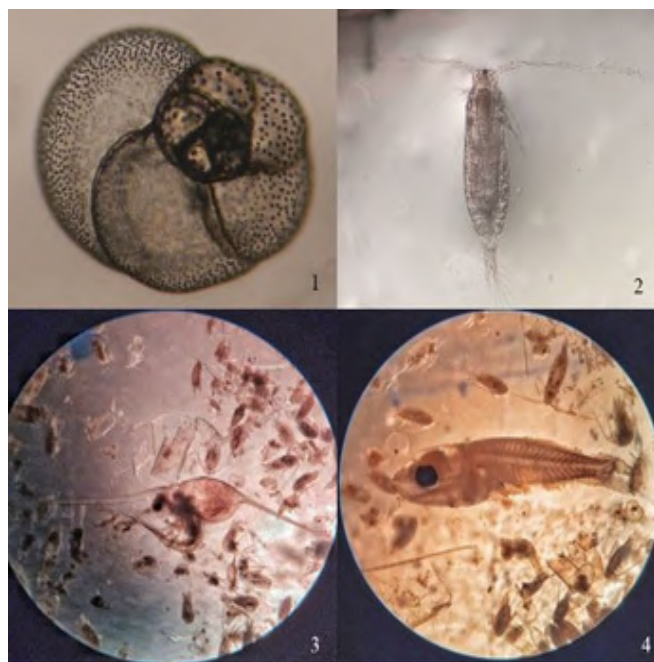


Figura 3.- Representantes del zooplancton:
1) Foraminífero (*Globorotalia menardi*).
2) Copépodo calanoida (*Acartia tonsa*).
3) Zoea de crustáceo.
4) Larva de pez.

A diferencia de lo que se piensa muchas veces, el zooplancton no solo está formado por organismos muy pequeños. Así, tenemos que otra forma en la que podemos clasificarlos es mediante el tamaño: microzooplancton (20 - 200 μm ; protistas), mesozooplancton (200 μm - 2 mm; larvas de cangrejos, copépodos), macrozooplancton (2 - 20 mm; el krill) y megalooplancton (> 20 mm), como por ejemplo, las medusas de gran tamaño. ¡Sí! Como hemos establecido antes, ¡las medusas forman parte del zooplancton! O el sorprendente pez luna

(*Mola mola*) que puede alcanzar los 3 metros de longitud pesar alrededor de 1 tonelada, durante una pequeña etapa de su vida fue un diminuto huevecillo y posteriormente una larva, formando parte del plancton.

Midiendo el diminuto mundo del zooplancton

Para representar la escala del zooplancton usamos el micrómetro o micra, su símbolo es ' μm '.

1 μm = 0,001 mm

Un cabello humano, tiene un grosor apróx. de 60 a 110 micras.

Aunque el zooplancton está presente en casi todos los cuerpos de agua del mundo, este grupo es poco conocido por las personas. Sin embargo, incluye especies muy importantes desde el punto de vista ecológico, ya que es un eslabón fundamental de la cadena alimentaria, ubicándose entre los productores primarios y los consumidores secundarios. Es decir, el zooplancton consume grandes cantidades de pequeños organismos fotosintéticos, que en su conjunto son llamados fitoplancton (del griego phyto = planta), y luego transfiere la energía que acumuló hacia depredadores como sardinas, atunes, tortugas y grandes ballenas. Por ejemplo, se estima que una ballena azul (el mamífero marino más grande del planeta) consume 16 toneladas diarias de plancton, mientras que un tiburón ballena ingiere 680 kg por día. Teniendo en cuenta la alimentación, en el zooplancton podemos encontrar organismos herbívoros (que se alimentan exclusivamente de fitoplancton), carnívoros (se alimentan de otros organismos zooplanctónicos) y omnívoros (poseen una dieta variada de fito y zooplancton).



El zooplancton también es considerado como un buen indicador de calidad del agua en los ecosistemas acuáticos de todo el planeta, ya que si no se encuentran ciertos representantes claves dentro de este grupo de organismos en ciertas áreas, las tramas tróficas locales pueden llegar a desestabilizarse gravemente. Las consecuencias de estos desequilibrios pueden conllevar al incremento no controlado de algas nocivas o la reducción de otras especies debido a la escasez de alimentos. Por ejemplo, hay evidencias que la reducción de los eufáusidos, mejor conocidos como "krill", que son uno de los componentes más conocidos del zooplancton, ha tenido un impacto negativo en otras especies que dependen de él como fuente de alimento. Uno de los casos más conocidos y documentados, ha sido la reducción de las poblaciones de los pingüinos de Adelie, en la península Antártica. Se ha observado una reducción del 70 % de la población en las últimas décadas, debido a que la dieta de estas aves está constituida principalmente por krill. Este recurso ha sido afectado significativamente debido al cambio climático y la sobrepesca por motivos comerciales e industriales, ya que se emplea

en la producción de cosméticos, suplementos alimenticios, piensos para acuicultura y cebos para la pesca deportiva comercial.

¿CÓMO ESTUDIAR EL ZOOPLANCTON?

Para estudiar el zooplancton en el laboratorio hay que empezar por atraparlo de alguna manera. Los principales métodos empleados en las colectas zooplanctónicas son los siguientes:

1. **Botellas muestreadoras:** consiste en una botella cilíndrica atada a un cabo que se deja caer verticalmente por la borda de una embarcación. Consta de un sistema de cerrado mecánico, generalmente una pesa (mensajero) que al caer por el cabo dispara las tapas sellando el sistema, lo que permite tomar una cantidad de muestra específica a la profundidad deseada. Es muy útil para el estudio de microzooplancton (Fig. 4).
2. **Bombas de succión:** consiste en un tubo con dos salidas, una por la que entra el agua y la otra dirigida hacia una red. Dicha red está inmersa en

un tanque de volumen conocido al cual los organismos son llevados por presión. Si bien este método permite conocer el volumen de agua bombeado, genera daños en organismos muy delicados y solo puede ser usado a pocos metros de profundidad, debido a la energía requerida para realizar la succión.

3. **Redes:** es el método más usado y adecuado, tanto para estudios cualitativos como cuantitativos. Aunque existen formas variadas, generalmente son cónicas y se componen de un anillo, el cono de filtración y un colector para recoger la muestra. Se puede conocer el volumen filtrado, acoplándole a la red un flujómetro calibrado (para calcular los litros de agua filtrada). La recolección se puede hacer de manera horizontal, oblicua o vertical, manual o arrastrada por una embarcación; siempre teniendo en cuenta que el éxito del muestreo dependerá del tamaño de abertura de poro de la red, el momento de la recolección, la profundidad y la estrategia de muestreo (Fig. 4).



Figura 4. Muestreo con redes de plancton tipo bongo (arriba) y muestreo con botella de Niskin (abajo).

Copépodos, tan desconocidos como esenciales

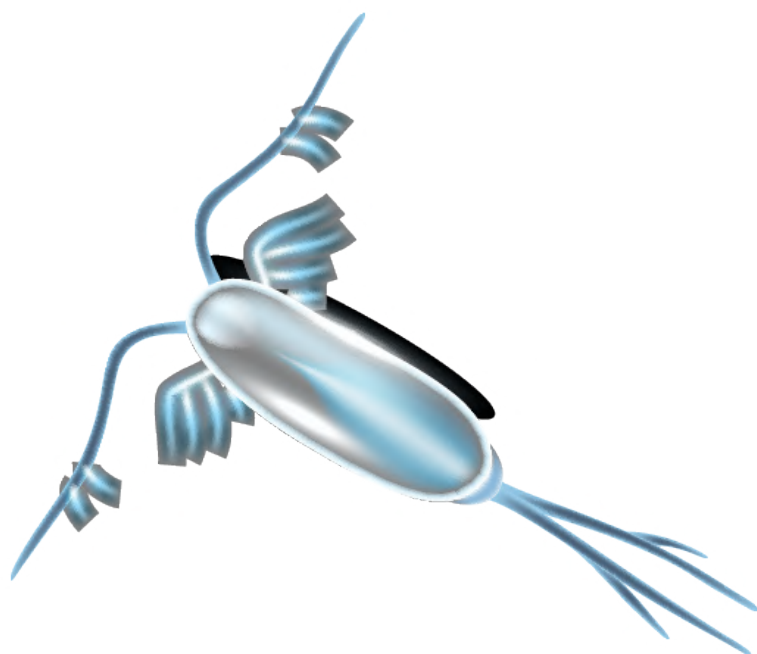
Como se mencionó anteriormente, en el zooplancton se consiguen representantes de una gran diversidad de organismos. Sin embargo, los copépodos son uno de los más importantes y abundantes, constituyen aproximadamente el 50 a 80 % del total del zooplancton (Walter y Boxshall, 2023). Son una subclase de crustáceos acuáticos que habitan prácticamente en todos los mares y océanos. Junto a los insectos, se encuentran entre los organismos más abundantes del planeta y se han descrito cerca de 12.000 especies de copépodos, de los cuales un aproximado de 2.700 son holoplanctónicos (Razouls *et al.*, 2023). Ostentan el título de los animales más rápidos del mundo con relación a su tamaño (Calbet-Fabregat, 2022). Son pequeños (aproximadamente 1 mm), pero cuando se ven amenazados por sus depredadores, pueden escapar a velocidades de 3 a 6 km por hora.

La mayoría de las especies de copépodos migran a diario en pocas horas hasta la superficie, desde las zonas profundas y oscuras del océano donde permanecen durante el día alejados de sus depredadores. Allí se dirigen por la noche para alimentarse de fitoplancton y microzooplancton. Con relación a su cantidad, tamaño y distancia recorrida, estos crustáceos efectúan cada día las mayores migraciones animales que existen en el planeta.

La importancia de los copépodos reside en su papel en las redes tróficas marinas, ya que se alimentan de algas y protistas, y ellos mismos son la presa principal de muchas especies de peces, en especial en sus estados larvarios. Los copépodos hacen de nexo entre los productores primarios y las pesquerías globales. Por eso, estimar su abundancia y producción es imprescindible para comprender y predecir futuros stocks o existencias pesqueras. En otras palabras, conocer la cantidad e identidad de las especies de copépodos puede indicar la disponibilidad de especies de peces de importancia comercial. Hay pesquerías, como la del bacalao en el mar del Norte, que dependen exclusivamente de una sola especie de copépodo, *Calanus finmarchicus* (Calbet-Fabregat, 2022). También son importantes como alimento de peces en acuicultura y acuariofilia por su calidad nutritiva.

Los copépodos son también eficientes consumidores de fitoplancton; las tasas de filtración dentro del grupo son variables, por ejemplo *Pseudocalanus minutus*, un copépodo de talla pequeña, muestra un valor de filtración de 4,3 ml/h, mientras que en los copépodos más grandes, como el Calanoida *C. finmarchicus*, se alcanzan valores mayores a 60 ml/h.

Otro aspecto relevante de los copépodos es el hecho de que su distribución, composición y abundancia, están directamente relacionados con factores abióticos (p. ej.: salinidad, turbidez y temperatura) y factores bióticos (p. ej.: competencia, depredación, hábitos, disponibilidad y calidad del alimento) o una combinación de varios de estos factores



(Neumann-Leitão *et al.*, 2018). Por ello, la presencia de ciertas especies o grupos de especies en determinada zona representa también la presencia de ciertas condiciones ecológicas. De este modo, varios de estos organismos pueden ser considerados como señalizadores de condiciones oceanográficas (Richardson, 2008), o indicar la presencia de una determinada masa de agua (Beisner, 2001). Todo esto da pie a considerarlos como organismo indicador, caracterizados por Raymont (1983) como aquellos que no tienen una distribución muy amplia, que son suficientemente grandes como para ser estudiados fácilmente, que están libres de confusiones de tipo taxonómicas.

Importancia del zooplancton para las pesquerías

Establecer la identidad de los componentes del zooplancton es fundamental para evaluar los cambios temporales y espaciales que se producen en las comunidades marinas. Otro aspecto que se estudia en el zooplancton es la cantidad o abundancia de cada uno de los componentes que lo conforman. Estas dos características, composición y abundancia, hacen posible establecer patrones ecológicos que regulan la dinámica de las pesquerías.

El ictioplancton es uno de los componentes importantes del zooplancton. Como ya hemos establecido, está conformado por los primeros estadios de vida de los peces (huevos, larvas, postlarvas y algunas veces juveniles) hasta alcanzar el tamaño suficiente para poder nadar en contra de las corrientes marinas. El ictioplancton ha tenido mucha atención en las ciencias pesqueras, ya que la abundancia de nuestros recursos marinos depende directamente de la sobrevivencia de sus huevos y larvas. Esta hipótesis científica fue propuesta en 1914 por Johan Jhort, científico noruego, en sus investigaciones con la pesquería de bacalao y arenque. Las ideas de este investigador son actualmente válidas y mucha de la investigación acerca del plancton se ha enfocado en determinar las principales causas de mortalidad y cómo el ambiente modela la distribución y abundancia de los huevos y larvas de los peces. De aquí se desprenden los estudios enfocados hacia las especies de importancia comercial, como por ejemplo la sardina (*Sardinella aurita*) en el oriente de Venezuela.

Las investigaciones de ictioplancton son también relevantes para el manejo y conservación de las especies pesqueras con alto valor, especialmente en áreas donde ocurre sobrepesca y declina la abundancia de los recursos, como ocurre en el nororiente de Venezuela (Gómez, 2021). Estos datos son necesarios para los biólogos pesqueros en la identificación de hábitats críticos así como los tiempos y áreas de desove. Asimismo, el ictioplancton representa un alto potencial alimenticio para muchos organismos como peces adultos, cetáceos, algunos tiburones filtradores, entre otros. Su alto contenido de grasas provee a los depredadores de muchas calorías, lo que lo convierte en un factor muy importante para las redes tróficas de los mares. Debido a que la mayoría de los peces producen huevos y larvas pelágicas que permanecen en aguas superficiales, los muestreos de plancton proporcionan información sobre un amplio conjunto de especies (Fahay, 1983).

Por lo tanto, a partir del estudio de los huevos de peces, es posible calcular el número total de huevos de un área de reproducción determinada. Si además, se cuantifica el número promedio de huevos que produce una hembra por unidad de peso, es posible estimar cuántas toneladas hay de esa especie en esa región. Este conocimiento tiene un alto valor social, pues con él es posible administrar el recurso pesquero de manera más eficiente.

Cambio climático sobre el zooplancton

Debido al cambio climático, el plancton se enfrenta a grandes retos y a fenómenos extremos que están provocando cambios en las comunidades. Estas alteraciones en el plancton se transmiten a través de la red trófica al resto de seres vivos y llegan hasta las pesquerías, de las que tanto dependen algunas zonas del planeta.

Una de las principales causas del cambio climático es el incremento de dióxido de carbono (CO₂) en la atmósfera. Debido a varios procesos biogeoquímicos, este gas se disuelve en el mar, lo que trae como consecuencia la acidificación de los océanos. Estudios han demostrado que los moluscos planctónicos, pueden experimentar dificultades para producir su caparazón de carbonato en condiciones de pH bajo, aumentando de esta manera los riesgos de pérdida o extinción de especies, así como el desequilibrio de las redes estróficas.

Entre otras consecuencias observadas en el plancton debido al cambio climático, se encuentra la desincronización entre el período de aparición de depredadores y presas, desplazamiento y sustitución de especies por otras invasoras, aumento de las proliferaciones algales nocivas (antes conocidas como mareas rojas), incremento en la abundancia de medusas, etc., son solo algunos de los ejemplos de retos a los que se enfrenta la investigación científica.

La red trófica planctónica es compleja y las actividades antropogénicas pueden alterarla o dañarla. Por eso es necesario que se apliquen medidas de adaptación y de la actividad antropogénica en general. Por lo tanto, se debe seguir estudiando cómo evolucionarán las comunidades marinas, pues la incertidumbre ante el futuro que se avecina nunca fue tan grande.

Usos del zooplancton

El estudio del zooplancton es muy interesante ya que tienen utilidades prácticas para el ser humano. Por ejemplo, *Artemia salina*, es un crustáceo branquiópodo que se emplea en acuicultura y enacuariofilia para dar de comer a los alevines y peces pequeños. También se puede utilizar *Artemia franciscana*, la cual se vende en forma de quistes que tienen que ser eclosionados para su desarrollo y posterior utilización, y se puede comercializar como alimento vivo directamente.

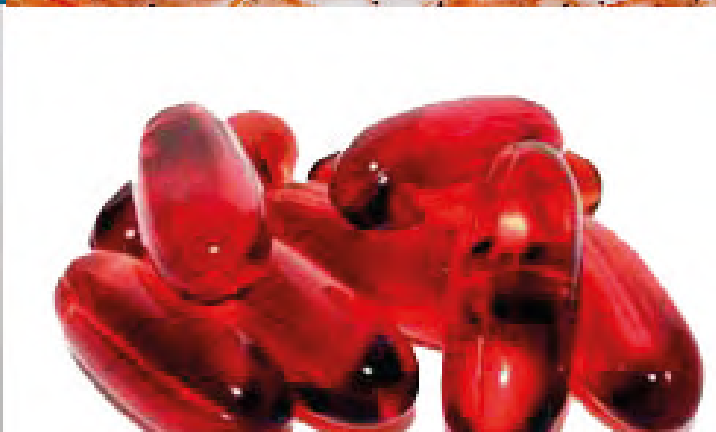
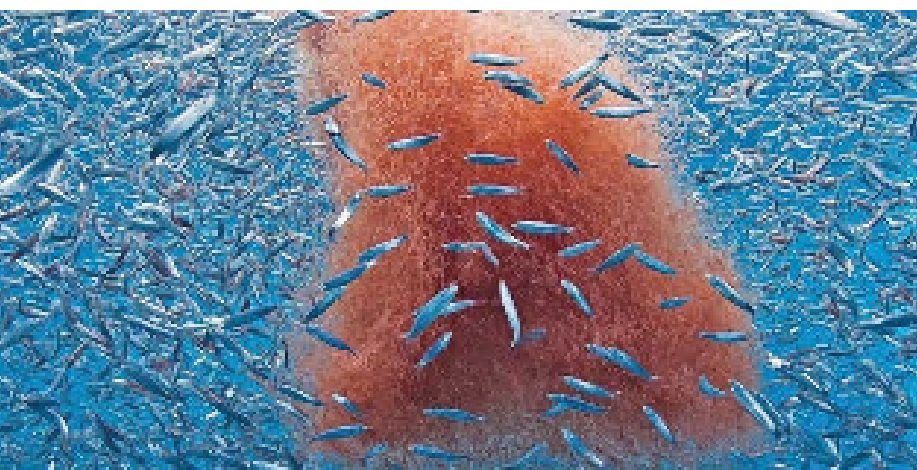
Asimismo se encuentran los crustáceos malacostráceos eupasiáceos, semejantes algunos decápodos o misidáceos, que constituyen el principal alimento de algunas ballenas en las aguas de los océanos Ártico y Antártico. En esas regiones se les llama "krill" y forman acumulaciones enormes que representan biomásas muy elevadas. Las especies que producen este notable fenómeno de agregación son *Euphasia superba*, *E. vallentini*, *E. crystallophoehyas*, y otras.



En la actualidad se ha considerado la posibilidad de aprovechar las enormes biomásas que representa el "krill", como una valiosa alternativa para la alimentación humana, al encontrar que tiene un contenido aceptable de proteína de buena calidad y su captura y procesamiento resultaría notablemente más eficiente desde el punto de vista económico, que las actividades propias de la caza de ballena, que cada vez resulta menos costosa y más cuestionable. Sin embargo, las desventajas más evidentes que como recurso para la alimentación humana tiene el "krill" son: baja palatabilidad, alto contenido de sales y elevadas concentraciones de lípidos, lo cual continúa siendo un obstáculo para su total aprovechamiento. Por otra parte, el "krill" puede encontrarse como aceite de krill rico en ácidos omega-3, por ejemplo. Estos organismos planctónicos también tienen otras aplicaciones industriales, ya que de ellos se extrae quitina o quitosán con múltiples usos en la elaboración de productos alimenticios y farmacéuticos, e incluso podrían tener aplicaciones en la restauración de las obras de arte.

En varias partes del mundo, como en Japón, Tailandia y en otros países de oriente, el zooplancton es utilizado directamente para la alimentación humana; en zonas donde es muy abundante se captura (hasta 5.000 toneladas por año), se concentra y se prepara una pasta que recibe el nombre de "Kapi", a partir del zooplancton que se procesa de manera especial. El producto final resulta muy nutritivo (aprox. 52 % de proteína en seco). En otros lugares, el zooplancton se pulveriza y se adiciona al alimento del ganado, incrementando considerablemente el valor nutritivo del forraje.

Por lo tanto, este grupo de organismos planctónicos se considera una importante fuente potencial de alimento, principalmente para la obtención de proteína animal. Las especies del zooplancton presentan todos los aminoácidos esenciales y su contenido de grasa está entre 5 y 10 %; tienen también vitaminas A, B y C y minerales en cantidades adecuadas para la alimentación (Prieto *et al.*, 2008).



Zooplankton en Venezuela

Venezuela cuenta con un mar territorial que abarca un área de 762.000 km, lo que representa cerca del 46 % de la superficie total del territorio. En esta área, la profundidad promedio es de 4.000 m, correspondiendo a un vasto ecosistema en el que se encuentra dispersa una enorme diversidad de organismos del zooplankton. En el país se han realizado un aproximado de 80 estudios enfocados en el zooplankton marino, en el que han intervenido múltiples investigadores de las principales universidades e instituciones venezolanas.

La identificación, cantidad y diversidad del zooplankton en Venezuela es mayormente conocida en la zona marina costera del país, especialmente en la región oriental (Fig. 5). En el golfo de Cariaco, el conocimiento del zooplankton marino se inició en 1961 con los trabajos de Legaré y Zoppi, quienes se enfocaron en la identificación (taxonomía) y cuantificación de los principales taxa. Durante las décadas de 1970 y 1980, el conocimiento en el grupo se continuó afianzando, desarrollándose estudios orientados a la identificación, variaciones estacionales del zooplankton y análisis cuantitativos.

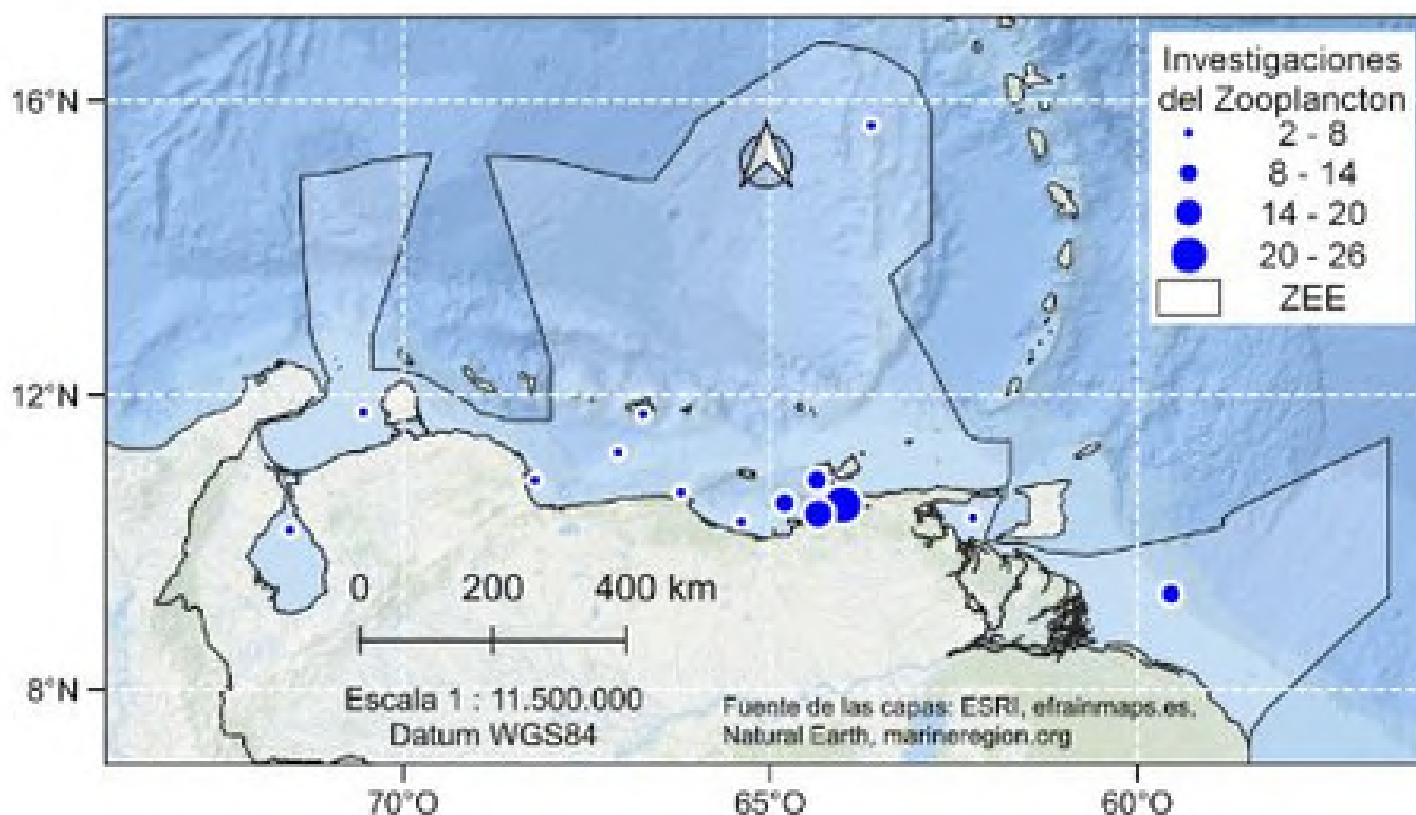


Figura 5. Número de las investigaciones del zooplankton realizadas en las principales áreas de Venezuela. ZEE: Zona Económica Exclusiva de Venezuela (límites del mar territorial). Fuente de los límites de la ZEE: Dirección de Hidrografía Nacional (DHN).

Paradójicamente, la producción científica del zooplancton marino disminuyó durante la década de 1990 (Fig. 6A), experimentando un nuevo auge durante los años 2000. En esta década se retomaron los trabajos en la cuenca y golfo de Cariaco, cuando se consolidan las investigaciones en el Instituto Oceanográfico de Venezuela (IOV) sobre el zooplancton en la bahía de Mochima, con muestras tomadas entre 1998-1999 en el proyecto análisis ictioplantónico de las aguas adyacentes a los arrecifes coralinos de dicha bahía (Marín, 2005). Mientras que muestras provenientes de diferentes campañas oceanográficas y estudios de Línea Base Ambiental, realizados en la Fachada Atlántica, el golfo de Venezuela, archipiélago de Los Roques e isla de Aves, proporcionaron un cuantioso material de estudio que ha sido procesado por el grupo de investigación del Plancton del Instituto de Zoología y Ecología Tropical (UCV) (Zoppi de Roa, 2012).

Otra área bien estudiada en el oriente del país es la bahía de Mochima; allí Zoppi inició las investigaciones del zooplancton en 1971, producto de muestras recolectadas en expediciones oceanográficas realizadas entre 1960 y 1962 en el noreste de las costas venezolanas. En las mismas se identificaron varias especies de apendicularios. Posteriormente, diferentes especies como los misidáceos *Mysidium gracile* y *M. integrum* han sido estudiados en la bahía. Mientras que diversos enfoques se han desarrollado como la evaluación de los efectos sobre las comunidades planctónicas de las descargas de la laguna de oxidación del pueblo de Mochima, la dinámica del plancton y la relación entre el índice de surgencia y los factores abióticos en la localidad. Investigaciones más recientes realizadas por el grupo de plancton del IOV, entre 2006-2007, analizaron la variación temporal y espacial a corto plazo del fitoplancton, zooplancton e ictioplancton en la parte interna, durante dos épocas climáticas (surgencia y relajación), resultando en un número considerable de aportes. Márquez-Rojas y Zoppi (2017) realizaron una recopilación de los trabajos de zooplancton en esta bahía; esta revisión permitió identificar los problemas existentes y así proponer recomendaciones para investigaciones futuras.

Por su parte, un menor número de estudios de la comunidad zooplanctónica se ha realizado en las áreas neríticas del estado Zulia, Falcón incluyendo el Parque Nacional Morrocoy, la Cuenca de Bonaire, Miranda y la Cuenca Tuy-Cariaco. Mientras que las áreas oceánicas han sido menos atendidas. En estas áreas en particular, las zonas mesopelágica (200 a 1.000 m) y abisopelágica (1.000 a 4.000 m) se encuentran completamente inexploradas, a pesar de representar zonas con importancia comercial para la pesca de altura en la que se extraen por ejemplo atunes y palagares.

En función de la escasez y disparidad de la información, se pudieron reconocer los amplios vacíos en cuanto a composición, distribución, abundancia y dinámica temporal y espacial de los diferentes grupos del zooplancton estudiados en Venezuela. No obstante, se pudo evidenciar que dentro de los grupos zooplanctónicos mejor estudiados figuran los cladóceros, copépodos y apendiculados. Existe un gran vacío de información en cuanto a grupos como sifonóforos, ctenóforos, cnidarios, isópodos, anfípodos y muy especialmente de los gasterópodos (heterópodos y pterópodos) y tunicados holoplanctónicos (salpas y doliólidos) (Fig. 6B).

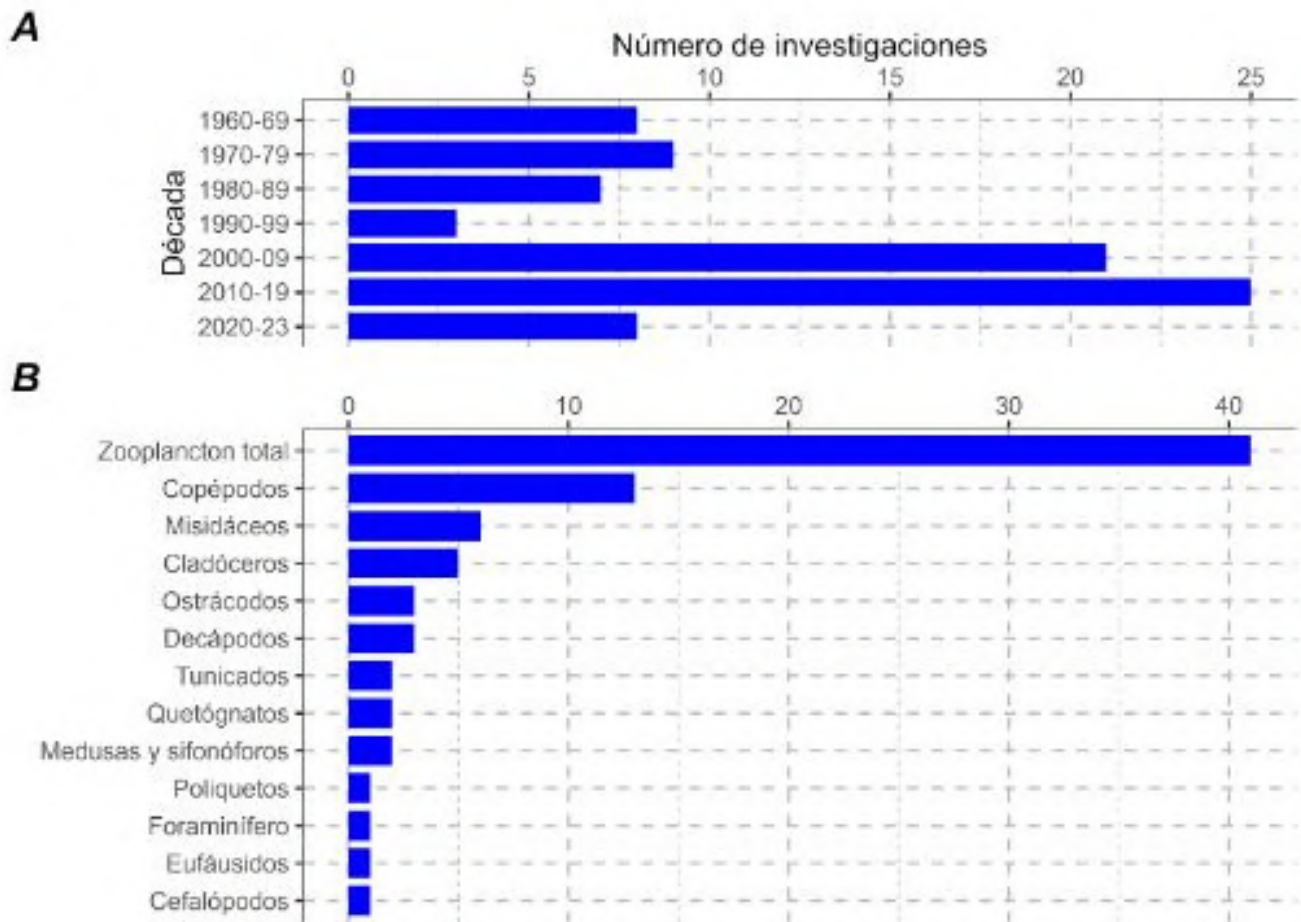


Figura 6. Número de las investigaciones del zooplancton en Venezuela. A -Realizadas por década, y B - Por grupo de interés estudiado.

REFERENCIAS

Aceves Medina G. & Alvarez Ramírez I. M. (2022). El zooplancton marino, fascinantes y diminutos animales en un universo paralelo desconocido. Revista Avance y Perspectivas, 8. <https://avanceyperspectiva.cinvestav.mx/el-zooplancton-marino-fascinantes-y-diminutos-animales-en-un-universo-paralelo-desconocido/>.

Beisner, B. (2001). Plankton community structure in fluctuating environments and the role of productivity. *Oikos*, 95:496-510. DOI:10.1034/j.1600-0706.2001.950315.

Boltovskoy, D.; Correa, N. y Boltovskoy, A. (2005). Diversity and endemism in cold waters of the South Atlantic: contrasting patterns in the plankton and the benthos. *Scientia Marina*, 69 (Supl. 2): 17-26.

Calbet-Fabregat, A. (2022). El plancton y las redes tróficas marinas (¿Qué sabemos de?). Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Madrid.

Fahay, M. P. (1983). Guide to the early stages of marines occurrittg in the Western NortbAtlanclic Ocean, Cape Hatteras to the Southern Scotian Shelf. J. Northw. Atlat. Fish. Sci.

Gómez, A. (2021). Variación temporal del zooplancton durante 2017 y 2018 en el sureste de Isla Margarita, Venezuela. Intropica 16 (2): 180-190. Marín, B. (2005). Análisis planctónico de las aguas adyacentes a los arrecifes coralinos de la bahía de Mochima, estado Sucre, Venezuela. Informe Final del Proyecto CI-5-1803-0850/99del Consejo de Investigación de la Universidad de Oriente. Cumaná, Venezuela.

Márquez-Rojas, B. y Zoppi, E. (2017). Zooplancton de la bahía de Mochima: retrospectiva y prospectiva. Saber, 29: 110-119.

Neumann-Leitão, S.; Melo, P.; Schwamborn, R.; Diaz, X.; Figueiredo, L.; Silva, A.; Campelo, R.; Melo Júnior, M.; Melo, N. y Costa, A. (2018). Zooplankton from a reef system under the influence of the Amazon river plume. Frotiers in Microbiology, 9: 355. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2018.00355>.

Prieto G, Martha, & Atencio G, Victor. (2008). Zooplancton en la larvicultura de peces neotropicales.

Revista MVZ Córdoba, 13(2), 1415. Retrieved March 18, (2023), from http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0122-02682008000200017&lng=en&tlng=es.

Razouls C., Desreumaux N., Kouwenberg J. and de Bovée F., (2005-2023). - Biodiversity of Marine Planktonic Copepods (morphology, geographical distribution and biological data). Sorbonne University, CNRS. Available at <http://copepodes.obs-banyuls.fr/en> [Accessed April10, 2023]

Raymont, J. E. (1983). Plankton and Productivity in the Oceans. 2nd. ed, vol. 2. Zooplankton, 824 pp. Pergamon Press, Gran Bretaña.

Richardson, A. (2008). In hot water: Zooplankton and climate change. ICES. Journal of Marine Science, 65: 279-295

Walter, T. C. & G. Boxshall. (2023). World of Copepods Database. Accessed at <https://www.marinespecies.org/copepoda> on 2023-03-18. Doi:10.14284/356

Zoppi de Roa, E. (2012). Retrospectiva de las publicaciones sobre el plancton en Acta Biológica Venezuelica. Acta Biologica Venezuelica, 32(2): 87-97.



Macroalgas pelágicas: arribazones masivas en Venezuela durante el año 2024

Alexis Bellorín

El género *Sargassum* C.Agardh incluye más de 600 especies distribuidas en aguas tropicales, subtropicales y templadas alrededor del globo (Yip y col., 2020, Stiger-Pouvreau y col., 2023). Típicamente, estas algas forman parches o franjas costeras en la zona intermareal y submareal, creciendo firmemente adheridas sobre rocas, conchas y exoesqueletos calcáreos de invertebrados y otros sustratos rígidos. Se reconocen fácilmente por tener un talo diferenciado en láminas parenquimatosas similares a hojas (filoides) y por presentar pequeñas vesículas que contienen aire y otros gases, que al flotar les ayudan mantener los ejes erectos para una captación óptima de luz. Estas algas pardas, como otros miembros del orden Fucales, presentan desarrollo embriionario (Bellorín y col., 2022). En Venezuela, se han reportado 18 especies y 10 variedades de *Sargassum*, siendo este uno de los géneros de algas más abundantes y constantes de nuestra flora marina (Bertossi y Ganesan, 1973, Ganesan, 1989, Gómez, 2018, García y col., 2021).

Existen dos especies de *Sargassum* que son únicas entre todas las macroalgas conocidas, las especies *Sargassum fluitans* (Børgesen)

Børgesen y *Sargassum natans* (Linnaeus) Gaillon, denominadas sargazos pelágicos, las cuales son holoplanctónicas, es decir, viven permanentemente flotando y su hábitat es el océano abierto. Estas dos especies forman agregados flotantes que circulan libremente transportados por los vientos, principalmente en el Atlántico y en menor medida en los océanos Pacífico e Índico (Guiry y Guiry, 2004). Estos agregados o parches tienen diferentes morfologías en vista aérea y pueden cubrir amplias zonas oceánicas, como por ejemplo el mar de los Sargazos en el Atlántico Norte, en donde forman un vasto ecosistema que sirve de área de desove, cría, refugio y alimentación para una amplia diversidad de crustáceos, peces, tortugas marinas y aves (Alleyne y col., 2023).

Durante siglos, el principal núcleo de agregación de sargazos pelágicos en el Atlántico ha sido el mar de los Sargazos. No obstante, a partir del año 2011 se ha reconocido otra gran acumulación de sargazos pelágicos en el Atlántico, denominada “Región de Recirculación Nor-Ecuatorial” (RRNE) (Gower y col., 2013, Franks y col., 2016, Wang y col., 2019), presente en la zona ecuatorial y delimitada aproximadamente por la Corriente Surecuatorial y la Contracorriente Ecuatorial. Este segundo núcleo de sargazos pelágicos, durante algunos años se ha extendido casi ininterrumpidamente desde las costas de África occidental hasta Brasil y es un área sujeta a dinámicas oceanológicas altamente complejas (Wang y col., 2019, Skliris y col., 2022). A partir de esta agregación tropical de sargazos pelágicos se originan parches flotantes que son transportados por la Corriente de Guyana hasta el mar Caribe y golfo de México, siguiendo un patrón estacional que coincide con la temporada de alisios durante los primeros meses del año (Franks y col., 2016, Wang y col., 2019). Las arribazones masivas ocasionadas por este ingreso anómalo de sargazos han sido reportadas cada vez en más países de la región (Gavio y col. 2014, Chávez y col., 2020, Piedra y Ramírez-Vargas, 2023).

En la República Bolivariana de Venezuela, pese a que la especie *Sargassum fluitans* había sido reconocida desde hace décadas en varios estudios florísticos (Ganesan, 1989, Gómez, 2018), y que la especie *Sargassum natans* también fue reportada recientemente para el estado Nueva Esparta (García y col., 2021), no se habían registrado arribazones masivas de sargazos pelágicos de la magnitud y extensión geográfica descritos en esta nota, los cuales fueron observados en el archipiélago Los Testigos (Dependencias Federales), isla de Margarita (estado Nueva Esparta), y costa nororiental de la península de Paraguaná (estado Falcón) (Figura 1).

En el estado Nueva Esparta se comenzaron a observar arribazones inusualmente elevadas de algas en varias playas de la costa nororiental y suroriental a partir del mes de enero del año 2024. Sin embargo, a finales del mes de marzo las acumulaciones de algas en esta región adquirieron un carácter masivo y anómalo, y fueron evaluadas por investigadores de CENIPA el día 04/04/2024 (Figura 2A-C). Las playas más afectadas fueron Playa Parguito, El Tirano y Puerto Moreno. En el archipiélago de Los Frailes también se registró la presencia de arribazones masivas de *Sargassum*, además de numerosos parches flotantes entre las 7,5 millas náuticas que separan al puerto de El Tirano de este archipiélago. Habitantes del archipiélago Los Testigos también confirmaron para ese período la presencia de arribazones masivas de *Sargassum* (Figura 2E-D).

De acuerdo con el análisis de la morfología del material arrojado a la orilla, se pudo



Figura 1. Localidades evaluadas. Península de Paraguaná: Cabo San Román, Piedras Negras, Boca de Caño y Buchuaco (municipio Falcón, estado Falcón). Isla de Margarita (estado Nueva Esparta): Playa Parguito, Puerto Abajo en El Tirano (municipio Antolín del Campo) y Puerto Moreno, Pampatar (municipio Maneiro). Archipiélago Los Testigos: Playa La Iguana (Dependencias Federales).



A: Playa Parguito

B: Puerto Abajo, El Tirano

C: Puerto Moreno, Pampatar

D-E: La Iguana, Archipiélago Los Testigos

Figura 2. Arribazones masivos de sargazos pelágicos en la isla de Margarita (A-C) y archipiélago Los Testigos (D-E) el día 04/04/2024. En Puerto Abajo, Pampatar, isla de Margarita, las principales descargas de biomasa por arribazones ocurrieron varias semanas atrás y se observó un avanzado proceso de descomposición.

constatar la dominancia en los acúmulos de algas de las dos especies de sargazos pelágicos, *Sargassum fluitans* y *S. natans*, (Figura 3), seguidas de otras especies nativas de *Sargassum* y pequeñas cantidades de fragmentos de otras especies de algas de las clases Phaeophyceae (algas pardas), Rhodophyceae (algas rojas) y Ulvophyceae (algas verdes) (Tabla 1).

Una visita posterior a la costa nororiental de la península de Paraguaná, realizada el día 18/04/2024, también mostró la ocurrencia en esta región de arribazones masivos de sargazos pelágicos, en este caso formados únicamente por la especie *Sargassum fluitans* (Figura 4).

De manera que podemos concluir que el arribo de sargazos pelágicos a Venezuela durante este año se extendió por gran parte de la línea de costa del país e implicó cantidades masivas de macroalgas. Es posible que estos eventos se repitan, dependiendo de las dinámicas de crecimiento de los sargazos pelágicos, en la RRNE y de los patrones de vientos en el sur del mar Caribe, que determinan en gran medida las rutas de transporte de los parches flotantes de sargazos.

En realidad, las arribazones de sargazos pelágicos son todavía poco comprendidas. Por su extensión, sus dinámicas están enmarcadas en procesos oceanológicos de mesoescala, con un ámbito geográfico mucho más amplio que nuestro mar territorial. De esta manera, se puede afirmar que estas arribazones masivas no están relacionadas con el aporte a escala local de nutrientes de origen continental por escorrentías o contaminación, como sí es el caso de las arribazones de algas verdes oportunistas *Ulva reticulata* (Barrios y col., 2023b) o *Chaetomorpha linum* (Barrios y col., 2023a). Así mismo, las arribazones masivas de sargazos pelágicos tampoco están relacionadas con las actividades de maricultura de las dos especies de algas rojas productoras de gel de importancia comercial *Kappaphycus alvarezii* (Doty) L.M. Liao y *Euchematopsis isiformis* (C.Agardh) Núñez-Resendiz, Dreckmann & Senties que se realizan en el estado Nueva Esparta.

Como posibles causas de la formación del núcleo tropical de agregación de sargazos pelágicos en la RRNE se ha planteado la hipótesis del cambio climático, en particular, del aumento de la temperatura superficial

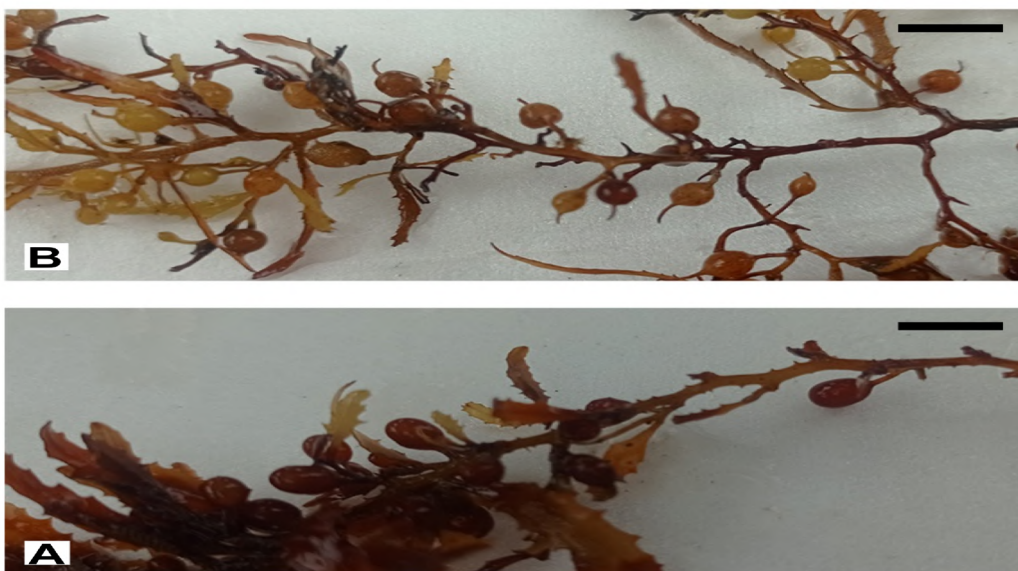


Figura 3. Especies de sargazos pelágicos.
A: *Sargassum fluitans*. B: *Sargassum natans*.
Barras de escala: 10 mm.

	Estado Nueva Esparta					Estado Falcón			
	Playa Parguito	Puerto Abajo	Puerto Moreno	Cabo San Román	Piedras Negras	Boca de Caño	Buchuaco		
Phylum Ochrophyta									
Clase Phaeophyceae									
<i>Dictyota delicatula</i> (J.V.Lamouroux)	X								
<i>Dictyota</i> spp.	X	X	X	X	X	X	X		
<i>Spatoglossum schroederii</i> (C.Agardh) Kützting	X	X							
<i>Lobophora variegata</i> (J.V.Lamouroux) Womersley ex E.C.Oliveira			X						
<i>Padina boergesenii</i> Allender et Kraft			X		X	X	X		
<i>Sargassum vulgare</i> C.Agardh	X	X	X						
<i>Sargassum filipendula</i> C.Agardh	X	X							
<i>Sargassum buxifolium</i> (Chauvin) M.J.Wynne	X	X							
<i>Sargassum natans</i> (Linnaeus) Gaillon (especie pelágica)	X	X							
<i>Sargassum fluitans</i> (Bergesen) Bergesen (especie pelágica)	X	X			X	X	X		

	Estado Nueva Esparta					Estado Falcón			
	Playa Parguito	Puerto Abajo	Puerto Moreno	Cabo San Román	Piedras Negras	Boca de Caño	Buchuaco		
Phylum Chlorophyta									
Clase Ulvophyceae									
<i>Ulva fasciata</i> Delle			X			X	X		
<i>Ulva reticulata</i> Forsskal			X						
<i>Caulerpa mexicana</i> Sonder ex Kützting	X	X							X
<i>Codium istmoichadum</i> Vickers	X	X							
<i>Chaetomorpha linum</i> (O.F.Müller) Kützting	X	X	X	X	X	X	X		X

	Estado Nueva Esparta					Estado Falcón			
	Playa Parguito	Puerto Abajo	Puerto Moreno	Cabo San Román	Piedras Negras	Boca de Caño	Buchuaco		
Phylum Rhodophyta									
Clase Florideophyceae									
<i>Centroceras clavulatum</i> (C.Agardh) Montagne		X							
<i>Bryothamnion seaforthii</i> (S.G.Gmelin) M.A.Howe	X	X							
<i>Bryothamnion triquetrum</i> (S.G.Gmelin) M.A.Howe	X	X							
<i>Hypnea musciformis</i> (Wulfen) J.V.Lamouroux	X	X	X	X	X	X	X		X
<i>Kallymenia westii</i> Ganesan	X	X							
<i>Gymnogongrus griffithsiae</i> (Turner) Martius			X						
<i>Agardhiella ramosissima</i> (Harvey) Kylin			X						
<i>Soleria filiformis</i> (Kützting) P.W.Gabrielson	X								
<i>Gracilaria domingensis</i> (Kützting) Sordier ex Dickie	X	X							
<i>Gracilaria cervicornis</i> (Turner) J.Agardh	X	X	X		X	X	X		X
<i>Cryptonemia seminervis</i> (C.Agardh) J.Agardh	X	X							
<i>Botryocladia occidentalis</i> (Bergesen) Kylin	X								
<i>Sebdenia flabellata</i> (J.Agardh) P.G.Parkinson		X							

Tabla 1. Especies de macroalgas presentes en las arribazones masivas de sargazos pelágicos en los estados Nueva Esparta y Falcón.

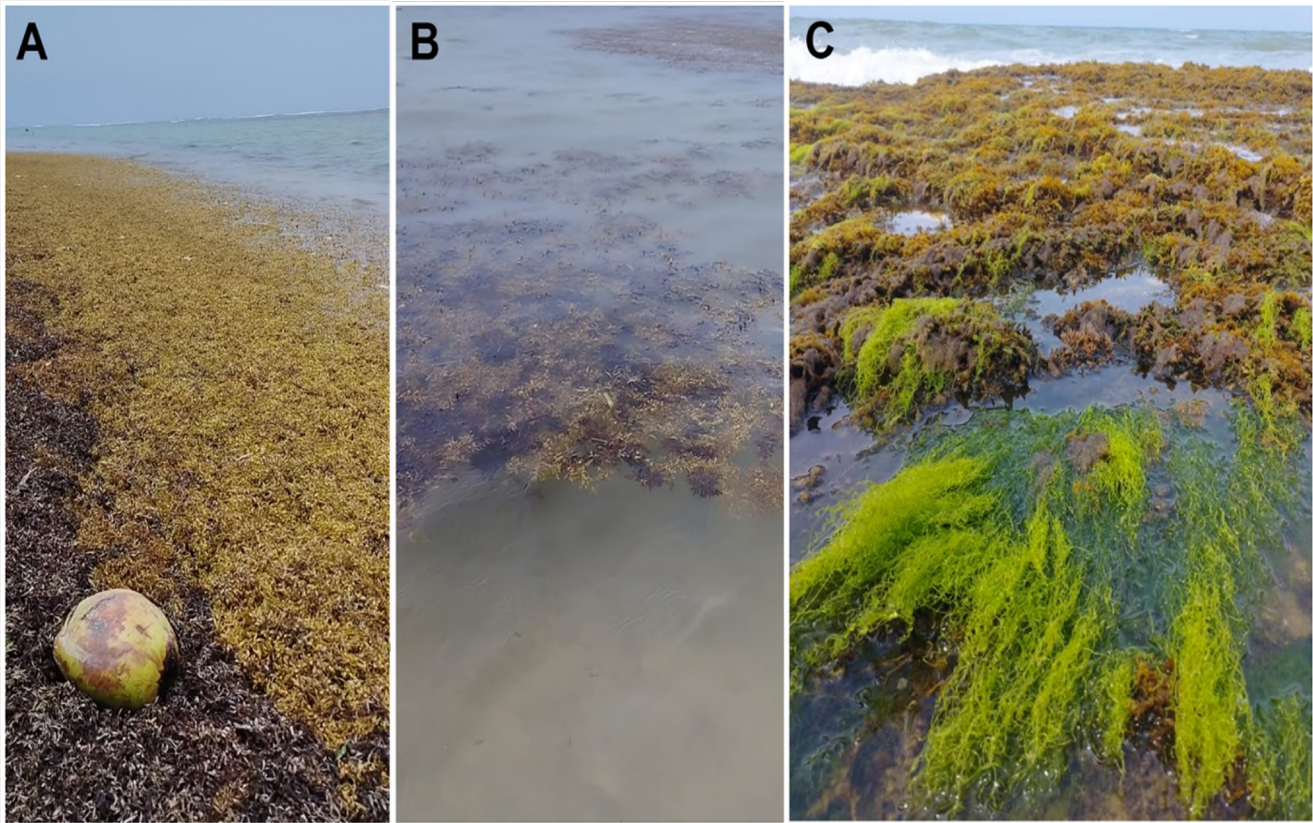


Figura 4. A: arribazones masivas de *Sargassum fluitans* depositadas en la orilla (Buchuaco). B: parches flotantes de *Sargassum fluitans* en la zona intermareal (Buchuaco). C: filamentos del alga verde *Chaetomorpha linum* adheridos sobre *Gelidiella acerosa* (Rhodophyceae) y talos fijos al sustrato de *Sargassum vulgare* en la zona intermareal (Cabo San Román).

media, además de un posible aumento en la concentración de nutrientes en el océano abierto, producto del uso indiscriminado de fertilizantes industriales en las cuencas de los grandes ríos de la región, principalmente Misisipi y Amazonas, así como de la deforestación (por ejemplo, Sissini y col., 2017, Oviat y col., 2019, Wang y col. 2019). Sin embargo, los estudios no han sido concluyentes. Así mismo, también se ha propuesto que una anomalía en el patrón de los vientos dominantes en el Atlántico durante los años 2010 y 2011, pudo conducir al transporte de grandes cantidades de sargazos pelágicos desde el mar de los sargazos hasta la región ecuatorial de recirculación (Johns y col. 2020), en donde estas algas han conseguido condiciones oceanológicas excepcionalmente óptimas (Skliris y col., 2020). Aunque en este caso, también se ameritan más estudios.

Las arribazones masivas de sargazos pelágicos tienen impactos medioambientales importantes. Por ejemplo, la perturbación de los ciclos naturales de las especies marinas (como el desove de las tortugas), la erosión de las playas, o el sombreamiento y anoxia que origina el estancamiento de grandes cantidades de biomasa en manglares, arrecifes de coral y praderas de fanerógamas marinas. Las arribazones también tienen impactos sanitarios, relacionados principalmente con la liberación de sulfuro de hidrógeno; e impactos económicos, al causar interferencias con el turismo, la pesca y la navegación.

Por ello, ante la posibilidad de que estos eventos se repitan estacionalmente en el país, es

necesaria la formulación de planes de mitigación, como la recolección de la biomasa de las playas y su tratamiento adecuado, o la colocación de barreras flotantes en los puntos más críticos, por ejemplo. También es importante la evaluación de proyectos que conduzcan al potencial aprovechamiento de esta biomasa. En otros países ya se ha experimentado positivamente con la utilización de sargazos como alimentos complementarios para animales de corral (principalmente caprinos) o su conversión en fertilizantes, e incluso también se han desarrollado proyectos de mayor tecnología, como la producción de biocombustibles o productos químicos de interés en cosmética (por ejemplo, Casas-Valdez y col., 2006, Thompson y col., 2021, Parab y col., 2023).

En CENIPA hemos conformado un grupo de investigación en algas marinas que realizará el monitoreo constante de las arribazones y evaluará sus potenciales usos, además de impulsar la investigación en maricultura de especies nativas de importancia comercial.

REFERENCIAS

- Alleyne, K. S. T., Neat, F. & Oxenford, H. A. (2023). A baseline assessment of the epiphytic community associated with pelagic *Sargassum* in the Tropical Atlantic. *Aquatic Bot.*, 186, 103635.
- Barrios, J., Bello, J., Quintero, A., Gamboa-Márquez, J., & John, V. (2023a). Arribazones del alga *Chaetomorpha linum* (Müller) Kützinger (Chlorophyta) en Isla Gran Roque, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanog. Venez.* 62(01): 107-116.
- Barrios, J., Vera, B. & Moreno, C. (2023b). El alga verde *Ulva reticulata* Forsskål, una especie exótica invasora en las costas de Venezuela. *Bol. Inst. Oceanog. Venez.* 62(01): 117-127.
- Bellorín, A. M., Bulboa-Contador, C., & Contreras-Porcía, L. (2022). Algas, una introducción a la ficología. Universidad Andrés Bello, Center of Applied Ecology and Sustainability. Santiago de Chile. 696 p.
- Bertossi, S. & Ganesan, E. K. (1973). El género *Sargassum* C. Agardh (Feofita) en el Oriente de Venezuela. *Lagena*, 31: 3-22.
- Casas-Valdez, M., Hernández-Contreras, H., Marín-Álvarez, A., Aguila-Ramírez, R. N., Hernández-Guerrero, C.J., Sánchez-Rodríguez, I., & Carrillo-Domínguez, S. (2006). El alga marina *Sargassum* (Sargassaceae): una alternativa tropical para la alimentación de ganado caprino. *Rev. Biol. Trop.*, 54(1), 83-92.
- Chávez, V., Uribe-Martínez, A., Cuevas, E., Rodríguez-Martínez, R. E., van Tussenbroek, B. I., Francisco, V., Estévez, M., Celis, L.B., Monroy-Velázquez, L.V., Leal-Bautista, R., Álvarez-Filip, L., García-Sánchez, M., Masia, L. & Silva, R. (2020). Massive influx of pelagic *Sargassum* spp. on the coasts of the Mexican Caribbean 2014-2020: Challenges and opportunities. *Water* 2020, 12, 2908.

Franks, J. S., Johnson, D. R. & Ko, D. S. (2016). Pelagic *Sargassum* in the tropical North Atlantic. Gulf Caribb. Res. 27: SC6-11.

García A., Rodríguez-Reyes, J. C., García-González, Y. & Fernández, Y. (2021). *Sargassum natans* (Linnaeus) Gaillon (Ochrophyta: Phaeophyceae), a new addition to the phycological flora of Venezuela. Saber, 33: 287-292.

Ganesan, E. K. (1989). A catalog of benthic marine algae and seagrasses of Venezuela. Fondo Editorial CONICIT, Caracas. 237 p.

Gavio, B., Rincón-Díaz, N. & Santos-Martínez, A. (2014). Massive quantities of pelagic *Sargassum* on the shores of San Andrés Island, southwestern Caribbean. Acta biol. Colomb., 20(1): 239-241.

Gómez, S. (2018). Reseña histórica, catálogo actualizado y estatus actual de los estudios florísticos sobre macroalgas bénticas marinas de Venezuela. Instituto de Biología Experimental, Escuela de Ciencias, Universidad Central de Venezuela (Trabajo de Ascenso). 154 p.

Gower, J., Young, E. & King, S. (2013). Satellite images suggest a new *Sargassum* source region in 2011. Remote Sens. Lett. 4, 764-773.

Guiry, M. D. & Guiry, G. M. (2024). AlgaeBase. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. <https://www.algaebase.org>.

Johns, E. M., Lumpkin, R., Putman, N. F., Smith, R. H., Muller-Karger, F. E., Rueda-Roa, D. T., Hu, C., Wang, M., Brooks, M. T., Gramer, L. J. & Werner, F. E. (2020). The establishment of a pelagic *Sargassum* population in the tropical Atlantic: Biological consequences of a basin-scale long distance dispersal event. Prog. Oceanogr, 182, 102269.

Oviatt, A., Huizenga, K., Rogers, C. S. & Miller, W. J. (2019). What nutrient sources support anomalous growth and the recent *Sargassum* mass stranding on Caribbean beaches? A review. Mar. Pollution Bull. 145, 517-525.

Parab, S., Nahata, A. N., & Kumar, M. S. (2023). *Sargassum*-derived agents for potential cosmetic applications. En: Soni, R., Suyal, D. C., Morales-Oyervides, L., Fouillaud, M. (eds), Current Status of Marine Water Microbiology. Springer, Singapore. 381-401 p.

Piedra, L. M. & Ramírez-Vargas, M. A. (2023). Primer registro de arribo masivo de sargazo pelágico (*Sargassum* sp.) a la costa del Caribe Sur de Costa Rica durante el año 2022. Bull. Mar. Coast. Res. 52(2): 167-172.

Sissini, M. N., de Barros Barreto, M. B. B., Széchy, M. T. M., de Lucena, M. B., Oliveira, M. C., Gower, J., Liu, G., Bastos, E., Milstein, D., Guzmão, F., Martinelli-Filho, J. E., Alvez-Lima, C., Colepicolo, P., Ameka, G., Graft-Johnson, K., Gouveia, L., mello, T.J., Lotufo, L.V. & Horta, P. A. (2017). The floating *Sargassum* (Phaeophyceae) of the South Atlantic Ocean – likely scenarios. Phycologia, 56(3), 321-328.

Skirris, N., Marsh, R., Addo, K. A. & Oxenford, H. (2022). Physical drivers of pelagic *Sargassum* bloom interannual variability in the Central West Atlantic over 2010-2020. *Ocean Dyn.* 72, 383-404.

Stiger-Pouvreau, V., Mattio, L. & De Ramon N'Yeurt, A. (2023), A concise review of the highly diverse genus *Sargassum* C. Agardh with wide industrial potential. *J. Appl. Phycol.* 35, 1453-1483.

Thompson, T.M., Young, B. R. & Baroutian, S. (2021). Enhancing biogas production from caribbean pelagic *Sargassum* utilising hydrothermal pretreatment and anaerobic co-digestion with food waste. *Chemosphere* 275, 130035.

Yip, Z.T., Quek, R.Z.B. & Huang, D. (2020), Historical biogeography of the widespread macroalga *Sargassum* (Fucales, Phaeophyceae). *J. Phycol.*, 56: 300-309.

Wang, M., Hu, C., Barnes, B. B., Mitchum, G., Lapointe, B. & Montoya J. P. (2019). The great Atlantic *Sargassum* belt. *Science* 365, 83-87.





Primera validación de **Imágenes Oceanográficas** del Satélite Sucre (VRSS-2)

Ruth Vásquez
Brightdoom Márquez
Antonio Quintero

El aprovechamiento de imágenes y recursos satelitales representa una fuente de oportunidades para el monitoreo y la investigación oceanográfica, pesquera y acuícola. Dado que el sector pesquero marino contempla una de las actividades productivas más importantes del país, el seguimiento de las variables oceanográficas que sustentan la pesca permitirá generar bases de datos robustas para estimar el impacto, la variabilidad y las causas de los diferentes fenómenos ambientales que determinan y determinarán el futuro del manejo sostenible de los recursos pesqueros presentes en el mar territorial venezolano.

Además de la posibilidad de emitir alertas y realizar seguimientos del sector con una perspectiva más amplia, la generación de productos temáticos satelitales oceanográficos también permitirá profundizar en diferentes estudios ecológicos de los recursos hidrobiológicos más relevantes, así como otros organismos de interés para el sector, bien sea por su relevancia en la cadena trófica, su papel en el ecosistema o su carácter indicador. Por otra parte, el estudio en conjunto de variables oceanográficas también puede contribuir con la identificación

de zonas con alta productividad, pues, mientras que la detección directa de peces no siempre es factible, su detección indirecta puede ser posible a través de la observación de fenómenos de la superficie del mar asociados a la distribución de peces (Butler *et al.*, 1990). Así mismo, la capacidad de estudiar amplias zonas costeras mejorará la selección de lugares estratégicos para maricultura, al poder ubicar regiones cuyas características geográficas y marítimas sean favorables para determinadas actividades productivas.

En palabras del doctor y oceanógrafo Antonio Quintero, investigador perteneciente al Instituto Oceanográfico de Venezuela y valioso colaborador para la formulación metodológica y operativa de esta experiencia, la oceanografía ha ido evolucionando a la par del desarrollo de nuevas tecnologías. Los mayores estudios y descubrimientos tenían que ver con la posibilidad de ejecución de grandes expediciones, a escalas de mares y océanos. En ellas se realizaban observaciones, se hacían mediciones y se tomaban

muestras de cualquier tipo. La sucesión en el tiempo de esas expediciones en grandes extensiones marinas permitía dilucidar los fenómenos y procesos existentes. Sin embargo, siguen siendo muy costosas incluso hoy día. Por ello, la Comisión Oceanográfica Intergubernamental-UNESCO (COI) promulga la cooperación internacional, interinstitucional y multidisciplinaria para el estudio de lo que acontece en el mar y prever el comportamiento futuro.

Además, afirma que es de importancia capital mantener observaciones sobre el mar venezolano como un todo, al menos sobre dos parámetros esenciales: la temperatura superficial (sensor en el espectro infrarrojo) y el color de las aguas (sensor en el espectro visible). Esto nos permite entender la naturaleza de los macroprocesos que inducen las variaciones de los grandes ecosistemas como las pesquerías. Después de todo, la comprensión de los grandes ecosistemas, conduce, sin lugar a dudas, a una gestión acertada del sector; es decir, tomar del recurso justo lo que se puede y se debe para lograr una “pesquería sustentable”.



Dr. Antonio Quintero (IOV) a bordo de peñero pesquero para desarrollo de expedición marítima de validación satelital.

Con el propósito de contribuir con el fortalecimiento de la soberanía tecnológica del país y el aprovechamiento de los instrumentos disponibles para el estudio y monitoreo de grandes extensiones del mar territorial, los recursos marino-costeros y variaciones espacio-temporales de interés, en el año 2022 se desarrolló una iniciativa en conjunto con la Agencia Bolivariana de Actividades Espaciales (ABAE) para realizar la primera validación de imágenes oceanográficas del satélite Sucre (VRSS-2). “Esta primera etapa, con miras hacia la integración de los productos generados por el satélite Sucre a la oceanografía nacional, es necesaria en esta apertura hacia las ciencias marinas que se desarrolla en la actualidad. Igualmente aconsejable, que a la par de los sensores existentes en el satélite, en el futuro sean incorporados otros, que permitan el monitoreo de otros parámetros marinos”, puntualizó el doctor.

La experiencia consistió en el desarrollo de tres ejercicios de muestreo oceanográficos en campo simultáneos con la captura satelital de la zona de muestreo, para la comparación de la información derivada del muestreo *in situ* y la captada por los sensores del satélite, con un margen estrecho de coincidencia temporal. Dentro de los parámetros estudiados figuran la temperatura superficial del mar, salinidad, sólidos en suspensión y turbidez; incluyéndose la captación de muestras de zooplankton y fitoplancton en determinadas estaciones de muestreo. Estos ejercicios se desarrollaron en tres épocas diferentes del año, en un área de 900 km² cercana a la fosa de Cariaco, con 30 estaciones de estudio distribuidas en el área marítima predefinida, y cuyas 30 coordenadas de referencia fueron constantes durante los tres ejercicios efectuados.

Para realizar el muestreo oceanográfico simultáneo de todas las estaciones, se contó con el meritorio apoyo de investigadores, estudiantes y voluntarios de diferentes

instituciones, así como de la invaluable contribución de pescadores artesanales sucrenses de pequeña y gran escala para el traslado de los equipos de investigación hacia las zonas de muestreo. Tal como expresó la doctora Brightdoom Márquez del Instituto Oceanográfico de Venezuela y responsable de la toma de muestras para análisis de zooplankton: “fui testigo del trabajo que se realizó en cuanto a la coordinación de las embarcaciones, del personal técnico capacitado para tomar las muestras en el mar, de la logística de traslado al muelle de Santa Fe desde donde salieron las embarcaciones, la logística de hidratación y alimentación de todo el personal que participó, así como de los cursos de capacitación pre salidas, sin dejar de mencionar el chequeo médico del personal que participó. En definitiva, fue un gran esfuerzo del CENIPA junto con muchas organizaciones que colaboraron para que la actividad saliera con éxito”. Así mismo, el doctor Antonio Quintero expresó que se siente “muy orgulloso de haber tomado parte en esa experiencia, inédita para nuestro país y sus ciencias marinas”.

Dentro de los voluntarios institucionales que participaron, además de servidores públicos del CENIPA e INSOPESCA, destaca la colaboración de profesionales y estudiantes del Instituto Oceanográfico de Venezuela (IOV) y la Escuela de Ciencias Aplicadas del Mar (ECAM) de la Universidad de Oriente (UDO), el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA) del estado Sucre, el Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC) y el Ministerio del Poder Popular para el Ecosocialismo (MINEC) del estado Nueva Esparta. La experiencia se desarrolló bajo la coordinación del Centro Nacional de Investigación de Pesca y Acuicultura (CENIPA), contando con la activa participación del MPPPA y sus entes adscritos INSOPESCA, FONPESCA, CORPESCA y PESCALBA. Del mismo modo, la Policía Nacional Bolivariana

de Espacios Acuáticos, el Instituto Nacional de Espacios Acuáticos (INEA) y la Armada Bolivariana contribuyeron con el resguardo marítimo del personal durante los ejercicios realizados.



Profesor Jean Paul González del IOV con disco de secchi para medición de turbidez del mar.

Investigadora del CENIPA Feliene Rodríguez con muestra de fitoplancton previa fijación con lugol.

El logro de los objetivos planteados durante esta primera etapa de trabajo conjunto MPPPA-ABAE constituye una evidencia de la fuerza que radica en el trabajo conjunto interinstitucional e interministerial, así como del esfuerzo colectivo entre el Estado, las instituciones académicas, las fuerzas de seguridad y el pueblo pescador.

Tal como señaló la doctora Brightdoom Márquez, así como la tecnología evoluciona, las capacidades del Gobierno, a través de los centros de investigación y las universidades, deben también adaptarse a través de la voluntad política que se requiere para invertir los recursos necesarios para lograr imágenes satelitales gratuitas de nuestro territorio, con diferentes resoluciones y para ser usadas en distintos ámbitos, escalas y con distintas finalidades, siendo cada día más accesibles. Para ello, además de estas validaciones, un aspecto esencial es la capacitación de estudiantes y profesionales en materia de procesamiento, métodos de análisis y uso de herramientas para el proceso de imágenes satelitales; de modo que se promueva el uso correcto de las mismas.

Así también, comentó que las imágenes de satélites actualmente tienen una gran utilidad, en el área de investigación en la cual trabaja. Y que, gracias a los satélites, se han podido estimar el calentamiento superficial del agua, el aumento del nivel del mar y cómo ha cambiado la composición del fitoplancton (clorofila a). En cuanto a la gestión pesquera, con las imágenes satelitales se puede también lograr una trazabilidad de las pesquerías, la ampliación y diversificación del conocimiento, el análisis de las operaciones pesqueras

por viaje o temporada y el acercamiento al usuario a través de plataformas con información de la posición y trayecto de las embarcaciones de pesca. Mientras que, con la información integrada de las flotas pesqueras, se puede proveer una cantidad y calidad de información que sustente la evolución de la gestión pesquera hacia un cercano control del esfuerzo de pesca como elemento central a cualquier plan de manejo. También, se puede promover el cuidado ambiental, la eficiencia en el uso de recursos financieros y se mejora ampliamente la vigilancia en torno a las actividades pesqueras.

Sin duda alguna, el fortalecimiento de las capacidades de nuestros satélites para el suministro de información sobre nuestros mares representará una valiosa herramienta para la investigación, el monitoreo, la detección temprana de eventos y la toma de decisiones con una visión más amplia. No obstante, el doctor Quintero puntualizó que “en el entendido que desde el satélite no pueden ser monitoreados todos los parámetros marinos, debe propiciarse la observación *in situ* a través de una flota oceanográfica; que permita seguir validando los sensores satelitales, realizar prospecciones pesqueras, determinar volúmenes de captura y evaluar las condiciones físico-químicas y biológicas, que condicionan la existencia de las pesquerías”.

Del mismo modo, haciendo gala de la visión crítica y del interés por promover los altos estándares dentro de las investigaciones, ambas características de la vocación del científico, destacó que la información obtenida en el pasado y la que se espera tener en el futuro debe ser tabulada bajo estrictos controles de calidad. Después de todo, los datos acumulados en forma de “series de tiempo” son los que ayudarán a entender la naturaleza de nuestros mares y la manera acertada de gestionarlos. Por último, señaló que no se debe perder de vista la necesidad de contar con un capital humano que permita gestionar los espacios marítimos, y que la formación de ese capital humano del futuro es una tarea del presente. Por último, opinó que el apoyo a los centros de investigación y académicas relacionadas con las Ciencias Marinas debería representar un objetivo estratégico para el Estado venezolano.

BIBLIOGRAFÍA

Butler, M. J. A.; Mouchot, M.; Barale, V. e Ispra, V.A. (1990). Aplicación de la tecnología de percepción remota a las pesquerías marinas: manual introductorio. FAO.

Profesora Amalia Barceló (ECAM) a bordo de peñero realizando anotaciones de campo.



Estudiante voluntaria de la UDO, Maurys Aponte, realizando medición de salinidad con refractómetro.





Faena habitual de pesca de sardina en la costa venezolana.

Micromisión Sardina: un abordaje integral para nuestra principal pesquería

Ruth Vásquez

Josefa Morales

La sardina (*Sardinella aurita*) es la especie de mayor importancia económica que se explota mediante el sistema de pesca artesanal en la región nororiental de Venezuela, y la de mayor importancia en términos de volumen de pesca respecto a todas las pesquerías del país (Gómez et al., 2008). Representa una importante fuente de proteína de bajo costo en el mercado venezolano y tiene un papel protagónico dentro de otras cadenas productivas de alimentos. Así también, desempeña un rol ecológico esencial al ser el principal alimento de diferentes organismos marinos, incluyendo otras especies objeto de pesca. De hecho, la mayor parte de las especies pelágicas de peces comerciales, como el carite, la sierra, cabañas, jureles y otros, se alimentan de sardina; así como los delfines y ballenas (Cervigón, 1998). Por este motivo, se utiliza como carnada en la pesca de especies de alto valor comercial como pargos (*Lutjanus* spp.), meros (*Epinephelus* spp.), carites (*Scomberomorus* spp.) y atunes (*Thunnus* spp.) (Guzmán et al. 1993; González et al., 2020).

Sus núcleos de mayor abundancia ocurren en las costas de los estados Sucre y Nueva Esparta (González *et al.*, 2007), pues su presencia en grandes cardúmenes está limitada a áreas de surgencias y alta producción primaria, como el nororiente de Venezuela (Barrios *et al.*, 2010). La alta tasa de captura de sardina representa un importante aporte para la comunidad de pescadores artesanales de dichos estados, con una particular relevancia social y económica, asociada al número de empleos que genera durante las fases de procesamiento y comercialización. Esto incluye a trabajadores de empresas procesadoras (enlatadoras y picadoras), pescadores que la emplean como carnada viva, cargadores en muelles de desembarque, conductores de camiones cava y ayudantes; razón por la cual representa beneficios para miles de familias (González, 2020).

Tal como Barrios *et al.* (2010) señalaron hace más de diez años, debido a su variabilidad natural e importancia económica, social y ecológica, este recurso recibe un seguimiento regular de información biológica y pesquera; realidad que sigue vigente hoy en día.

A partir de mediados del año 2005, se manifestó una reducción notable de la pesca de sardina, iniciando un periodo denominado como “crisis sardinera”. Desde entonces, aun cuando ha habido fluctuaciones con determinados picos de mayor producción pesquera (como en los años 2016 y 2017), las capturas no han recuperado los volúmenes de comienzo de siglo; además de que recientemente se han evidenciado ciertos cambios en las estructuras de tallas y localización/disponibilidad de la sardina en el nororiente de Venezuela, lo cual podría tener implicaciones tanto pesqueras como ecológicas.



Captura de sardinas en la costa venezolana.

Adicionalmente, y al igual que los demás pelágicos menores costeros, se caracteriza por fuertes fluctuaciones espacio-temporales de abundancia, producidas por efecto del ambiente o de explotación sobre los reclutas dado su comportamiento de concentraciones en cardúmenes que, de algún modo, los hace vulnerables al arte de pesca (De Anda *et al.*, 1994). Además, se cree que la variabilidad natural del reclutamiento está estrechamente relacionada con factores ambientales y biológicos como la disponibilidad de alimento, la depredación que enfrenta y las características físicas del agua, lo que genera incertidumbre con relación a los niveles de su abundancia a lo largo del tiempo (Sharp & Csirke, 1983).

Rueda-Roa *et al.* (2017) encontraron que las abundancias más altas de esta especie están típicamente asociadas con la surgencia, en su análisis sobre la variabilidad espacial de la abundancia de sardina relacionada con el ciclo de surgencia en la región sureste del mar Caribe. Los mismos autores señalan que las sardinas se concentran más cerca de la costa cuando su extensión es reducida (meses de afloramiento débil, como consecuencia de una menor intensidad en la velocidad del viento), y se distribuyen más desde la costa a lo largo de la plataforma continental cuando aumenta la extensión (meses de fuerte afloramiento, como consecuencia de una mayor intensidad en la velocidad del viento).

Considerando la variabilidad en capturas y los cambios en la distribución de tallas observados en los últimos años, que pudieran estar referidos a las presiones pesqueras actuales, factores de cambios ambientales/ecológicos o la interacción entre ambos subsistemas (multicausalidad), se considera necesario generar información científica y técnica desde una perspectiva multidisciplinaria que sustente las medidas de ordenación de este recurso estratégico. Por estos motivos, el ministro Juan Carlos Loyo Hernández instituyó la “Micromisión Sardina”.

En este marco, la evaluación integral, multidisciplinaria e interinstitucional del recurso sardina se construye bajo la premisa de asegurar la sistematización y levantamiento de información completa y detallada sobre seis aspectos (ejes) centrales y uno transversal, que conformen una respuesta a corto, mediano y largo plazo, para la adecuada toma de decisiones y la generación de políticas públicas ante los desafíos que enfrenta el sector pesquero del recurso sardina.



Andreína Amatista, servidora del CENIPA, entrevistando a pescador de sardina en El Morro, estado Sucre.

6 EJES CENTRALES

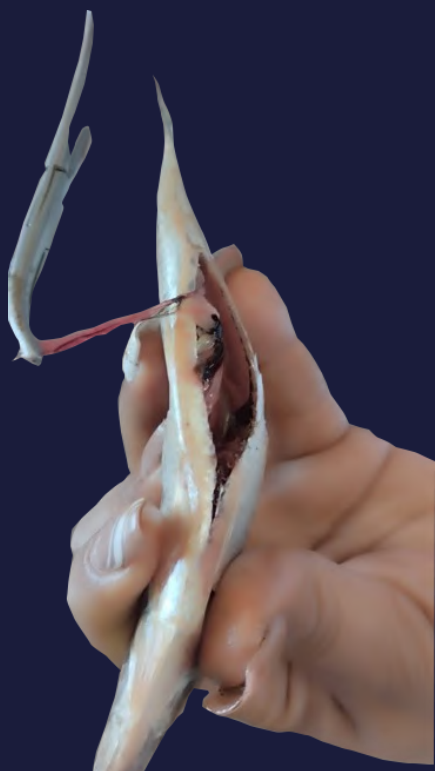
1. Ordenación pesquera
2. Fomento pesquero
3. Oceanografía y meteorología
4. Biología reproductiva y ecología del recurso
5. Evaluación del stock
6. Alternativas de producción acuícola para comunidades pesqueras



El énfasis en el eje de gestión pesquera está en la creación de propuestas que permitan definir los parámetros para una actividad sardinera responsable, así como la creación de una política pública y una propuesta de marco legal basada en los principios de la pesca sostenible, a partir del análisis integral con base en los hallazgos para cada uno de los ejes que componen esta micromisión. Respecto al fomento pesquero, se considera de suma importancia en cuanto al verdadero alcance de las políticas públicas, con el triple objetivo de caracterizar socioeconómicamente la pesquería de sardinas en Venezuela, la generación de información para lograr una atención social primaria (considerando el enfoque de género y los actores en las diferentes etapas de captura y post-captura del recurso) y el desarrollo de estrategias para la implementación efectiva de las medidas establecidas en el primer eje, considerando las perspectivas sociales.

Respecto a la oceanografía y meteorología, el conocimiento de las variables ambientales y climáticas que determinan la pesquería de la sardina es imprescindible para comprender el comportamiento, la abundancia y la distribución del recurso. Además, permitirá proyectar posibles escenarios sobre cómo las condiciones ambientales pueden condicionar los rasgos reproductivos, biológicos y ecológicos de la especie. Este tema inicialmente busca diagnosticar el apresto operacional que posee actualmente el país para generar una base de datos ambiental y las instituciones que pueden participar aportando datos, equipos y materiales que sean necesarios para el levantamiento de datos atmosféricos y oceanográficos para la evaluación del recurso sardina, con el firme propósito de establecer mecanismos de evaluación a largo plazo y las posibles influencias ambientales en su sistema de pesca.

En cuarto lugar, la investigación sobre la dinámica reproductiva y la ecología del recurso genera información necesaria para retomar la evaluación de la alimentación de la sardina como organismo filtrador no selectivo y, que consume fitoplancton y zooplancton en sus diversas etapas de desarrollo, evaluar la relación entre la estructura comunitaria del plancton y el comportamiento reproductivo de la sardina, las áreas desove, la distribución espacial y la abundancia estimada del recurso. El objetivo es generar un programa a largo plazo que esté relacionado con la serie de tiempo ambiental previamente mencionada. En este eje se obtienen datos sobre la dinámica reproductiva, abundancia relativa en varias etapas de su ciclo biológico y relaciones en la estructura trófica del recurso. La recolección de esta información será un indicador de la evaluación poblacional del stock, así como de la composición del zooplancton y fitoplancton como su fuente de alimentación, a partir de muestreos mensuales continuos que iniciaron en el mes de septiembre del año 2022, en 18 puntos del noreste del país (en las cercanías de Araya, Golfo de Cariaco, El Morro de Puerto Santo, Guaca y Golfo de Santa Fe en el estado Sucre; y Manzanillo, oeste de Macanao, Isla de Coche e Isleta-Cubagua en el estado Nueva Esparta).



Ejemplar de sardina con incisión ventral para determinación del sexo y la fase de madurez sexual.



Bióloga Katiana Cedeño (2023), directora regional del CENIPA en el estado Sucre, enseñando a un estudiante a realizar incisión ventral en sardinas para la identificación sexual entre la sardina hembra y macho en el marco de la actividad del programa Semilleros Científicos del Ministerio del Poder Popular para Ciencia y Tecnología (Mincyt).



Según la doctora Brightdoom Márquez y la MSc. Josefa Morales, responsables de los análisis de zooplancton de esta micromisión, dentro de los hallazgos preliminares obtenidos en este muestreo, se han encontrado abundancias zooplanctónicas superiores a las reportadas por otros autores en años anteriores para las mismas zonas. Mientras tanto, se continúan realizando labores de identificación taxonómica, para realizar comparaciones con estudios previos en cuanto a la composición de las larvas y juveniles de peces, así como la abundancia de huevos, a cargo de la bióloga Katiana Cedeño, directora regional del CENIPA en el estado Sucre. Hasta ahora se han encontrado variaciones temporales y espaciales de la abundancia de huevos y larvas de sardina, con mayores abundancias en los puntos de muestreo correspondientes a Manzanillo, Golfo de Cariaco, Santa Fe, isla de Coche y el oeste de Macanao para las larvas; y Manzanillo, Araya, El Morro y Santa Fe para los huevos.

En quinto lugar, uno de los pilares de la gestión responsable y sostenible de la sardina parte de determinar el estado actual del recurso, las cuotas de captura anual recomendadas y la incertidumbre asociada a dichas estimaciones. Considerando esto, el tema de la evaluación del stock constituye la integración de la información levantada para un modelo de evaluación pesquera. La evaluación del stock desarrollada considera series temporales de captura, esfuerzo pesquero, parámetros poblacionales (por ejemplo: mortalidad, crecimiento, madurez sexual) e índices de abundancia, con el propósito de conocer el estado actual del recurso y determinar mecanismos de gestión adaptados a ello, incluyendo el análisis de pronósticos en función de los resultados.



José Jesús Lunar, Investigador del CENIPA, colectando muestras de fitoplancton en costas de la isla de Coche, estado Nueva Esparta.

Para efectos del avance actual de esta micromisión, la MSc. Mariela Narváez, del Laboratorio de Modelos y Métodos Cuantitativos del Instituto Oceanográfico de Venezuela (IOV), presentó ante autoridades del MPPPA los resultados de su evaluación de stock para la sardina en Venezuela, así como proyecciones 2023-2025 y recomendaciones para su explotación. Aplicó modelos de evaluación de stock para pesquerías limitadas en datos (DLM), mediante el método CMSY++, que incluye dos tipos de modelos: CMSY y BSM (Froese *et al.* 2021). Estos modelos utilizan el enfoque bayesiano y toman en consideración que existe error en los procesos (dinámica poblacional) y en las observaciones (los datos utilizados para estimar los parámetros del modelo). Con estos modelos se estimó lo siguiente:

- Puntos de referencia biológicos (PRB): el rendimiento máximo sostenible (MSY), la mortalidad por pesca asociada al MSY (F_{msy}) y la biomasa del stock que puede generar el MSY (B_{msy}).
- La presión pesquera o explotación, mediante la relación entre la mortalidad por pesca y la mortalidad por pesca asociada al MSY (F/F_{msy}).
- Datos de abundancia (biomasa estimada).
- Estado del recurso.
- Proyecciones 2023-2025.



Directora regional del CENIPA en el estado Nueva Esparta, Rina Solorzano, junto a las investigadoras Dilcia Morales y Merlin Terán, realizando muestreo de sardinas provenientes de capturas comerciales en playa Valdéz, estado Nueva Esparta.



Wilmarys Martínez, Haidee López y otras servidoras del CENIPA realizando muestreo biológico de capturas comerciales. Medición de sardinas provenientes de capturas desembarcadas en el puerto de Guaca, estado Sucre.



De estos análisis, también se derivaron resultados de proyecciones respecto a tasas de explotación simuladas, que permitieron establecer recomendaciones para la gestión del recurso en los próximos años. Por supuesto, se estableció la necesidad de realizar una evaluación de stock con la data de pesca derivada de la temporada de pesca en curso, a fines de contar con información actualizada para la temporada 2024.

Así mismo, se determinó como próximo paso de este eje de la Micromisión Sardina la ejecución de un proyecto para el MSE (Evaluación de Estrategias de Gestión), el cual permitirá identificar cuáles son las estrategias de ordenación pesquera con mayor probabilidad de tener éxito, el riesgo asociado a cada una de estas y cómo deben priorizarse futuros programas de recopilación de datos recientemente, se han iniciado los primeros pasos para el desarrollo de este proyecto.

Por otro lado, considerando que los pronósticos ambientales mundiales sostienen una posible reducción progresiva de recursos pesqueros como la sardina, y en consecuencia el declive de la biomasa de diferentes poblaciones de peces, además de implementar políticas que estén dirigidas a administrar la explotación controlada del recurso, es necesario considerar alternativas que permitan producir proteína acuícola sin sobreexplotar las poblaciones naturales. Para ello, se planea crear cultivos de organismos acuáticos, principalmente aquellos que no dependen del suministro de alimento balanceado, como macroalgas y bivalvos.

Por último, el cambio climático se plasmó dentro de la Micromisión Sardina bajo un enfoque de transversalidad sobre el resto de los ejes, dado que sus efectos se han acentuado, permeando en diferentes sectores de la sociedad, así como en las economías nacionales y globales. Esta evaluación se ocupa de los efectos del cambio climático en el medio ambiente y el recurso sardina. Los cambios de

las condiciones ambientales se traducen en una expresión de la presencia y abundancia del recurso que determinará las pesquerías, las condiciones de la sociedad, la industria y las actividades conexas. Por ende, se contemplan en este eje transversal los indicadores de temperatura, acidificación de los océanos, aumento del CO₂ y efecto de anomalías climáticas.

Así mismo, la sostenibilidad económica de la pesca es una perspectiva que se mantiene presente durante los distintos abordajes ministeriales sobre las pesquerías sardineiras y los pescadores que la integran, con el propósito de generar las consideraciones necesarias para garantizar la sostenibilidad de la pesca y la salud en la economía del sistema pesquero nacional; considerando también que los rendimientos y los destinos de la producción impactan la estructura de precios y determinarán el futuro de la pesca artesanal. Se contemplan, entre otros, las variaciones de disponibilidad y suministro de insumos operativos, la estructura en la cadena de suministro y distribución, la disponibilidad del recurso, el costo de producción, la depreciación de las unidades de pesca, la capacidad industrial de procesamiento y las actividades conexas asociadas.

El Ministerio del Poder Popular de Pesca y Acuicultura y sus entes adscritos (CENIPA, INSOPESCA, FONPESCA, PESCALBA y CORPESCA) han contribuido activamente a la creación de esta Micromisión Sardina. Además, se cuenta con la participación activa y la inestimable contribución de instituciones e investigadores de la Universidad de Oriente (Instituto Oceanográfico de Venezuela y Escuela de Ciencias Aplicadas del Mar), el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA) del estado Sucre, la Fundación para el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología (FUNDACITE) del estado Sucre y el Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC), entre otros.

REFERENCIAS

- Barrios, A., R. Guzmán, J. Mendoza, G. Gómez & G. Vizcaino. (2010). Parámetros decrecimiento y mortalidad total de la sardina *Sardinella aurita* (Valenciennes, 1810) en el Nororiente Venezolano durante el período 1990 a 2008. *Zootecnia Tropical*, 28(4): 457-466.
- De Anda, M. J. A., J. C. Seijo & S. Martínez. (1994). Reclutamiento y variabilidad ambiental en la pesquería de sardina Monterrey (*Sardinops sagax*) del Golfo de California, México. *Investigación Pesquera* 38: 23-36.
- Froese, R., N. Demirel, G. Coro, G. & H. Winker. (2021). User Guide for CMSY++. GEOMAR, Germany, 17 pp. Publicado online en <http://oceanrep.geomar.de/52147/> in March 2021.
- Gómez, A. (2006). Caracterización ecológica del caladero de pesca más importante de Venezuela (Pampatar- La Isleta, Isla de Margarita). Museo Marino de Margarita Informe Final al Fondo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas de Venezuela (FONA-CITProy. 2000001372). Ministerio de Ciencia y Tecnología, Caracas. 648 p.
- Gómez, A. (2007). Producción primaria al sureste de la isla de Margarita, Venezuela. *Boletín Instituto Oceanográfico de Venezuela*, 46 (2): 97-105.
- Gómez, A. (2018). Análisis del manejo de la crisis de sardina *Sardinella aurita* en Venezuela y comentario sobre artes de pesca y estadísticas. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras*. 47(1): 85-106.
- Gómez, A. (2019). Variación a largo término (2002-2016) en la densidad y composición del mesozooplankton indica cambio de régimen en isla Margarita (Venezuela). *Boletín Investigaciones Marinas y Costeras*, 48 (1): 65-87.
- Gómez, A. (2021). Variación temporal del zooplankton durante 2017 y 2018 en el sureste de Isla Margarita, Venezuela. *Intropica* 16 (2): 180-190.
- Gómez, A., E. Izaguirre & O. Gómez. (2008). Ecología de caladero, aspectos biológicos y pesca (2003-2006) de sardina *Sardinella aurita* (Pisces: Clupeidae) en Nueva Esparta, Venezuela. *Boletín del Instituto Oceanográfico*



de Venezuela, Universidad de Oriente. 47(2): 15.

González, L. (2020)[B1]. Estado de la evaluación de la pesquería de sardina en el estado Nueva Esparta - Venezuela. Boletín Informativo COFA. Agosto de 2020.

González, L., J. Euán, N. Eslava & J. Suniaga. (2007). La pesca de sardina, *Sardinella aurita* (Teleostei: Clupeidae) asociada con la variabilidad ambiental del ecosistema de surgencia costera de Nueva Esparta, Venezuela. Revista de Biología Tropical, 55(1): 279 - 286.

González, L., Eslava, N., Guevara, F., Y Núñez, E. (2020). Dinámica poblacional de sardina (*Sardinella aurita*) del estado Nueva Esparta, Venezuela. Tecnociencia Chihuahua. 14(3): 149-165.

Mendoza, J. (2015). Rise and fall of Venezuela industrial and artisanal marine fisheries: 1950-2010. Fisheries Centre. The University of British Columbia. Working Paper Series 2015-27. 15 p[B2].

Rueda, D. (2012). On the spatial and temporal variability of upwelling in the southern Caribbean Sea and its influence on the ecology of phytoplankton and of Spanish sardine (*Sardinella aurita*). Ph.D. Thesis Univ. South Florida, USA., 168 p.

Rueda-Roa, D., Mendoza, J., Muller-Karger, F., Cárdenas, J., Achury, A. & Y. Astor. (2017). Spatial variability of Spanish sardine (*Sardinella aurita*) abundance as related to the upwelling cycle off the southeastern Caribbean Sea. PLoS One 12(6): e0179984. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0179984>.

Sharp, G. D. & J. Csirke. (1983). Proceeding of the expert consultation to examine changes in abundance and species composition in neritic fish resources, San José, Costa Rica, 18-29 April 1983. FAO Fisheries Report 291, FAO, Rome: 1-3.



Conoce otra publicación del Cenipa donde encontrarás una guía completa para la identificación de atunes.

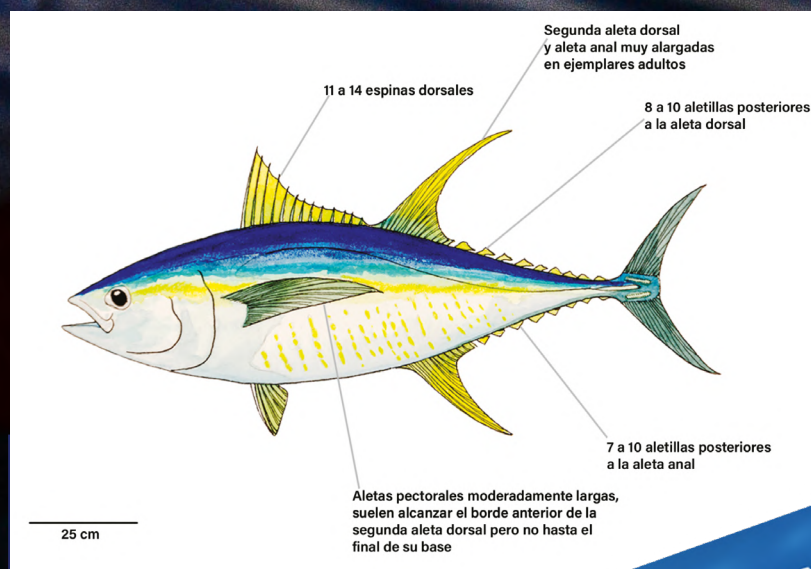
Descárgalo



Escanea el código QR

12

Atunes (Thunnini) con interés comercial en la República Bolivariana de Venezuela



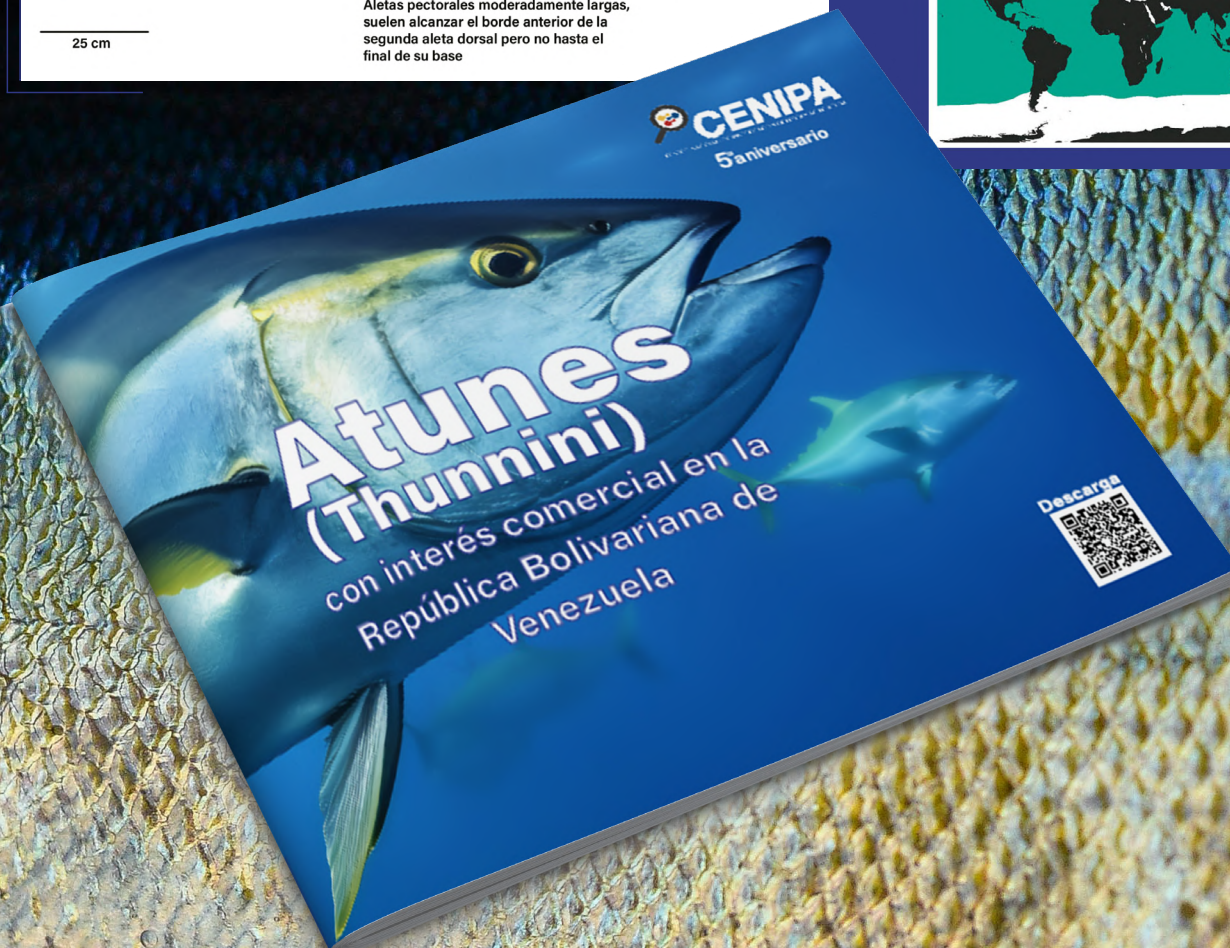
Los items alimentarios predilectos son peces, crustáceos y calamares.

Atunes y métodos de pesca

Se pescan con arpón, caña, palangre y redes de cerco.

Distribución y estado de conservación

Se encuentra en mares tropicales y subtropicales, ausente en el Mediterráneo. En Venezuela se localiza abundantemente en aguas oceánicas, siendo una de las especies de atún más capturadas junto con el atún barrilete (*Katsuwonus pelamis*) por las pesquerías industriales que operan en el mar Caribe y Atlántico centro occidental. Especie altamente migratoria. Estado de conservación menor, según la UICN.



Agregaciones de medusas: un fenómeno cíclico multicausal

Ángel R. Fariña P.

A pesar de que la forma más frecuentemente observada y divulgada de un escifozoo es su fase de medusa pelágica (Fig. 1), por ser la más conspicua y estar en muchos casos cercana a la superficie, en términos generales se puede hablar en este grupo de un ciclo de vida metagénico, con una separación temporal y espacial de distintos modos de vida (Hamner y Dawson, 2009). Al respecto, destaca una fase bentónica llamada pólipo o escifistoma, sésil, fija al sustrato, que se reproduce asexualmente; y otra móvil denominada medusa, pelágica, que forma parte del plancton y se reproduce sexualmente (Fig. 2). Las diferencias morfológicas entre estas variantes corporales son tan grandes, que inicialmente se pensó que se trataba de especies distintas, no relacionadas unas con otras (Ceh *et al.*, 2015).

Muchos escifozoos tienen fecundación externa que ocurre por fusión de gametos liberados a la columna de agua a través de la boca de la medusa; pero en algunas especies del género *Cyanea*, los huevos son fecundados en el interior de las gónadas donde continúa el desarrollo hasta la etapa de gástrula. En otras especies, como algunas del género *Aurelia*, los huevos se depositan en cavidades o cámaras de incubación temporales localizadas a nivel de los brazos



orales, donde se lleva a cabo la fecundación así como los primeros estadios de desarrollo embrionario. Generalmente, producto de la fusión de gametos se origina una larva móvil de vida libre llamada plánula (Ruppert y Barnes, 1995).



Figura 1. Fotografía submarina de medusas bola de cañón, durante el evento de floración masiva de 2024 ocurrido en costas venezolanas.
Foto: Ángel Fariña.

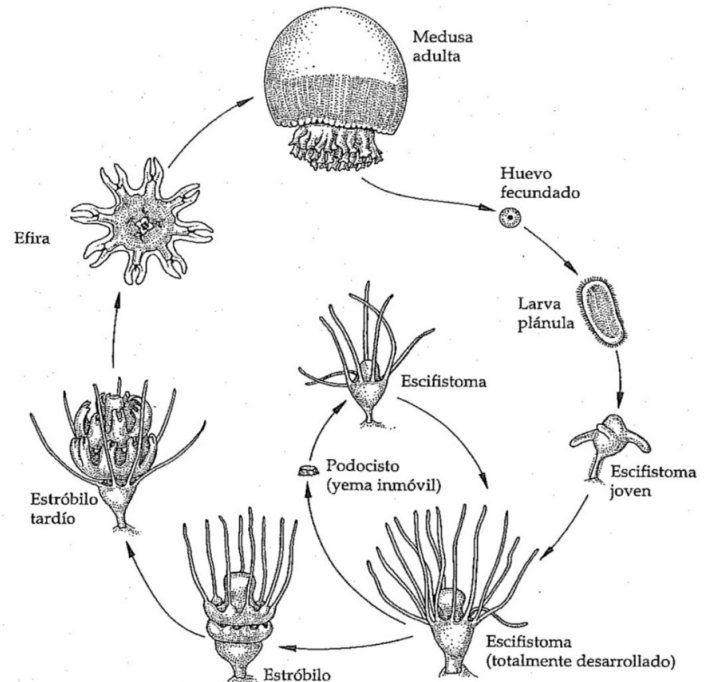


Figura 2. Ciclo de vida del escifozoo bola de cañón, *Stomolophus meleagris*. Imagen tomada de Brusca y Brusca (2005).

Las plánulas tienen un periodo de vida muy corto, debiendo encontrar condiciones apropiadas en el bentos donde hacer el asentamiento y la fijación, para sufrir la metamorfosis transformándose en un pólipo escifistoma. El asentamiento puede ocurrir en sustratos muy diversos, tanto naturales como artificiales, existiendo registros para conchas de bivalvos muertos, hormigón, plástico, vidrio, madera, cuerdas, pastos marinos, macroalgas, rocas, entre otros, siendo muy variable la tasa de éxito dependiendo de la especie, así como del tipo y la orientación del sustrato (Fernández-Álías *et al.*, 2024).

Diversos estudios aseguran que la fase de pólipo constituye una etapa de reposo, empleada por los escifozoos como una estrategia para soportar condiciones adversas entre intervalos estacionales de períodos favorables (Ceh *et al.*, 2015). Se ha demostrado que los escifistomas pueden sobrellevar condiciones de inanición extremadamente prolongadas; pero su éxito reproductivo está asociado a la temperatura, algo que varía dependiendo de la especie y de su distribución latitudinal, e igualmente se encuentra condicionado por la competencia con otros organismos dentro del sustrato bentónico (Zang *et al.*, 2023).

Cada uno de los pólipos es capaz de vivir varios años produciendo muchos más escifistomas asexualmente o, dependiendo de las condiciones, transformarse para generar un estróbilo

(Brusca y Brusca, 2005). El proceso de estrobilación conlleva la reabsorción de los tentáculos y la formación de segmentos en la porción apical (Fig. 2) que van a generar medusas jóvenes llamadas éfiras (Fuentes *et al.*, 2011). Diversas investigaciones sugieren que la temperatura es un factor determinante para que ocurra el proceso de estrobilación, por lo que sigue un patrón estacional en climas templados; no obstante, en zonas tropicales, la estrobilación puede verse influenciada por cambios en la salinidad (Lucas *et al.*, 2012; Helm, 2018).

Las éfiras se transformarán en medusas adultas, algunas de las cuales, en especial las que habitan zonas profundas, pueden vivir varios años. Pero lo común, es que la mayoría de ellas solo permanezca unas pocas semanas o a lo sumo algunos meses en la columna de agua. Ciertas especies cuya fase medusa es de gran tamaño, pudieron haber sido liberadas cientos o incluso miles de kilómetros lejos del área en la que comenzaron su etapa reproductiva. En tal sentido, Gasca y Loman-Ramos (2014) señalan que es muy probable un intercambio genético panoceánico entre poblaciones de estas especies, ya que la mayoría de ellas se encuentran distribuidas en extensas áreas geográficas.

En la década de los 90, surgieron diferentes investigaciones que proponían el hecho de que las floraciones masivas de medusas podían deberse a causas antropogénicas, atribuyendo su origen a fenómenos de sobrepesca y perturbaciones ambientales (Parsons, 1993; Mills, 1995). En este contexto, Pauly *et al.* (1998) plantearon que las actividades pesqueras estaban generando procesos de reestructuración en las tramas tróficas marinas, en especial, en los toques más altos de las cadenas alimentarias que las conforman, por lo que parecía un hecho que las floraciones de medusas estaban aumentando en número en el ámbito mundial.

A pesar de ello, los estudios actuales muestran que no es algo reciente. Las medusas llevan mucho tiempo en el planeta y han sido capaces de resistir los acontecimientos globales que condujeron a la desaparición de los trilobites, amonites y de los reptiles marinos (Condon *et al.*, 2012a). A tal respecto, Condon *et al.* (2012a) publicaron una serie de tiempo (Fig. 3) basada en una revisión bibliográfica exhaustiva sobre avistamientos confirmados, registros fósiles, información antropológica y otras fuentes fiables de información. La serie muestra registros fósiles de floraciones masivas de medusas con más de

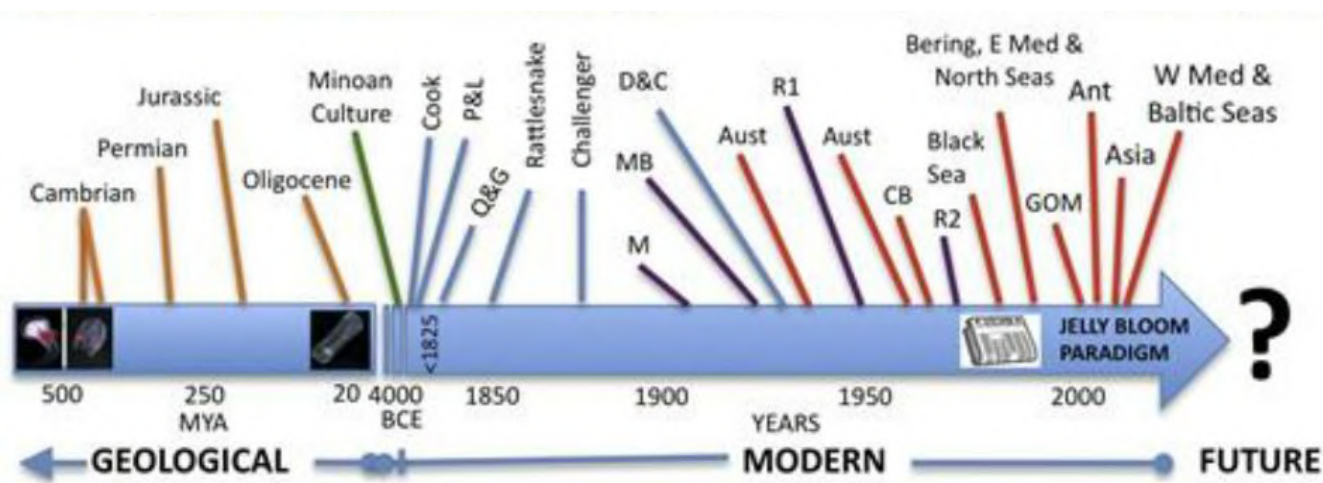


Figura 3. Línea de tiempo que muestra registros y evidencia de floraciones de medusas en escalas de tiempo geológicas y modernas. Tomado de Condon *et al.* (2012a).

500 millones de años de antigüedad, otros del Pérmico, Jurásico y Oligoceno (entre 20 millones y más de 300 millones de años atrás), así como alusiones en la civilización Minoica (unos 3000 años AC). En la época moderna, también se mencionan agregaciones masivas de medusas en los viajes del capitán Cook (por los años 1750), y continúan los reportes de manera ininterrumpida a lo largo de los años hasta 2024.

En otro estudio, Condon *et al.* (2012b) aplicaron análisis estadísticos variados a datos de largo plazo sobre los cambios en la abundancia de medusas, disponibles en múltiples estaciones costeras. Los autores encontraron que las poblaciones de medusas han mostrado floraciones masivas en todo el mundo con una periodicidad de aproximadamente 20 años. Observaciones locales de Blooms de medusas bola de cañón, hechas en Venezuela por Fariña (com. pers.) en la costa de la Península de Paria y por Limogni (com. pers.) en el Archipiélago Los Testigos, ambas en 2004, coinciden con este patrón de oscilación para aguas venezolanas cuando se contrastan con el actual de 2024 y apoyan lo propuesto por Condon *et al.* (2012b).

En los ciclos de vida metagénicos de las medusas, una expansión numérica drástica de la población puede ocurrir a partir de una sola medusa, la cual es capaz de transportar miles y hasta millones de larvas plánulas (Kinkinger, 1992; Lucas, 1996). Además de ello, cuando las condiciones ambientales son favorables, los pólipos pueden hasta quintuplicarse en solo un mes (Lucas *et al.*, 2012; Wang *et al.*, 2015) y cada estróbilo tiene la potencialidad de producir de 1 a 30 éfiras (Di Camillo *et al.*, 2010; Fuentes *et al.*, 2011; Lucas *et al.*, 2012). De acuerdo con Fernández-Alías *et al.* (2024), una sola medusa en

condiciones ideales (sin ningún tipo de mortalidad por causa natural o depredación) puede rendir desde un mínimo de 2×10^3 (≈ 1 medusa \times 1000 plánulas/medusa \times 2 pólipos/plánulas \times 1 éfira/pólipo) hasta un máximo de $1,5 \times 10^8$ medusas (≈ 1 medusa \times 10^6 plánulas/medusa \times 5 pólipos/plánulas \times 30 éfiras/pólipos) en un solo año. En tal sentido, la gran variación observada en la abundancia de medusas a lo largo de los años es difícil de explicar, ya que está sujeta a interacciones muy complicadas que regulan las fluctuaciones en las poblaciones de escifozoos durante las distintas etapas del ciclo de vida, ya sea como potenciadores o como inhibidores (Fig. 4).

Pero el tema es todavía más complejo. Muchas medusas capaces de generar grandes blooms siguen un ciclo de vida no metagénico, con una alta variedad de estrategias reproductivas, cada una más sorprendente. Por ejemplo, las medusas *Pelagia noctiluca* (Forskål, 1775) y *Periphylla periphylla* (Péron y Lesueur, 1810), que han florecido de manera impresionante en el Mediterráneo (Hamner y Dawson, 2009), son holopelágicas, es decir, carecen de fase pólipo y por lo tanto de vida bentónica. En el caso de *P. noctiluca*, sus larvas plánulas se desarrollan directamente en éfiras que darán origen a medusas adultas (Fernández-Alaís *et al.*, 2024) y la fase medusa logra sobrevivir más de un año (Lilley *et al.*, 2014), tiempo durante el cual experimenta diferentes picos de reproducción (Milisenda *et al.*, 2018). De acuerdo con Fernández-Alaís *et al.* (2024), *P. periphylla* es la que más se desvía del ciclo clásico de los escifozoos, ya que sus medusas se desarrollan directamente a partir de un óvulo fecundado, por lo que además de no tener fase bentónica, tampoco presenta las etapas de plánula y éfira (Jarms *et al.*, 1999).

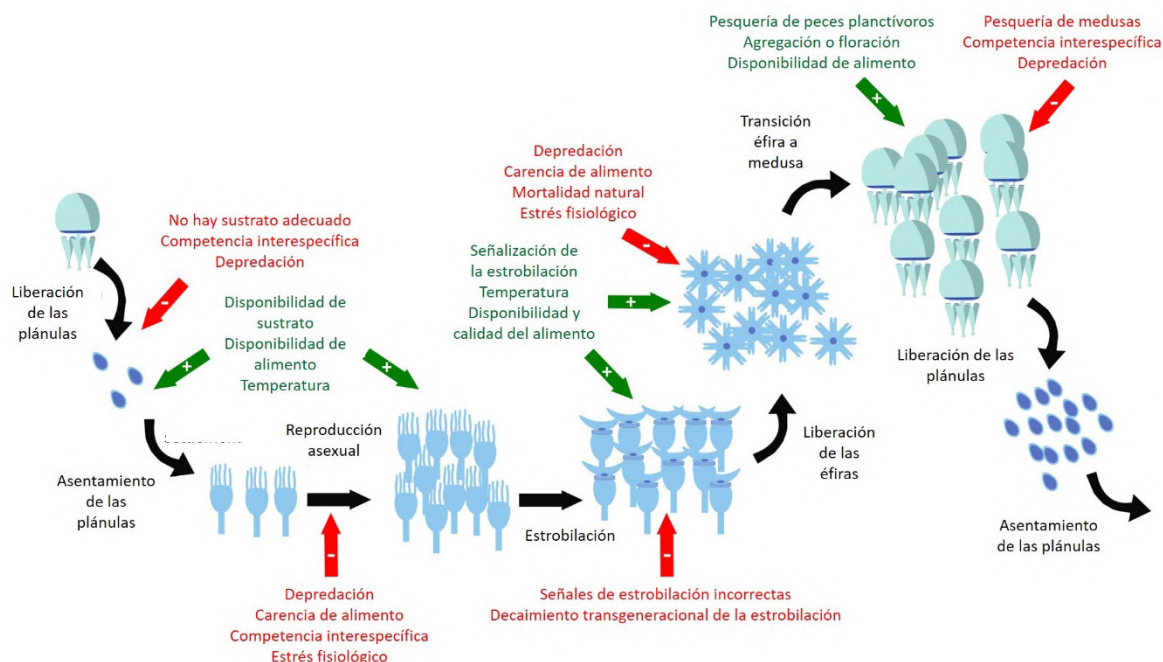


Figura 4. Factores que pueden afectar el ciclo de vida de los escifozoos. Flechas negras: proceso del ciclo; flechas rojas: factores inhibidores; flechas verdes: factores potenciadores. Imagen modificada de Fernández-Alías et al. (2024).

Analizando la información científica disponible, se pueden llegar a las siguientes conclusiones sobre el Bloom de medusas venezolano de 2024:

1. No es primera vez que sucede un evento así en Venezuela con esta especie, la medusa bola de cañón *Stomolophus meleagris*. Hace 20 años ocurrió algo similar en el oriente del país, coincidiendo con la periodicidad cíclica que se ha propuesto para floraciones de escifozoos y, en general, para el plancton gelatinoso macroscópico.
2. No es un hecho exclusivo de Venezuela, sino un fenómeno recurrente en el ámbito mundial cuyas causas son muy difíciles de determinar, obedeciendo a condiciones ambientales cambiantes, interacciones biológicas complejas y a estrategias reproductivas muy variables también.
3. Las medusas que han arribado al país pudieron haberse originado a cientos e incluso miles de kilómetros de esta zona, por lo que sus causas subyacentes es probable que estén en otras regiones geográficas.
4. Estos blooms de medusas vienen ocurriendo en el planeta desde hace aproximadamente 500 millones de años, y las evidencias con las que se cuenta no soportan la idea de que haya un incremento en los últimos años por causas humanas. Por el contrario, estas explosiones de crecimiento poblacional parecen responder a lo extraordinario y exitoso de las adaptaciones que presentan estas especies, que han sobrevivido a la extinción de los trilobites, amonites y reptiles marinos.

REFERENCIAS

- Ceh, J., J. González, A. Pacheco y J. M. Riascos. (2015). The elusive life cycle of scyphozoan jellyfish – metagenesis revisited. *Sci. Rep.*, 5: 12037. <https://doi.org/10.1038/srep12037>
- Condon, R. H., W. M. Graham, C. M. Duarte, K. A. Pitt, C. H. Lucas, S. H. D. Haddock, K. R. Sutherland, K. L. Robinson, M. N. Dawson, M. B. Decker, C. E. Mills, J. E. Purcell, A. Malej, H. Mianzan, S. Uye, S. Gelcich y L. P. Madin. (2012a). Questioning the Rise of Gelatinous Zooplankton in the World's Oceans. *BioScience*, 62(2): 160-169. <https://doi.org/10.1525/bio.2012.62.2.9>
- Condon, R. H., C. M. Duarte, K. A. Pitt, K. L. Robinson, C. H. Lucas, K. R. Sutherland, H. W. Mianzan, M. Bogeberg, J. E. Purcell, M. B. Decker, S. Uye, L. P. Madin, R. D. Brodeur, S. H. D. Haddock, A. Malej, G. D. Parry, E. Eriksen, J. Quiñones, M. E. Acha, M. Harvey, J. M. Arthur y W. M. Graham. (2012b). Recurrent jellyfish blooms are a consequence of global oscillations. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 100: 1000-1005.
- Di Camillo, C. G., F. Betti, M. Bo, M. Martinielli, S. Puce y G. Bavestrello. (2010). Contribution to the understanding of seasonal cycle of *Aurelia aurita* (Cnidaria: Scyphozoa) scyphopolyps in the northern Adriatic Sea. *J. Mar. Biol. Assoc. United Kingdom*, 90(6): 1105-1110. <https://doi.org/10.1017/S0025315409000848>
- Fernández-Alías, A., C. Marcos y A. Pérez-Ruzafa. (2024). The unpredictability of scyphozoan jellyfish blooms. *Frontiers in Marine Science*, 11: 1349956 <https://doi.org/10.3389/fmars.2024.1349956>
- Fernández-Alías A., J. C. Molinero, J. I. Quispe-Becerra, D. Bonnet, C. Marcos y A. Pérez-Ruzafa. (2023). Phenology of scyphozoan jellyfish species in a eutrophication and climate change context. *Mar. pollut. Bull.*, 194: 115286. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2023.115286>
- Fernández-Alías A., T. Montaña-Barroso, M. R. Conde-Caño, S. Manchado-Pérez, C. López-Galindo, J. I. Quispe-Becerra, C. Marcos y A. Pérez-Ruzafa. (2022). Nutrient overload promotes the transition from top-down to bottom-up control and triggers dystrophic crises in a Mediterranean coastal lagoon. *Sci. Total Environ.*, 846: 157388. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.157388>
- Fuentes, V., I. Straehler-Pohl, D. Atienza, I. Franco, U. Tilves, M. Gentile, M. Acevedo, A. Olariaga y J. Gili. (2011). Life cycle of the jellyfish *Rhizostoma pulmo* (Scyphozoa: Rhizostomeae) and its distribution, seasonality and inter-annual variability along the Catalan coast and the Mar Menor (Spain, NW Mediterranean). *Mar. Biol.*, 158(10): 2247-2266. <https://doi.org/10.1007/s00227-011-1730-7>
- Gasca, R. y L. Loman-Ramos. (2014). Biodiversidad de Medusozoa (Cubozoa, Scyphozoa e Hydrozoa) en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, Supl. 85: 154-163.
- Hagadorn, J. W., R. H. Dott Jr. y D. Damrow. (2002). Stranded on a Late Cambrian shoreline: Medusae from central Wisconsin. *Geology*, 30: 147-150.
- Hamner, W. M. y M. N. Dawson. (2009). A review and synthesis on the systematics and evolution of jellyfish blooms: Advantageous aggregations and adaptive assemblages. *Hydrobiologia*, 616: 161-191. <https://doi.org/10.1007/s10750-008-9620-9>
- Jarms G., U. Båmstedt, H. Tiemann, M. B. Martinussen, J. H. Fosså y T. Høisøeter. (1999). The holopelagic life cycle of the deep-sea medusa *Periphylla periphylla* (Scyphozoa, Coronatae). *Sarsia*, 84(1): 55-

65. <https://doi.org/10.1080/00364827.1999.10420451>.

Kikinger, R. (1992). *Cotylorhiza tuberculata* (Cnidaria: Scyphozoa) - life history of a stationary population. *Mar. Ecol.*, 13(4): 333-362. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0485.1992.tb00359.x>.

Lilley, M. K. S., M. Ferraris, A. Elineau, L. Berline, P. Cuvilliers, L. Gilletta, A. Thiéry, G. Gorsky y F. Lombard. (2014). Culture and growth of the jellyfish *Pelagia noctiluca* in the laboratory. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 510: 265-273. <https://doi.org/10.3354/meps10854>.

Lucas, C. H. (1996). Population dynamics of *Aurelia aurita* (Scyphozoa) from an isolated brackish lake, with particular reference to sexual reproduction. *J. Plankton Res.*, 18(6): 987-1007. <https://doi.org/10.1093/plankt/18.6.987>.

Lucas C. H., W. M. Graham y C. Widmer. (2012). Jellyfish life histories: role of polyps in forming and maintaining scyphomedusa populations. *Adv. Mar. Biol.*, 63: 133-196. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-394282-1.00003-X>.

Milisenda, G., A. Martínez-Quintana, V. L. Fuentes, M. Bosch-Belmar, G. Aglieri, F. Boero y S. Piraino. (2018). Reproductive and bloom patterns of *Pelagia noctiluca* in the Strait of Messina, Italy. *Estuar. Coast. Shelf Sci.*, 201: 29-39. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2016.01.002>.

Mills, C. E. (1995). Medusae, siphonophores, and ctenophores as planktivorous predators in changing global ecosystems. *ICES Journal of Marine Science*, 52: 575-581.

Parsons, T. R. (1993). The need for a holistic approach to ocean ecology. *Limnology and Oceanography*, 38: 1590-1592.

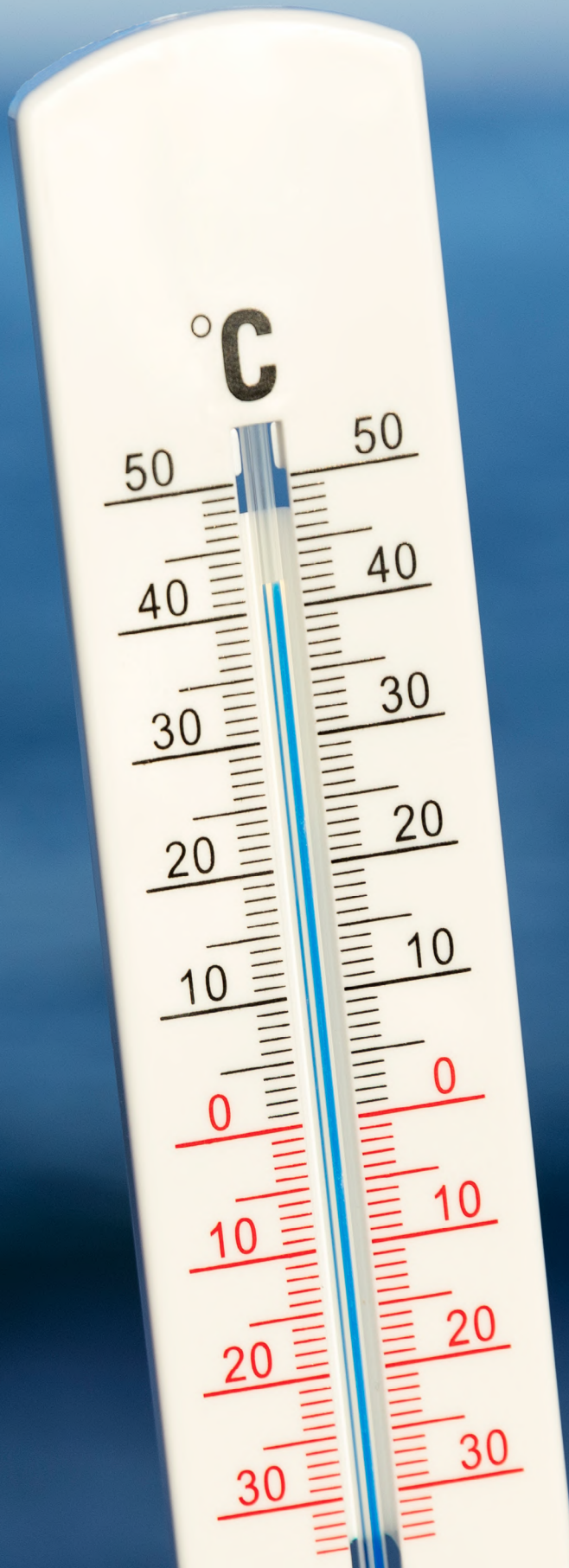
Ruppert, E. E. y R. D. Barnes. (1995). *Invertebrate Zoology*. Sixth Edition. Saunders College Publishing, Harcourt Brace and Company, Orlando, Florida. 1100 pp.

Schiariti, A., A. C. Morandini, G. Jarms, P. R. von Glehn, S. Franke y H. Mianzan. (2014). Asexual reproduction strategies and blooming potential in Scyphozoa. *Mar. Ecology Prog. Ser.*, 510: 241-253. <https://doi.org/10.3354/meps10798>.

Wang, Y. T., S. Zheng, S. Sun y F. Zhang. (2015). Effect of temperature and food type on asexual reproduction in *Aurelia* sp.1 polyps. *Hydrobiologia*, 754(1): 169-178. <https://doi.org/10.1007/s10750-014-2020-4>.

Zang, W., F. Zhang, Y. Sun, Z. Xu y S. Sun. (2023). Benthic ecosystem determines jellyfish blooms by controlling the polyp colony development. *Mar. pollut. Bull.*, 193: 115232. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2023.115232>.





Cambio climático

y temperatura superficial del mar: años de récords y desafíos

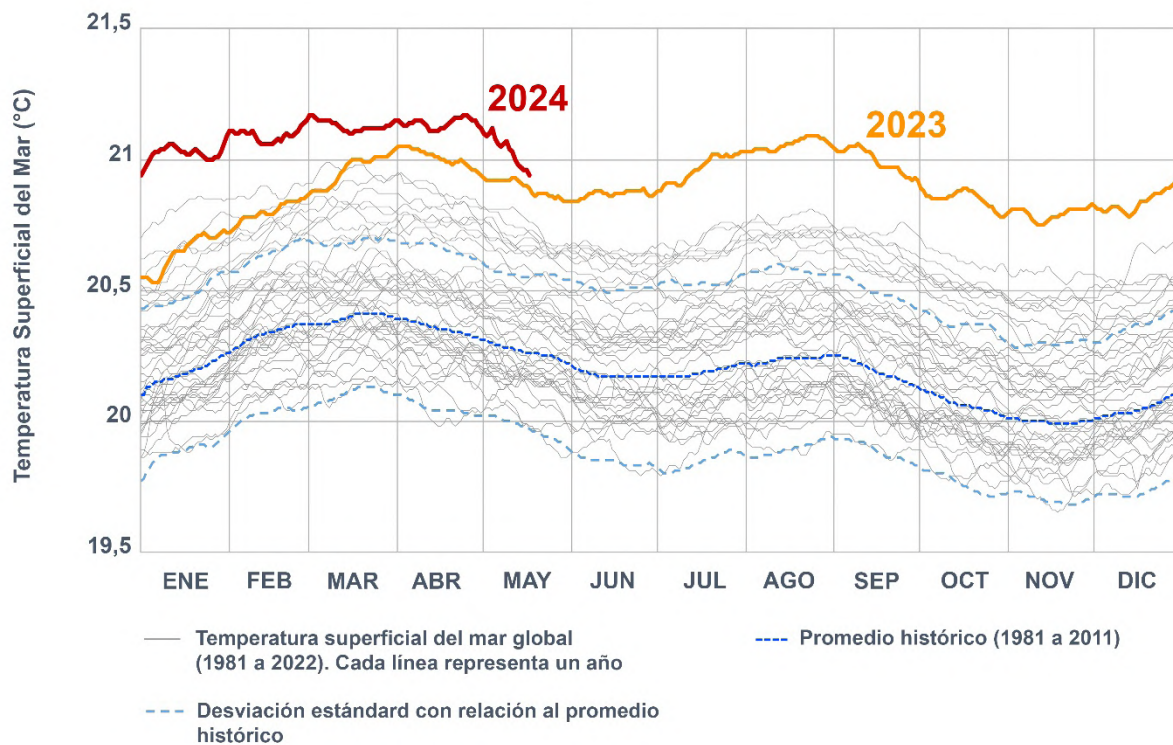
Alexis Bellorín

El océano nos está hablando

El océano global se está calentando. El océano global nos está hablando. Y en voz muy alta. Cuando culminó, el año 2023 había sido el año con mayores registros de temperaturas superficiales del mar de la historia. Hasta que llegó el año 2024, que hasta el momento lo ha ido superando (Figura 1).

En lo que ha transcurrido del 2024, la temperatura superficial del mar globalmente, día a día, mes a mes, ha sido la más alta desde que se hacen mediciones de esta variable. De hecho, desde el mes de abril del año pasado, si comparamos los registros de cada mes con los registros de los meses equivalentes de años anteriores, veremos que los valores siempre han sido mayores en el 2023 y luego todavía mayores en lo que ha transcurrido del año 2024. Son 14 meses consecutivos de récords en comparación con los valores previos.

El año pasado, se alcanzó la temperatura superficial del mar global más alta de la historia (21.1 °C) entre el 22 al 27 de agosto. En este año 2024, la temperatura superficial del mar global ha sido mayor o igual a ese valor de forma



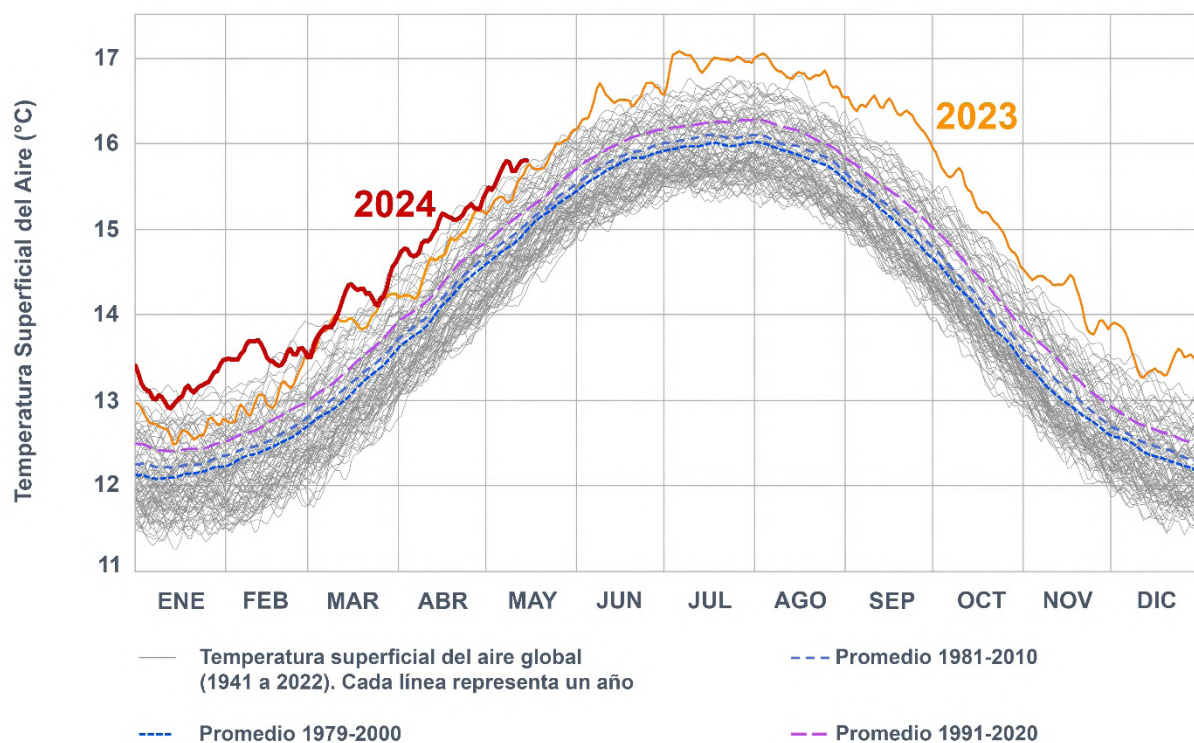
Datos de NOAA OISST, gráfico generado a través de www.climateanalyzer.org, por Alexis Bellorín (CENIPA)

Figura 1. Evolución de la temperatura superficial del mar global, excluyendo las zonas polares (60°S-60°N, 0-360°E) de acuerdo a los registros de Interpolación Óptima de la Temperatura Superficial del Mar de la NOAA (OISST), que son valores diarios para cuadrículas 0,25 ° de extensión (aprox. 31 Km² a 45°N), con una cobertura temporal ininterrumpida desde 1981 hasta el presente, basados en observaciones (satélites, boyas oceanográficas, navíos, etc.) y corregidos o completados en áreas de ausencia o discrepancia de lecturas por algoritmos y reanálisis.

ininterrumpida desde el 1 de febrero hasta el 8 de mayo.

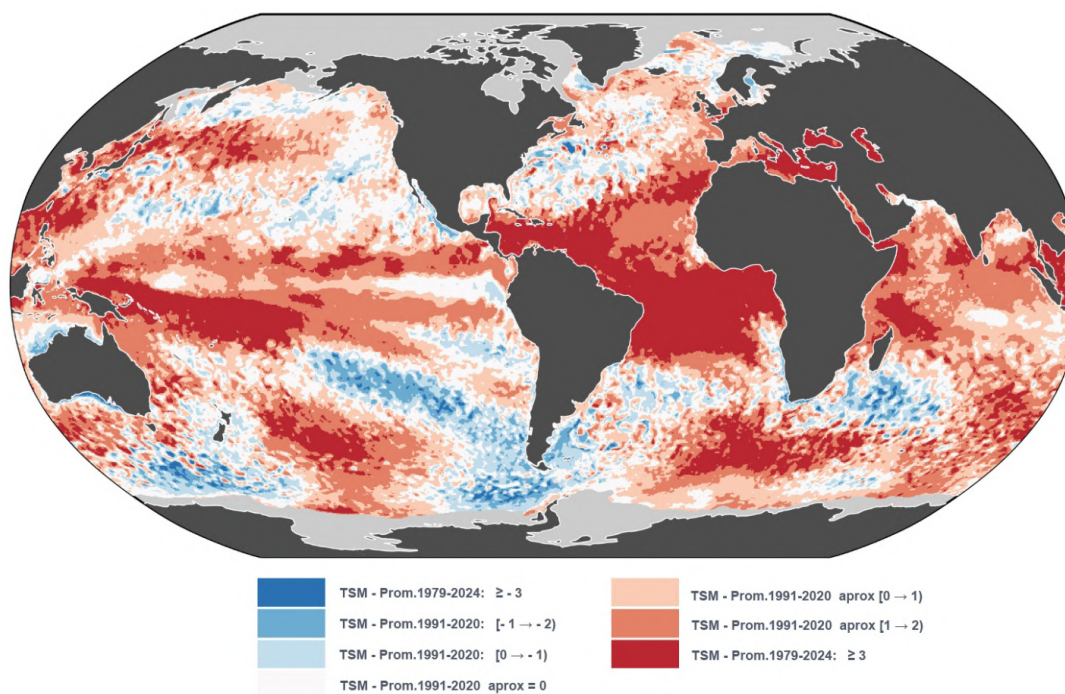
Estos valores récords de la temperatura superficial del mar también están acompañados de valores muy altos o récords de la temperatura superficial del aire. De hecho, desde el punto de vista atmosférico, los años 2023 y 2024 han sido los años, en promedio global, más calurosos en la capa inferior de la atmósfera desde que se llevan registros (Figura 2).

Desde el punto de vista geográfico, los mayores aumentos o anomalías con relación a los promedios históricos de la temperatura superficial del mar en la actualidad (abril 2024) se registraron principalmente en una amplia zona del Atlántico tropical y subtropical, incluyendo la mayor parte del mar Caribe, en el mar Mediterráneo y en el Pacífico occidental (Figura 3). Es decir, estos últimos aumentos de la temperatura del mar no solo han sido prolongados en el tiempo, sino también muy amplios espacialmente. Es el océano global como un todo que se está calentando. Según la Perspectiva Anual Global de Temperatura de los Centros Nacionales de Información Ambiental de la NOAA, hay un 61 % de posibilidades de que 2024 se clasifique como el año más cálido jamás registrado y un 100 % de posibilidades de que se ubique entre los cinco primeros.



Datos de ECMWF ERA5 (reanálisis), gráfico generado a través de www.climateanalyzer.org, por Alexis Bellorin (CENIPA)

Figura 2. Evolución de la temperatura superficial atmosférica global (90°S-90°N, 0-360°E), de acuerdo con los datos de reanálisis de ERA5 (Copernicus C3S), para cuadrículas 0,25 ° de extensión.



Datos: ECMWF ERA5. Créditos: Copernicus Climate Change Service/ECMWF. Preparado por A. Bellorin (CENIPA)

Figura 3. Anomalías y extremos en los percentiles de la temperatura superficial del mar para abril 2024. Las áreas cubiertas por hielo en abril 2024 aparecen en gris. Las anomalías extremas se calculan con relación al promedio histórico de 1979 a 2024, en tanto que las otras anomalías se calculan tomando como referencia el promedio de 1991 a 2020.

¿Qué está causando este calentamiento?

La magnitud del calentamiento que ocurrió en el año 2023 y lo que va del 2024 ha sido realmente inesperada. Hay una serie de factores que determinan el contenido de calor del océano y la temperatura superficial del mar que podrían explicar este fenómeno.

A largo plazo, la principal razón del aumento progresivo y sostenido de la temperatura, tanto del mar como de la atmosfera inferior, es el aumento de la concentración de dióxido de carbono (CO_2) a partir de la era industrial, así como de las emisiones de otros gases de efecto invernadero, debido a la actividad humana. Todos estos gases aumentan la cantidad de radiación de onda larga que queda atrapada en la superficie del planeta y en las capas inferiores de la atmósfera, provocando un exceso de calor que es capturado en aproximadamente un 90 % por el océano global, aumentando su contenido total de calor, principalmente en sus primeros 700 metros de profundidad. El contenido de calor del océano es una medida muy importante, porque determina en gran medida el derretimiento del hielo polar y los glaciares, las variaciones en la altura del nivel del mar, las transferencias de energía océanos-atmósfera y, en última instancia, la capacidad potencial para la formación de tormentas, huracanes, sequías, etc.

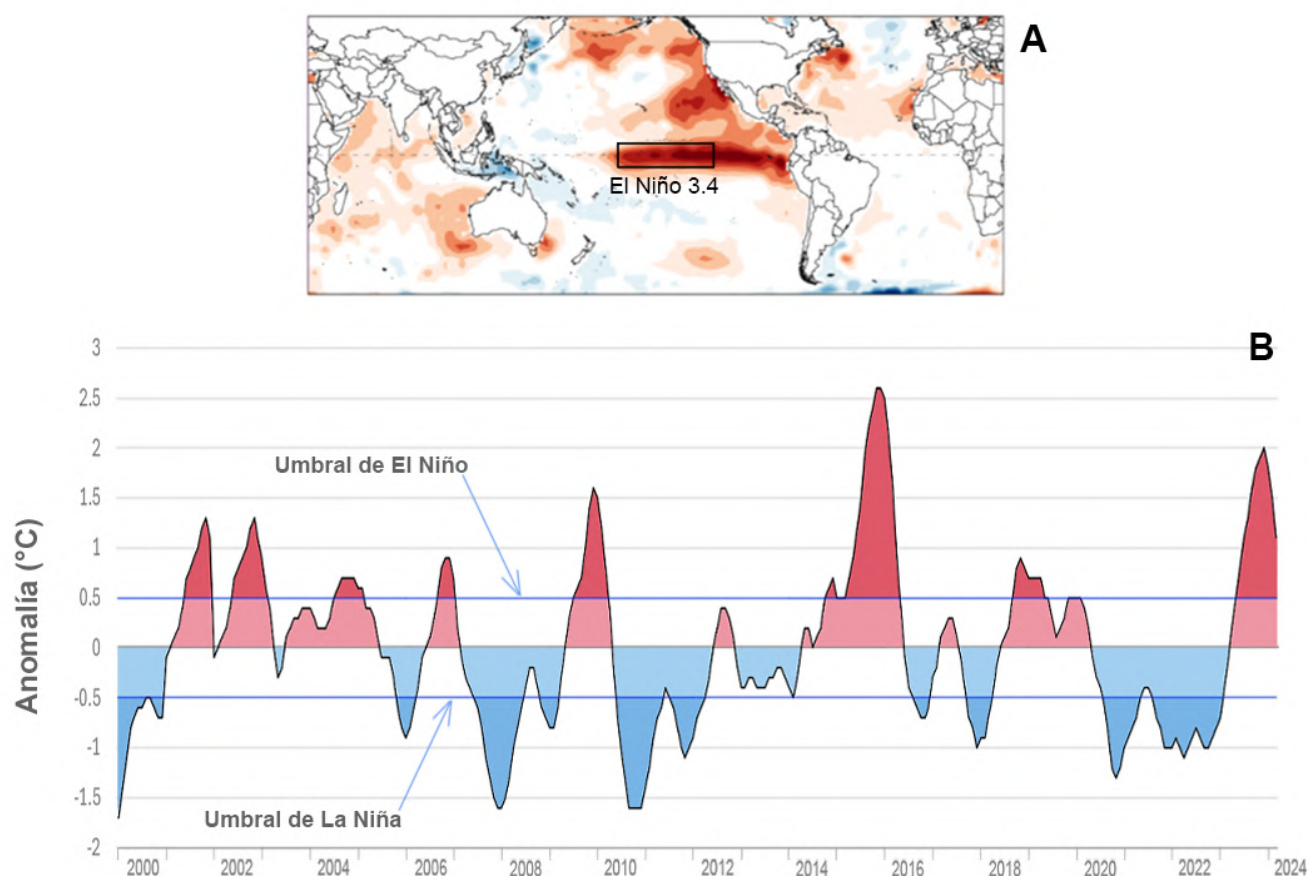
Además de este calentamiento sostenido a lo largo de décadas derivado del efecto invernadero, cada cierto número de años ocurren oscilaciones climáticas, que pueden aumentar o disminuir la temperatura global en torno a unos $0,2\text{ }^{\circ}\text{C}$. Estas variaciones se deben principalmente a los fenómenos de El Niño y La Niña, que redistribuyen el calor entre la atmósfera y los océanos principalmente en la extensa área geográfica del océano Pacífico oriental, pero que también tienen repercusiones climáticas en todo el planeta y son responsables, en parte, de los períodos de máximas temperaturas del mar como los observados en 2023 y 2024.

El fenómeno de El Niño se refiere al calentamiento anómalo que ocurre en ciertos años en la región oriental del océano Pacífico en torno al ecuador. Hay varias formas de calcular en qué períodos en particular ha ocurrido o está ocurriendo el fenómeno de El Niño. La más común implica el cálculo de anomalías de la temperatura superficial del mar en una determinada región crítica, por ejemplo, la región denominada El Niño 3.4 (situada a 5°S - 5°N , 120° - 170°O) (Figura 4A). Para ello, en cada mes se calcula su promedio "estacional" de temperatura superficial del mar en esa zona (incluyendo el mes anterior, el mes en cuestión y el mes posterior), y luego a este promedio se le resta el promedio estacional histórico equivalente (para años recientes se usa como base el rango histórico de 1991 a 2020). Si el resultado de esta diferencia es positivo y con un valor mayor al umbral de $0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$, se considera que estamos en presencia del fenómeno del Niño. Si el resultado es negativo y menor de $-0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$, se considera que estamos en presencia del fenómeno de La Niña (Figura 4B).

Tanto El Niño como La Niña tienen diversos impactos planetarios en el clima y también en la temperatura superficial del mar. Ahora bien, se ha demostrado que normalmente las temperaturas globales tienen un retraso de varios meses con relación al momento en que está ocurriendo el fenómeno de El Niño en el Pacífico tropical. Por ejemplo, El Niño se desarrolló fuertemente en 1997, 2015 y 2023, pero fue en los años siguientes cuando se registraron temperaturas récords (excepto 2023). Otro aspecto muy importante de estos fenómenos, y que también determina en gran medida la severidad de sus efectos, es el

tiempo en que permanece activa la anomalía. Por ejemplo, el último fenómeno de La Niña se mantuvo activo de forma prácticamente ininterrumpida desde 2020 hasta 2022, seguido casi inmediatamente después por un fenómeno de El Niño durante la mayor parte del año 2023.

Otro factor que puede haber contribuido al calentamiento récord que se observa en el océano global es la variación de la actividad solar, que tiene un ciclo aproximado de 11 años, y que ha tenido máxima actividad recientemente.



Datos: NOAA National Centers of Environmental Information, gráficos realizados por A. Bellorin (CENIPA)

Figura 4. Índice Oceánico de El Niño desde el año 2000 hasta la actualidad, según la definición basada en anomalías en la temperatura superficial en la región conocida como El Niño 3.4 (NOAA, National Centers of Environmental Information).

Temperatura superficial del mar en el Caribe

En el mar Caribe, como un todo, también ha ocurrido de manera sostenida un aumento de la temperatura superficial del mar desde hace varias décadas (Figura 5). Esta es una zona crítica del planeta, porque además de ser el asiento de millones de personas que viven en

o cerca de la franja costera y de albergar importantes arrecifes de coral y zonas de manglar, si las temperaturas son cada vez más altas en las aguas del Caribe, es de esperarse que las tormentas tropicales y huracanes recurrentes que pasan por la región sean cada vez más fuertes y extensos.

Como puede verse en la Figura 5, entre 1860 hasta aproximadamente 1905, la temperatura superficial del mar en el Caribe mantuvo una tendencia decreciente. Sin embargo, a partir de este año, la tendencia a largo plazo ha sido hacia el calentamiento. Así mismo, también puede observarse que existe una asociación entre la variación de la temperatura superficial en el Caribe con los cambios en el índice de la Oscilación Multidecadal del Atlántico (O.M.A.). Esta oscilación es una variación de baja frecuencia que ocurre de forma natural en el océano Atlántico, con un período estimado de 60 a 80 años, y que está relacionada con la circulación superficial de aguas cálidas y saladas hacia el norte y el retorno de aguas profundas frías y menos saladas hacia las regiones ecuatoriales (circulación termohalina), y que también es afectada por los cambios de fase de la circulación atmosférica a gran escala en el Atlántico Norte (Oscilación del Atlántico Norte). Desde 1997 aproximadamente, la O.M.A. ha entrado en una fase cálida.

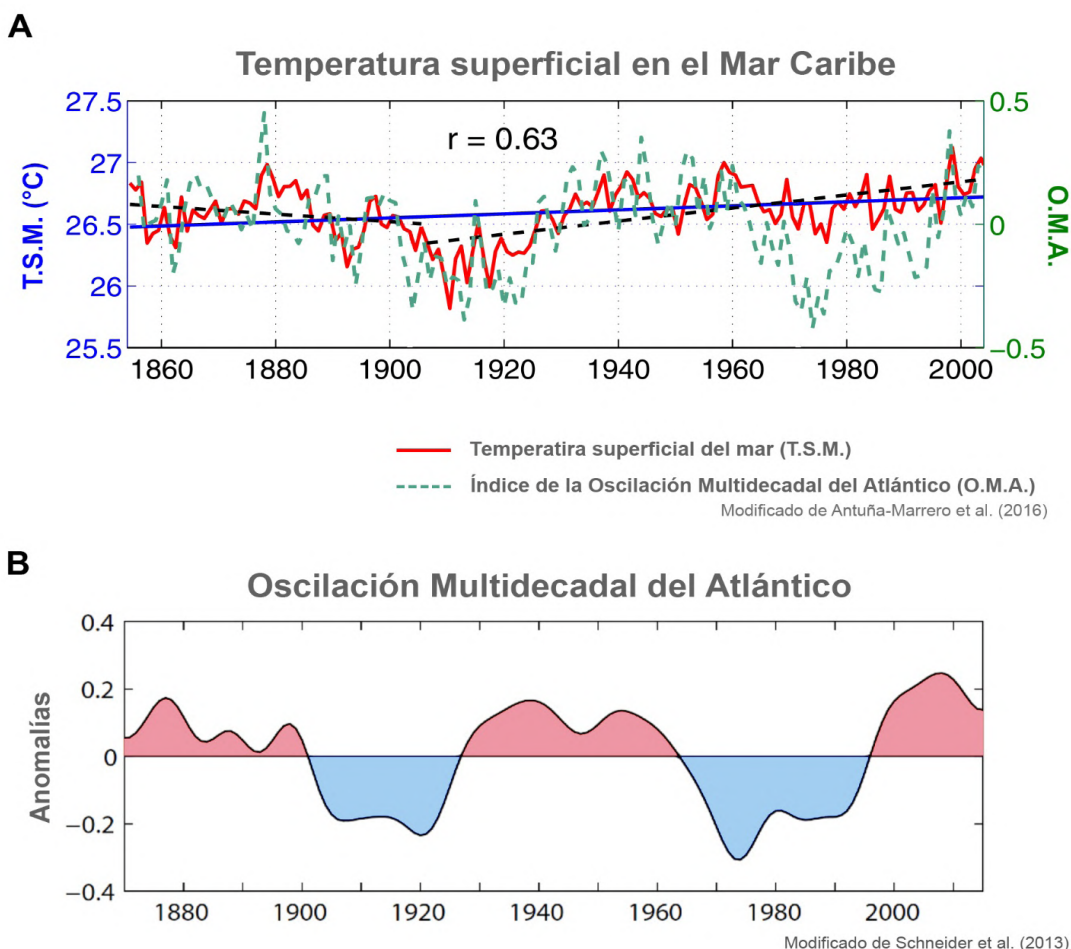


Figura 5. Temperatura superficial del mar en el Caribe. A. Serie temporal de la temperatura superficial del mar y del Índice de Oscilación Multidecadal del Atlántico de 1854 a 2013. Datos de T.S.M. de Extended Reconstructed Sea Surface Temperature (ERSST), Version 3b de la NOAA, y de HadISST1, Met Office, UK. Tomado y modificado de Antuña-Marrero et al. (2016). B. Serie temporal del Índice de Oscilación Multidecadal del Atlántico, basado en anomalías promedios de la T.S.M. en la cuenca del Atlántico Norte, 0-80° N.

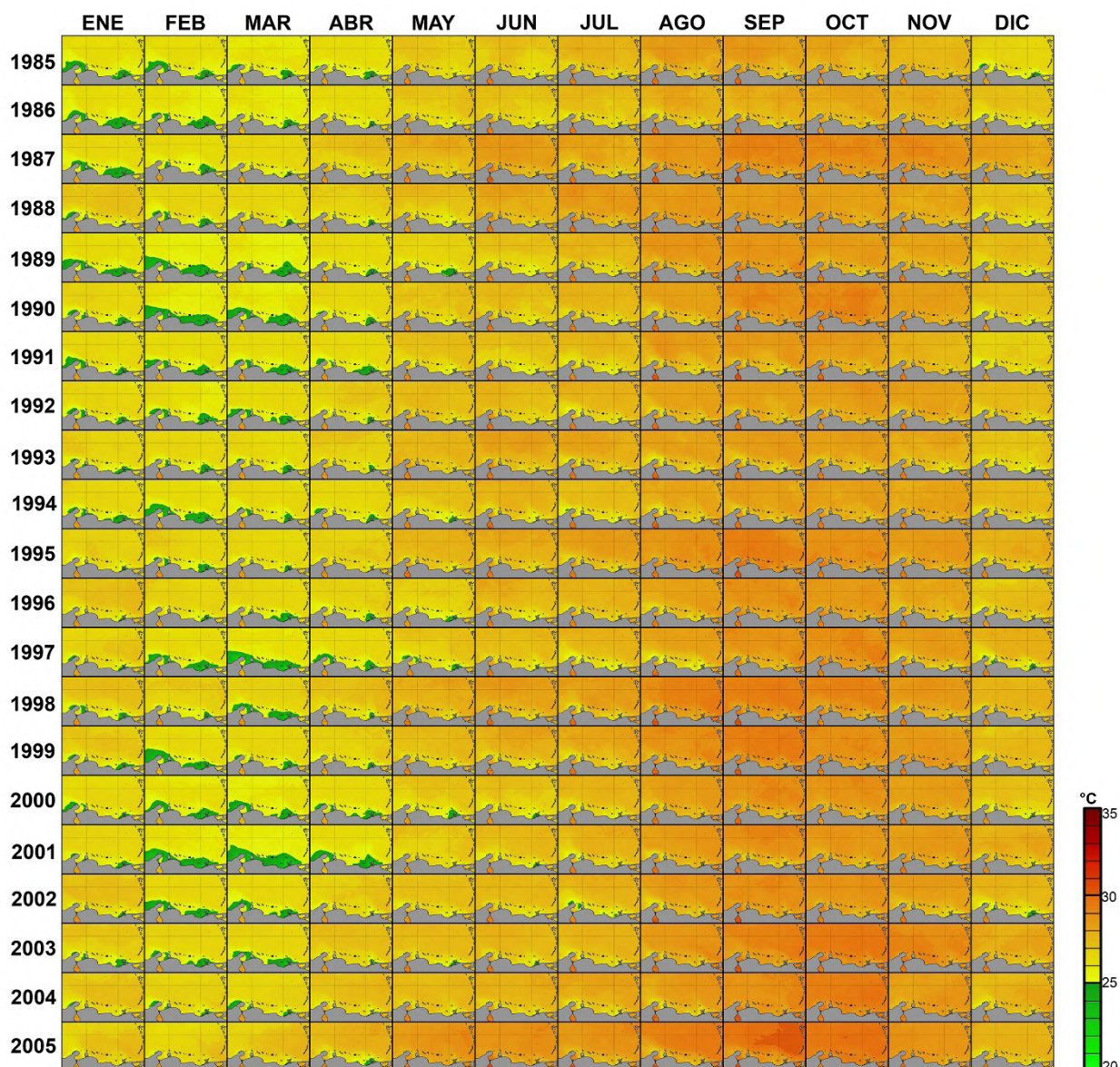
Temperatura superficial del mar en Venezuela

Para el mar territorial caribeño de Venezuela en el Centro Nacional de Investigación de Pesca y Acuicultura (CENIPA) hemos iniciado, a manera de exploración, la construcción de series temporales basadas en imágenes satelitales compuestas, para tener una visión general de cómo ha sido la evolución de la temperatura superficial del mar en el país.

En las Figura 6 y 7, se muestra la variación de la temperatura superficial en esta región desde 1985 hasta la actualidad. Como puede verse, existe una marcada estacionalidad en los valores, dependiendo del mes, en particular en los estados Falcón, Nueva Esparta y Sucre, que son los principales focos de surgencias en Venezuela. El enfriamiento se inicia a partir de diciembre de cada año y alcanza su mayor magnitud durante los primeros meses del año siguiente, normalmente de enero a mayo, con caídas de la temperatura superficial del mar normalmente por debajo de los 25 °C. Entre junio y julio (excepcionalmente agosto), ocurre un segundo pico de surgencias menos intensas y de menor duración. Luego, durante los meses de septiembre, octubre y noviembre no se produce un enfriamiento significativo del agua superficial en la zona, y los mayores valores de temperatura normalmente se registran entre septiembre y octubre.

La explicación de este patrón de variación estacional de la temperatura superficial del mar en Venezuela, tiene que ver con la velocidad y constancia de los vientos alisios del noreste y del este, los cuales prácticamente determinan toda la climatología en la región. Durante los primeros meses del año, los vientos alisios con dirección noreste y este son más veloces y más constantes en su duración a lo largo del día, produciendo el desplazamiento de la capa superficial de la columna de agua en la región costera. Estas aguas son sustituidas por masas de aguas más profundas, que poseen menores temperaturas y también mayores concentraciones de nutrientes (Figura 8). Ese ascenso de aguas genera la fertilización de las aguas costeras, con el subsecuente aumento del fitoplancton y, por lo tanto, de la productividad biológica y pesquera. Mientras mayor sea la velocidad de los vientos, mayor magnitud será del arrastre de la capa superficial y de mayor profundidad (y menor temperatura) serán las aguas que afloren. Es decir, existe una marcada relación entre la velocidad del viento y el enfriamiento de la capa superficial a través de las surgencias costeras. La dirección de los vientos también es importante. Únicamente vientos del noreste y este originan surgencias. Si los vientos tienen un componente de dirección norte o sureste muy pronunciado, la magnitud de las surgencias también decrece significativamente.

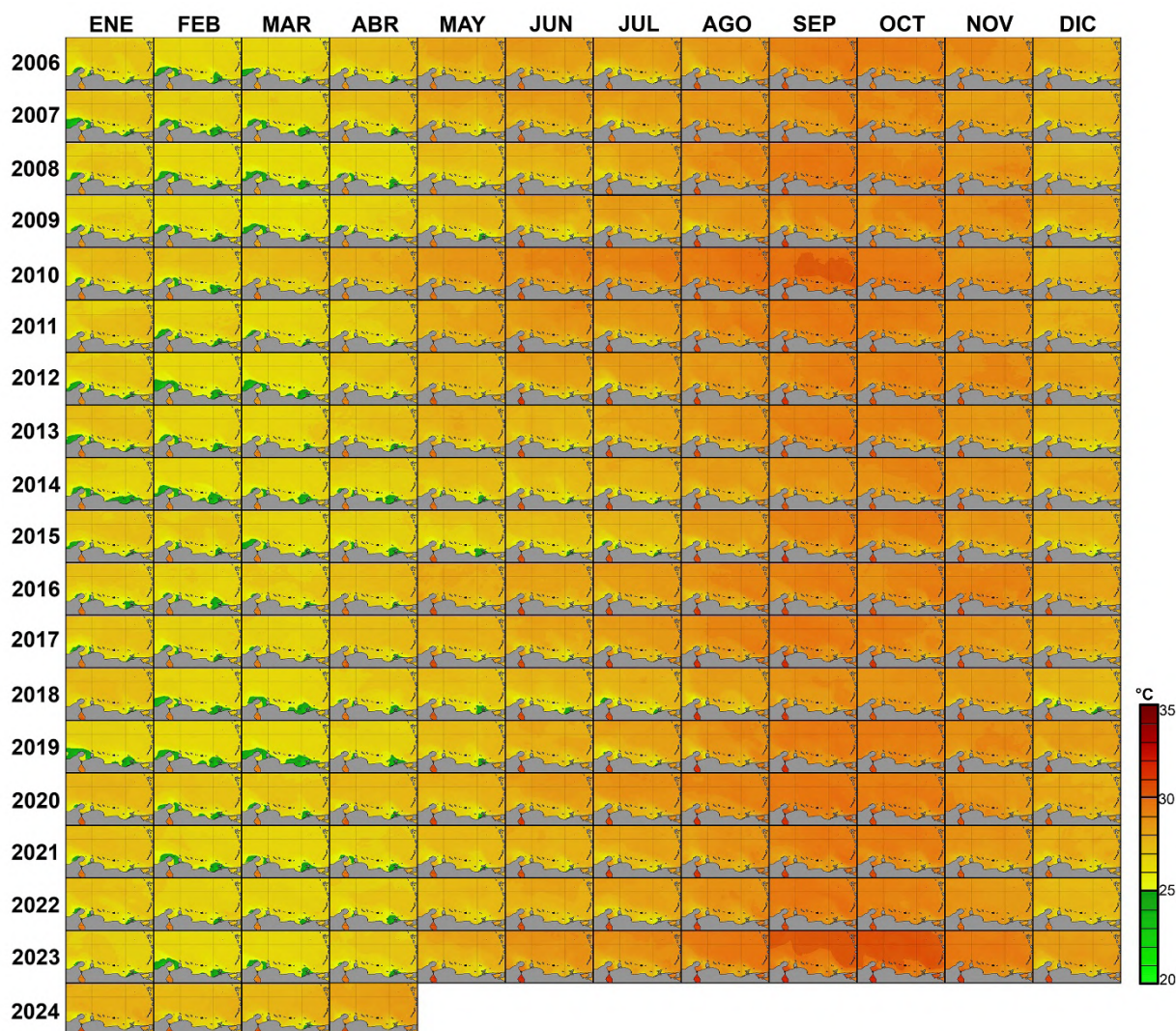
Entre los meses de junio a octubre, los vientos superficiales en Venezuela son de menor velocidad, menor duración y con ráfagas que presentan diversas direcciones (norte, noreste, noroeste, este, sureste, sur y raramente suroeste u oeste). Durante esta temporada, la frecuencia, intensidad y duración de las surgencias disminuyen significativamente, aunque se producen pulsos de surgencias de menor intensidad principalmente entre junio y agosto, en lo que se conoce como "segundo pico de surgencias". En esta estación climatológica del año, denominada temporada de relajación de los vientos alisios, es cuando la temperatura superficial del mar alcanza sus mayores valores en las costas venezolanas.



Datos NOAA Coral Reef Watch SST monthly means, montaje Alexis Bellorín (CENIPA)

Figura 6. Variación anual e interanual de las medias mensuales de la temperatura superficial del mar en el mar territorial de Venezuela de enero 1985 hasta diciembre 2005. Lecturas para cada 5 km².

Las Figuras 6 y 7 también muestran que la amplitud geográfica alcanzada por las aguas superficiales con temperaturas promedios menores a los 25 °C también varía considerablemente a lo largo de los años (variación interanual). Durante algunos años, por ejemplo, 1989-1990, 2001, 2019, estas aguas más frías abarcaron amplias zonas costeras del país. Mientras que, durante otros años, en particular en el año 2005 y en este año 2024, la extensión geográfica de las aguas con temperaturas medias por debajo de 25 °C, fue mínima. Este comportamiento está relacionado con las variaciones interanuales en la intensidad de las surgencias, las cuales, a su vez, son el resultado de variaciones interanuales en la velocidad y dirección de los vientos. Este es un tema que también se está investigando en el CENIPA.



Datos NOAA Coral Reef Watch SST monthly means, montaje Alexis Bellorín (CENIPA)

Figura 7. Variación anual e interanual de las medias mensuales de la temperatura superficial del mar en el mar territorial de Venezuela de enero 2006 hasta abril 2024. Lecturas para cada 5 km².

Por otra parte, para la región nororiental del país, en el CENIPA también hemos iniciado la construcción de series temporales de temperaturas superficial del mar basadas en datos numéricos. Hasta ahora, hemos descargado los datos de temperatura superficial del mar del observatorio Coral Reef Watch (NOAA), comprendidos dentro de las coordenadas 10,25°-11,25°N y 63,00°-64,50°O (Figura 9A), específicamente los valores mínimos, medios y máximos mensuales de cuadrillas de 5 km² de extensión (aprox. 0,04° de extensión a 45°N), en un período ininterrumpido de 39 años (enero 1985 a abril 2024).

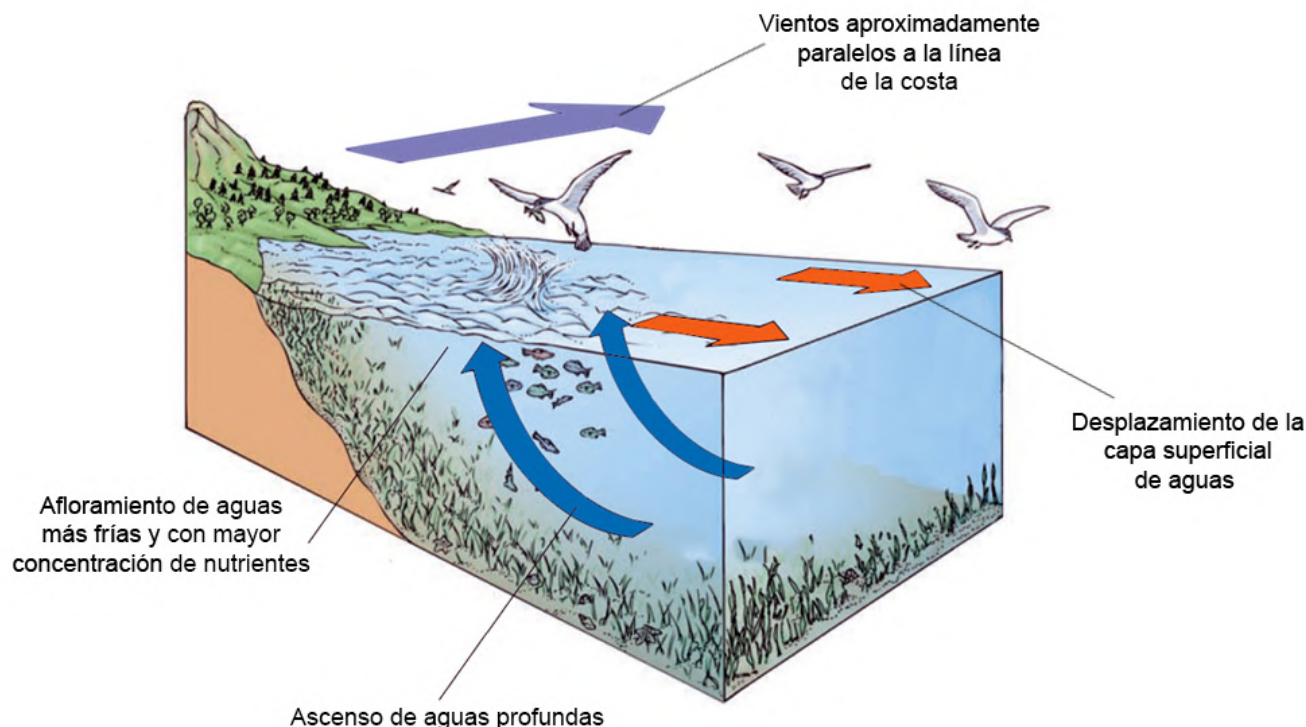


Figura 8. El afloramiento o surgencia de aguas profundas es originado por el desplazamiento de las aguas superficiales hacia afuera de la costa, debido a la acción de vientos que soplan con una orientación más o menos paralela a la línea de costa. Mientras más veloces son estos vientos, de mayor magnitud es el arrastre del agua superficial, y por lo tanto, de mayor profundidad son las aguas que afloran y de mayor amplitud geográfica el enfriamiento superficial producido por la surgencia.

En la Figura 9B se aprecia claramente la marcada estacionalidad o variación intra-anual de la temperatura superficial de esta región, determinada por las surgencias costeras más intensas en los primeros meses del año y luego períodos de relajación máxima entre septiembre y octubre. Así mismo, las medias de temperatura superficial parecieran mostrar una ligera tendencia hacia el calentamiento a lo largo de los años, aunque con marcadas variaciones interanuales. Es posible, que el enfriamiento estacional que producen las surgencias en cierta medida “enmascare” para esta región en específico el calentamiento generalizado que está ocurriendo en el mar Caribe.

Lo cierto es que, durante el año 2023, se alcanzaron los valores máximos históricos de temperatura superficial del mar para esta región (casi 31 °C) y, así mismo, en lo que va de este año 2024, por primera vez en la serie temporal, los valores promedios de temperatura durante la temporada de máximas surgencias no han bajado, al menos, hasta los 25 °C. Es decir, también en los estados Nueva Esparta y la mayor parte de Sucre los años 2023 y 2024 han sido los años de récords históricos de altas temperaturas.

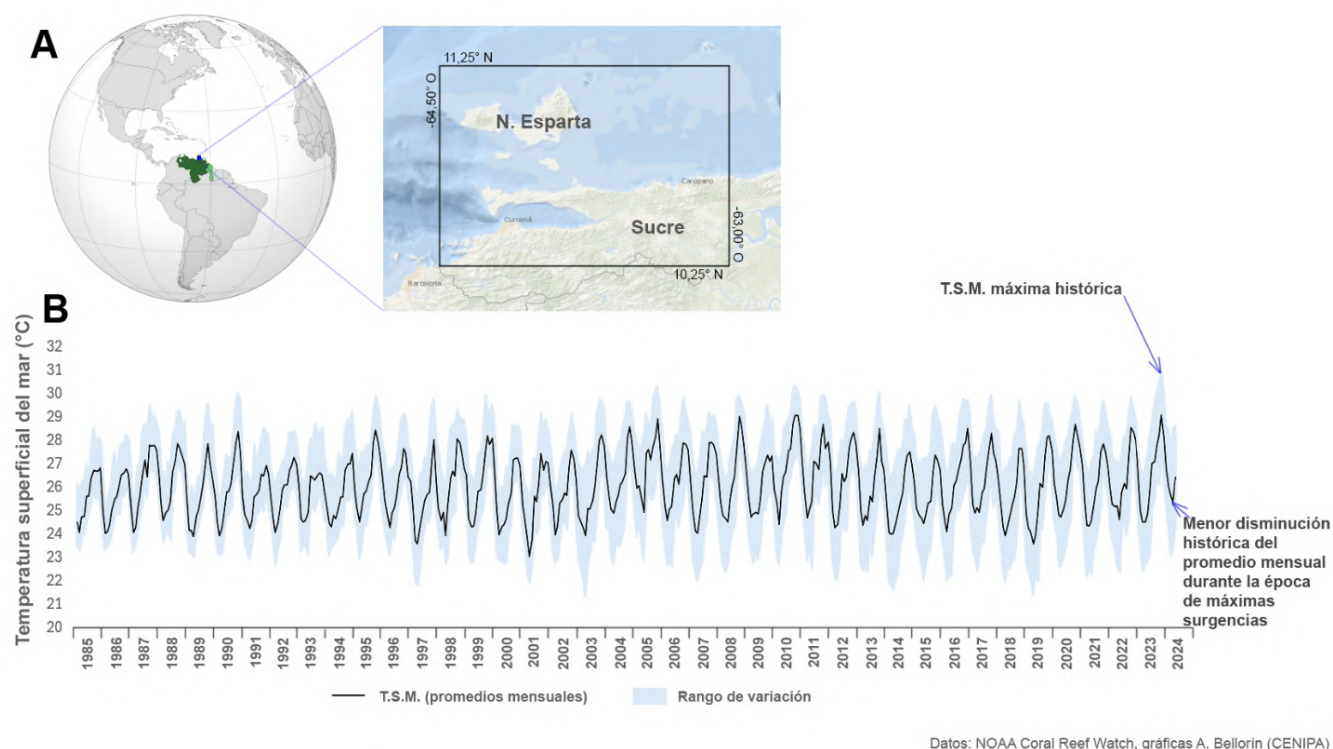
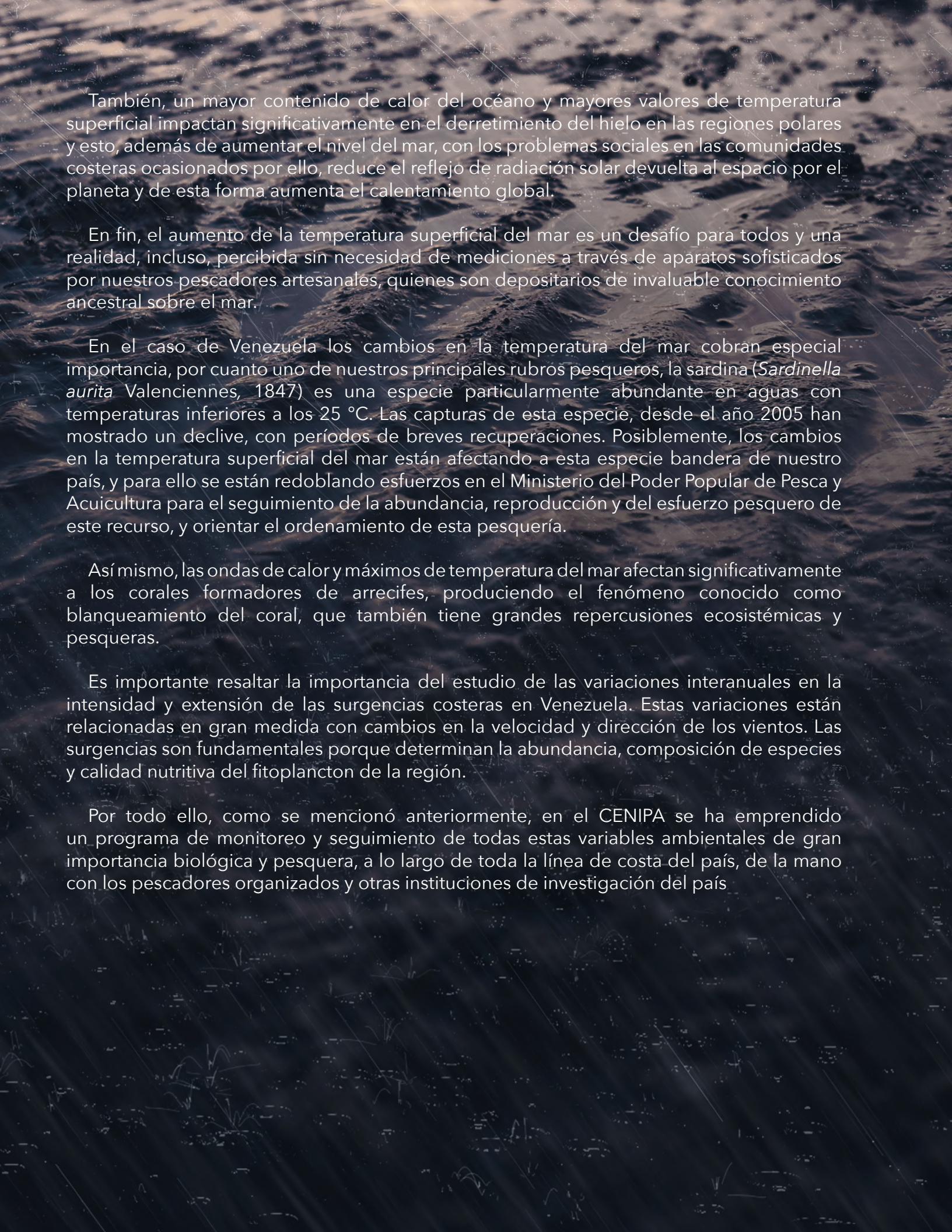


Figura 9. Temperatura superficial del mar en la región nororiental de Venezuela. A: Región geográfica en la cual se tomaron las lecturas de temperatura superficial (valores mínimos, promedios y máximos mensuales) para cuadrículas de 5 km². B: Serie temporal de la temperatura superficial para esa región desde enero de 1985 hasta abril de 2024.

Impactos y desafíos del aumento de la temperatura superficial del mar para el sector pesquero

Los aumentos en la temperatura del mar tienen un impacto considerable en las condiciones climáticas, oceanográficas y en la vida marina. Por una parte, afectan significativamente a la presión atmosférica y a los vientos, y de esta manera también afectan a las corrientes oceánicas y al clima. En nuestro país, por ejemplo, la llegada masiva de especies pelágicas oceánicas del alga parda *Sargassum* durante principios de este año pudo estar relacionada con cambios marcados en la dirección de los vientos que ocurrieron durante los meses de febrero y marzo.

Por otra parte, el aumento en la temperatura del mar también altera la tasa de evaporación, provocando sequías en algunas regiones e inundaciones en otras, así como una mayor probabilidad para la formación de tormentas, huracanes y otros fenómenos meteorológicos extremos.



También, un mayor contenido de calor del océano y mayores valores de temperatura superficial impactan significativamente en el derretimiento del hielo en las regiones polares y esto, además de aumentar el nivel del mar, con los problemas sociales en las comunidades costeras ocasionados por ello, reduce el reflejo de radiación solar devuelta al espacio por el planeta y de esta forma aumenta el calentamiento global.

En fin, el aumento de la temperatura superficial del mar es un desafío para todos y una realidad, incluso, percibida sin necesidad de mediciones a través de aparatos sofisticados por nuestros pescadores artesanales, quienes son depositarios de invaluable conocimiento ancestral sobre el mar.

En el caso de Venezuela los cambios en la temperatura del mar cobran especial importancia, por cuanto uno de nuestros principales rubros pesqueros, la sardina (*Sardinella aurita* Valenciennes, 1847) es una especie particularmente abundante en aguas con temperaturas inferiores a los 25 °C. Las capturas de esta especie, desde el año 2005 han mostrado un declive, con períodos de breves recuperaciones. Posiblemente, los cambios en la temperatura superficial del mar están afectando a esta especie bandera de nuestro país, y para ello se están redoblando esfuerzos en el Ministerio del Poder Popular de Pesca y Acuicultura para el seguimiento de la abundancia, reproducción y del esfuerzo pesquero de este recurso, y orientar el ordenamiento de esta pesquería.

Así mismo, las ondas de calor y máximos de temperatura del mar afectan significativamente a los corales formadores de arrecifes, produciendo el fenómeno conocido como blanqueamiento del coral, que también tiene grandes repercusiones ecosistémicas y pesqueras.

Es importante resaltar la importancia del estudio de las variaciones interanuales en la intensidad y extensión de las surgencias costeras en Venezuela. Estas variaciones están relacionadas en gran medida con cambios en la velocidad y dirección de los vientos. Las surgencias son fundamentales porque determinan la abundancia, composición de especies y calidad nutritiva del fitoplancton de la región.

Por todo ello, como se mencionó anteriormente, en el CENIPA se ha emprendido un programa de monitoreo y seguimiento de todas estas variables ambientales de gran importancia biológica y pesquera, a lo largo de toda la línea de costa del país, de la mano con los pescadores organizados y otras instituciones de investigación del país

Reporte de "turbio": floraciones algales nocivas en la isla de Coche, estado Nueva Esparta

Redacción Cenipa

El 27 de julio del año 2023 fue reportado por pescadores de la isla de Coche un evento de "turbio" en aguas marinas de la zona sur de la isla, junto a un descenso de la pesquería de camarón y especies bentónicas. Dicho suceso coincidió con el onceavo ejercicio de muestreos de fitoplancton, zooplancton e ictioplancton de la Micromisión Sardina, por lo que investigadores del Cenipa observaron el fenómeno y obtuvieron muestras de agua durante el evento para su análisis. Con el apoyo de pescadores de la zona y del investigador del Cenipa José Jesús Lunar, quien también ejerce la noble labor de la pesca en la isla de Coche, se obtuvieron muestras del suceso en tiempo real y en días posteriores.

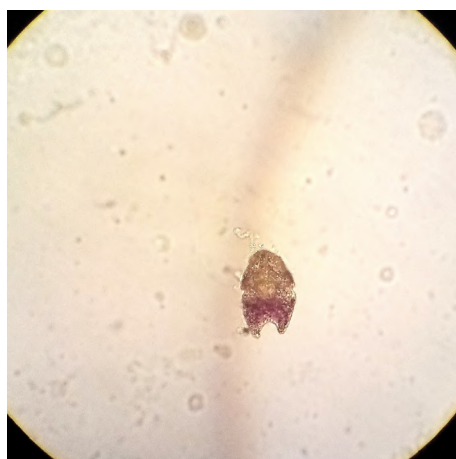
Este fenómeno fue reportado por pescadores de la isla de Coche, quienes acudieron al investigador Lunar para alertar sobre el suceso y describir los efectos que habían notado. Una de las señales más destacadas se vinculó con la pesquería de pulpo: pescadores confirmaron que fue el rubro más capturado pero los ejemplares mostraban un comportamiento atípico e incluso se encontraron pulpos en estado moribundo. Del mismo modo, se reportaron estrellas de mar muertas y en estado de descomposición.

Para obtener más información del suceso, se tomaron y fijaron muestras de agua en cuatro zonas del sur de la isla de Coche, a una distancia de la costa aproximada de 2,5 millas náuticas, desde las poblaciones de Güinima, El Bichar y San Pedro de Coche; en compañía de los pescadores de la zona. El análisis de las muestras se realizó en el estado Sucre, con el apoyo de la profesora Gisela Estrella, del departamento de Biología de la Escuela de Ciencias de la Universidad de Oriente (UDO). Como resultado preliminar, se identificó al dinoflagelado *Akashiwo sanguinea* como organismo responsable del evento de floración algal, con una densidad estimada de 60000 cel/L. Así mismo, se determinaron las siguientes especies acompañantes: *Thalassiosira* sp., *Pseudo-nitzschia seriata* y *Dactyliosolen fragilissimus* en orden de abundancia relativa. De acuerdo con la profesora Estrella, *Akashiwo sanguinea* ha sido registrada en diversas ocasiones como especie formadora de floraciones algales, pero no ha estado asociada a eventos de toxicidad.

Cabe destacar que un evento similar ocurrió el 17 de agosto del año 2022, que se caracterizó por el cambio de color del agua superficial a un tono blanquecino, olor a agua descompuesta y muerte de especies

bentónicas, que se encontraban flotando en la superficie en estado de descomposición. Tras este fenómeno, los pescadores han manifestado que hubo una reducción de diferentes capturas pesqueras que duró aproximadamente seis meses. En esa oportunidad, durante el evento, los pescadores realizaron pruebas de calado con artes de pesca camaroneras en diferentes puntos de captura, y reportan que no hubo capturas de ninguna especie.

De acuerdo con los pescadores de la zona, estos fenómenos registrados en los dos últimos años no son comunes, y ha causado preocupación debido a los efectos sobre las pesquerías de camarón, de organismos bentónicos y otros. Por este motivo, han manifestado encontrarse atentos para informar oportunamente al CENIPA sobre la ocurrencia de estos sucesos y ofrecer la colaboración necesaria para la toma de muestras en tiempo real, así como para acciones futuras de estudios y monitoreo.



Fotografía de dinoflagelado *Akashiwo sanguinea* bajo es microscopio



Toma y fijación de muestras de agua de mar durante el evento de turbio en la isla de Coche.

Primer reporte del camarón tigre

Penaeus monodon (Fabricius, 1798)
en la laguna de Punta de Piedras,
isla de Margarita, estado Nueva
Esparta, Venezuela

Luis González R.⁽¹⁾, José Guaquirian^(2a), Yormaris Hernández^(2b) y Luis Salazar^(2a)

luisdelgonza2311@gmail.com⁽¹⁾, Universidad de Montpellier II, Francia. Centro
Nacional de Investigación de Pesca y Acuicultura - CENIPA, Ministerio del
Poder Popular de Pesca y Acuicultura

Jguaiki@gmail.com^(2a), Luisdaversalazar@gmail.com^(2a) Estación de
Investigaciones de Margarita - EDIMAR - FLASA. yormarysfernandez22@
gmail.com^(2b) Escuela de Ciencias Aplicadas al Mar (ECAM) UDO.

INTRODUCCIÓN

La presencia de especies invasoras es un tema que sigue adquiriendo gran importancia debido al efecto en el medio ambiente que pueden generar y, en algunos casos, por su utilización en la acuicultura.

Los organismos comúnmente denominados camarones están representados por 2.000 especies del suborden Natantia, los cuales pueden ser carnívoros, detritívoros, herbívoros u omnívoros. Estos crustáceos habitan en aguas estearinas o marinas, lagos, ríos y algunos han sido empleados en la acuicultura mundial (FAO, 2018).

La información científica histórica sobre *Penaeus monodon* en el Atlántico americano señala que fue trasladado a Brasil y EUA en 1987-1988 con fines de cultivo, donde además se reportaron fugas de esta especie. Desde 1987 al 2016 se han detectado adultos silvestres de *P. monodon* en Brasil, Colombia, Costa Rica, Cuba, EUA, Guatemala, México y Venezuela, lo que sugiere el establecimiento de esta especie en las aguas del Atlántico americano. La evidencia también señala que *P. monodon* es un importante competidor de espacio y alimento de especies locales de camarón, posible depredador de otros crustáceos y reservorio/vehículo de diferentes agentes patógenos (virus, bacterias y parásitos).

Diversos autores reportan que el ingreso de *P. monodon* hacia aguas del Atlántico americano puede deberse a motivos tales como: i) transporte accidental de organismos en el agua de lastre de los barcos provenientes de Asia, ii) fugas en cultivos experimentales y/o comerciales desarrollados en diversos países de esta zona, o iii) migración natural de esta

especie. Una vez establecida la población de camarón, ésta se reproduce y las corrientes y mareas naturales aumentan la dispersión de las larvas (Fuller *et al.* 2014, Aguirre-Pabón *et al.* 2015).

En el continente americano, se cuenta con reportes de cultivos experimentales y comerciales en Cuba, EUA y Venezuela a mediados de los años 80 (Rodríguez & Suárez 2001, Coto 2005, Giménez *et al.* 2013),

En Venezuela, la introducción de especies foráneas con fines de cultivo y experimentación fue autorizada a finales del año 1989 mediante providencia administrativa (MAC-MARNR 1989).

En el caso de Venezuela, no se conoce registro que indicara alguna importación de *P. monodon* para los fines mencionados. Sin embargo, hay varios reportes de la presencia del camarón tigre *Penaeus monodon* (Fabricius, 1798) en medios silvestres, particularmente en la costa del delta del río Orinoco y el golfo de Paria. Douglas, E. Altuve, Luís A. Marcano, José J. Alió y Juan P. Blanco-Rambla (2008) reportan *Penaeus monodon* en Venezuela. Aguado y Sayegh (2007) indican la presencia de este camarón asiático en muestreos asociados a evaluaciones de grupos parasitarios en camarones cultivados y silvestres en la laguna de Unare y la costa Unare-Barcelona, estado Anzoátegui, Venezuela, en el año 2006. Por su parte, Mora L., *et al.* (2020) hacen el reporte de *P. monodon* (Fabricius, 1798) en el sistema del Lago de Maracaibo, Venezuela.

El presente trabajo tiene por objeto reportar por primera vez la presencia de *Penaeus monodon* (Fabricius, 1798), en la Laguna de Punta de Piedras, Isla de Margarita, Venezuela.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los ejemplares fueron capturados el 10 de abril y 22 de mayo del 2023. El primero fue un ejemplar hembra y el otro macho, respectivamente. El ejemplar hembra se captura en horario diurno (10 am) a una profundidad de 40 cm, utilizando un chinchorro playero, de 33 m de longitud total, 2.55 m de alto y una abertura de malla de 3.5 cm,, sobre un fondo fangoso en la zona denominada "Los Caracolitos", cuya coordenadas fueron N10° 53 58" - W64° 06 21, la cual es dependiente del cuerpo central de la laguna principal de Punta de Piedras (Fig. 1). Posteriormente el macho es capturado en hora diurna (2:15 pm), a orillas de una playa con conexión directa al mar, ubicada en la misma localidad de Punta de Piedras, siendo su posición geográfica 10°.54. 32"N - 64°05.43"W (Fig. 1). El arte de pesca se colocó a una profundidad de 0.50 cm, por el pescador Ely Rafael Narváez, con un tren playero de 3 m de longitud total, una altura de 1.5 m, y una abertura de malla de 1 cm, sobre fondo arenoso. Este tipo de chinchorro playero, denominado "Jala para tierra", fue manipulado de manera manual hasta la orilla por el colector.

Los ejemplares fueron transportados hasta el laboratorio de Biología Pesquera de la Estación de Investigaciones Marinas de Margarita (EDIMAR), Fundación la Salle de Ciencias Naturales. La identificación de los ejemplares se realizó según Pérez-Farfante y Kensley (1977) y Holthuis (1949, 1980), realizando las mediciones del tamaño y peso de cada ejemplar. Posteriormente, fueron preservados en etanol al 75 % y depositados en el mismo laboratorio.

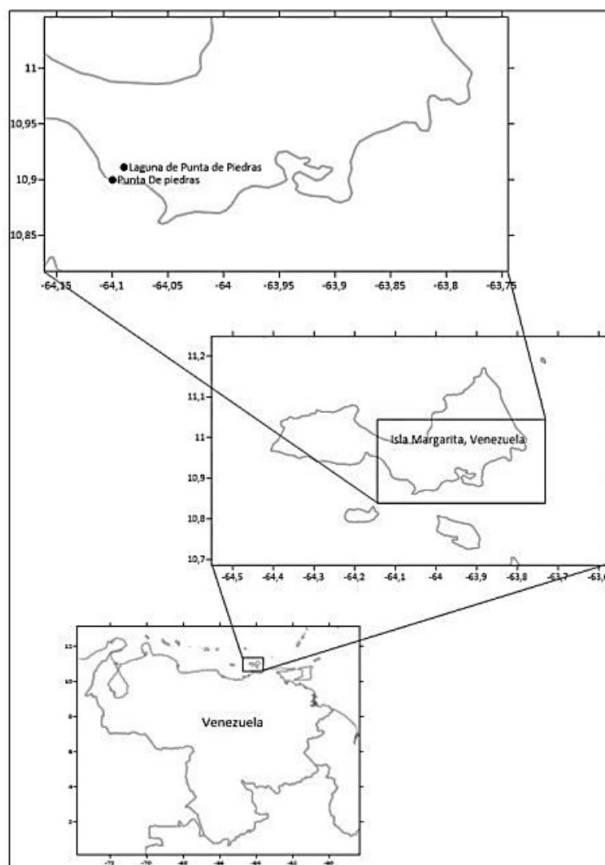


Figura 1. Ubicación de las zonas de captura de los ejemplares de camarón tigre (*Penaeus monodon*), en la laguna de Punta de Piedras, isla de Margarita, Venezuela.

RESULTADOS

Los ejemplares fueron identificados mediante los estudios de los caracteres morfológicos externos sugeridos por Pérez-Farfante y Kensley (1977) para la separación de familias y géneros de camarones peneidos y sergestoideos del mundo. Las características fueron verificadas según los autores, los cuales sugieren que deben poseer el integumento glabro, tener rostro largo, excediendo la longitud media del segundo segmento antenular con 2-4 dientes ventrales; caparazón con espinas antenal y hepática pronunciadas, sin las espinas orbital y pterigostómica; surco cervical débilmente marcado; carina postrostral alcanzando casi hasta el margen posterior del caparazón con espinas antenal y hepática pronunciadas, sin las espinas. Surco y carina adrostrales cortos, extendiéndose hasta el diente epigástrico; carina gastrofrontal ausente; carina gastro-orbital corta, surco orbito-antenal bien marcado, carinas cervical y hepática bien definidas y surco cervical poco profundo; carina branchiocardiaca ausente; y suturas longitudinal y transversa ausentes.

Diagnosis de *P. monodon* (Decapoda: Penaeidae). Rostro bien desarrollado, dentado dorsal y ventralmente. Caparazón sin suturas longitudinales ni transversales. Surcos cervicales, surcos órbitoantenal y carinas antenales siempre presentes, con espinas hepática y antenal pronunciadas. Margen pterigostomial redondeado. Espinas en el basípodo del primer y segundo par de pereopodo; exópodos del primer al cuarto par de pereopodo usualmente presentes. Sin espinas subapicales fijas en

el telson. Surcos y carina adrostrales cortos, no alcanzando posteriormente más allá de la mitad de la longitud del caparazón. Sin carina gastrofrontal. Las hembras tienen télico de tipo cerrado. Los rasgos más distintivos para la identificación de la especie son: quinto par de pereopodos sin exópodo, carina hepática horizontalmente recta y carina gastroorbital ocupando la mitad posterior de la distancia entre la espina hepática y el margen postorbital del caparazón (Kongkeo, 2005).

Información taxonómica

Reino:	Animalia
Phylum:	Arthropoda
Clase:	Malacostraca
Orden:	Decapoda
Familia:	Penaeidae
Género:	<i>Penaeus</i>
Especie:	<i>Penaeus monodon</i> Fabricius, 1796
Nombre común:	Camarón tigre gigante

Caracteres merísticos de los ejemplares reportados

Ejemplar 1 Sexo: Hembra:

Longitud total: (L.T)	24.5 cm
Peso total: (P.T.):	119.6 g
Longitud del rostro: (L.R.)	3.3 cm
Longitud de la cabeza: (L.C.)	10.1 cm
Longitud caparazón: (L.C.)	6.3 cm
Longitud del abdomen: (L.A.)	11.2 cm
Longitud del telson: (L.T.)	3.0 cm



Fotografía de ejemplar hembra de camarón tigre (*Penaeus monodon*)

Ejemplar 2 Sexo: Macho

Longitud total (L.T): 24.5 cm
Peso total (P.T.): 19.6 g
Longitud del rostro (L.R.): 3.3 cm

Longitud de la cabeza: (L.C.): 10.1 cm
Longitud caparazón: (L.C.): 6.3 cm
Longitud del abdomen (L.A.): 11.2 cm
Longitud del telson: (L.T.): 3.0 cm



Fotografía de ejemplar macho de camarón tigre (*Penaeus monodon*)

DISCUSIÓN

El camarón tigre (*Penaeus monodon*) es un crustáceo originario de una muy extensa zona tropical del Pacífico occidental e Indo-Pacífico y, la costa oriental de África. Pueden alcanzar un gran tamaño (hasta 350 mm LT) y habita en fondos arenosos o fangosos, desde aguas someras hasta una profundidad de 110 m. Esta especie ha sido reportada en Venezuela en varias regiones, como la costa del delta del río Orinoco por Altuve *et al.* (2008) quien afirma que, desde el 2004, esta especie se ha establecido en la costa Atlántica y áreas del Caribe. En este sentido, Aguado y Sayegh (1997) comunican sobre la presencia de ejemplares de *P. monodon* en la costa marina del estado Anzoátegui y en la laguna costera de Unare en el año 2006. Así mismo, Álvarez (INIA - Falcón, com. Pers). El último registro de *P. monodon*, fue por Moran L. *et al.* (2020) en el sistema del lago de Maracaibo, Venezuela.

Estos reportes, indican que la especie está distribuida a lo largo de las costas de Venezuela.

Una interrogante importante que surge es ¿cuál fue la forma de entrada de esta especie a las costas venezolanas? Se puede inferir varias causas y bien fundamentadas:

1. Venezuela es un país exportador de productos minerales y, por esta razón, entran y salen tanqueros provenientes de diversos continentes, océanos y mares donde esta especie tiene sus orígenes. Estas enormes embarcaciones descargan sus aguas de lastres y fácilmente pudieron transportar ejemplares larvas o juveniles de *P. monodon*.
2. La acuicultura de *P. monodon* ha sido implementada en países próximos a Venezuela, como Brasil, y posiblemente pudo ocurrir escapes de las granjas, ocasionando su presencias en la zona del Atlántico

sur y zonas fronterizas de Venezuela. En el oriente de Venezuela se han realizado ensayos de cultivo de esta especie y es evidente que cuando se utilizan especies exóticas en cultivos, siempre ocurren fugas al medio natural.

Como se ha descrito, la presencia de la especie *P. monodon*, ha tenido varios vectores de dispersión en Venezuela y actualmente se encuentra, según los reportes mencionados anteriormente, a lo largo de las costas de Venezuela.

REFERENCIAS

Aguado, N. F. y J. Sayegh. (2007). Presencia del camarón tigre, *Penaeus monodon*, en la costa del Estado Anzoátegui, Venezuela. Boletín del Instituto Oceanográfico de Venezuela 46(2): 107-111.

Aguirre-Pablón JC, Orozco Berdugo G & Narváez Barandica J. (2015). Genetic status, source and establishment risk of the giant tiger shrimp (Penaeidae: *Penaeus monodon*), an invasive species in Colombian Caribbean waters. Acta Biológica Colombiana 20: 117-127.

Álvarez, R., B. Austin, A. Álvarez y C. Agurto. (2000). Especies de *Vibrio* y *Aeromonas* aisladas del intestino de camarones marinos sanos silvestres y cultivados en Venezuela. Veterinaria Tropical 25(1): 5-27.

Douglas, E. Altuve, Luís A. Marcano, José J. Alió y Juan P. Blanco-Rambla (2008). Presencia del Camarón tigre *Penaeus monodon* (Fabricius 1798) en las costas del Delta del Río Orinoco y Golfo de paria Venezuela. Memoria de la Fundación La Salle de Ciencias Naturales 2008, 169: 83-91.

Bolaños, J. y G. Hernández. (1999). Presencia de la jaiba invasora *Charybdis helleri* (A. Milne-Edwards, 1867) (Crustacea: Decápoda:

Portunidae) en aguas marinas del nororiente venezolano. Boletín del Instituto Oceanográfico de Venezuela 38: 75-76.

FAO. (1992). Programa de información de especies acuáticas cultivadas: *Penaeus monodon*. Disponible en: <http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Penaeusmonodon/es> (Consultado el 09 de octubre de 2020).

FAO (2018). The State of Fisheries and Aquaculture 2018. Meeting the Sustainable Development Goals. Rome: FAO. Götz, S., García-Gómez, J. M., Terol, J., Williams, T. D., Nagaraj, S. H., Nueda, M. J., et al. (2008). High-throughput functional annotation and data mining with the Blast2GO suite. Nucleic Acids Res. 36, 3420-3435. doi: 10.1093/nar/gkn176.

Fuller PL, Knott DM, Kingsley-Smith PR, Morris JA, Buckel CA, Hunter ME & Hartman LD. (2014). Invasion of Asian tiger shrimp, *Penaeus monodon* Fabricius, 1798, in the western north Atlantic and Gulf of Mexico. Aquatic Invasions 9:59-70.

Holthuis, L. B. (1949). The identity of *Penaeus monodon*. Koninklijke Nederlandsche Akademie Van Wetenschappen 52(9): 1051-1057.

Holthuis, L. B. (1980). Shrimps and prawns of the World. An annotated catalogue of interest to fisheries. FAO Species Catalogue, Roma. 261 pp.

Moran L., Sibira L., Rincon J., y Ortega M.G. (2020). Nuevos registros del Camarón Tigre, *Penaeus monodon* (Fabricius, 1798). (Decapoda: Penaeidae) en el Sistema del Lago de Maracaibo, Venezuela. ECOTRÓPICOS, Diciembre, 2020.

Pérez-Farfante, I. Y B. Kensley. (1997). Penaeoid and Sergestoid Shrimps and Prawns of the world. Keys and diagnoses for the families and genera. Memoriam Muséum National D'Histoire Naturel, Paris, France. 233 pp.

Rodríguez G & Suárez H. (2001). Anthropogenic dispersal of decapod crustaceans in aquatic environments. Interciencia 26:282-288.





En la ictiología (ciencia que estudia los peces), se emplean diferentes registros de medidas de los ejemplares a la hora de hacer su caracterización. Los biólogos pesqueros suelen usar tres medidas: longitud total (LT), longitud estándar (LE) y longitud horquilla (LH). Se destaca en particular la longitud estándar, que se obtiene midiendo la distancia desde la punta del hocico hasta el inicio de la aleta caudal, siendo una de las más empleadas como referencia para expresar las relaciones morfométricas.

Variación espacio temporal del ictioplancton en la costa nororiental de Venezuela

Marcano-Rodríguez María¹; Cedeño, Katiana¹; Márquez- Rojas, Brightdoom²; Marín, Hernán¹; Machado, Elizabeth¹ y Rodríguez, Feliene¹

¹Centro Nacional de Investigación de Pesca y Acuicultura (CENIPA)

² Instituto Oceanográfico de Venezuela – Universidad de Oriente (UDO)

Resumen: Los estudios de ictioplancton son importantes en las evaluaciones biológicas pesqueras. En tal sentido, se planteó describir la abundancia espacial y temporal del ictioplancton en dos localidades estratégicas de reproducción de peces (golfo de Cariaco y Santa Fe), entre septiembre 2022 y febrero 2023. Las muestras se colectaron con una red estándar de plancton (333 μm). Se registraron 195.816 huevos/1000 m^{-3} y 9.713 larvas/1000 m^{-3} . No se encontraron diferencias significativas espacialmente, tanto para huevos como de larvas ($p > 0,05$). En el golfo de Cariaco, se registraron las mayores abundancias ictioplanctónicas: 107.281 huevos/1000 m^{-3} y 4.890 larvas/1000 m^{-3} , a diferencia de Santa Fe (16.928 huevos/1000 m^{-3} y 960 larvas/1000 m^{-3}). La abundancia de huevos y larvas fue mayor en septiembre (80.629 huevos/1000 m^{-3} y 3369 larvas/1000 m^{-3}), encontrándose que la menor abundancia de huevos en diciembre (13.818 huevos/1000 m^{-3}) y de larvas en febrero (190 larvas/1000 m^{-3}). En general, la abundancia ictioplanctónica fue mayor en el periodo de relajación (60.610 huevos/1000 m^{-3} y 1.699 larvas/1000 m^{-3}). Los resultados sugieren que el ictioplancton en las zonas estudiadas responde a condiciones ambientales, en este caso favorecidos por el periodo de calma, siendo aprovechado por los peces adultos para el desove y la sobrevivencia de sus huevos y larvas.

Palabras claves: huevos de peces, larvas de peces, surgencia, Santa Fe, Golfo de Cariaco

INTRODUCCIÓN

El ictioplancton comprende los primeros estadios de vida de los peces ya sean neríticos o bentónicos (Inda-Díaz *et al.*, 2013; Quispe, 2014; Asch *et al.*, 2019; Steven y Vargas, 2021). Por lo tanto, los estudios de huevos, larvas de peces y de los organismos planctónicos con los que se interrelacionan, son de extrema importancia en cualquier tipo de evaluación biológica pesquera (D'Alelio *et al.*, 2016; Peñafiel, 2021; Rondón-Ramos *et al.*, 2023). En el desarrollo de las ciencias marinas, el estudio del ictioplancton ha sido objeto de múltiples estudios oceanográficos y biológicos cuyo objetivo principal es explicar las pesquerías de manera independiente (Fariña, 2012; Johansen *et al.*, 2017; Aronés y Nakazaki, 2019; Gómez y Pérez, 2021). Esto permite realizar diversas evaluaciones, como los cambios en el reclutamiento de poblaciones de peces, permitiendo determinar las áreas y momentos de desove, como uno de los factores más importante en el estudio de la abundancia ictioplanctónica.

La presente investigación tiene por objetivo describir la variación en la densidad ictioplanctónica en el nororiente de Venezuela en dos zonas estratégicas para la reproducción de los peces: el golfo de Cariaco y Santa Fe (Fig. 1); las cuales históricamente han sido una referencia crucial para comprender las áreas de cría y desove de peces de importancia comercial. Se sabe que estas áreas favorecen el crecimiento de juveniles y, además, proveen refugio a muchas especies de peces, alguna de ellas de interés comercial, que posteriormente salen aguas afuera a completar su ciclo de vida e incorporarse al stock pesquero (Narváez, 2010; Fariña, 2012; Gómez y Pérez, 2021). Por lo tanto, es necesario desarrollar estudios para la comprensión de estos importantes eventos en el establecimiento de las comunidades ícticas en estas localidades del nororiente venezolano.

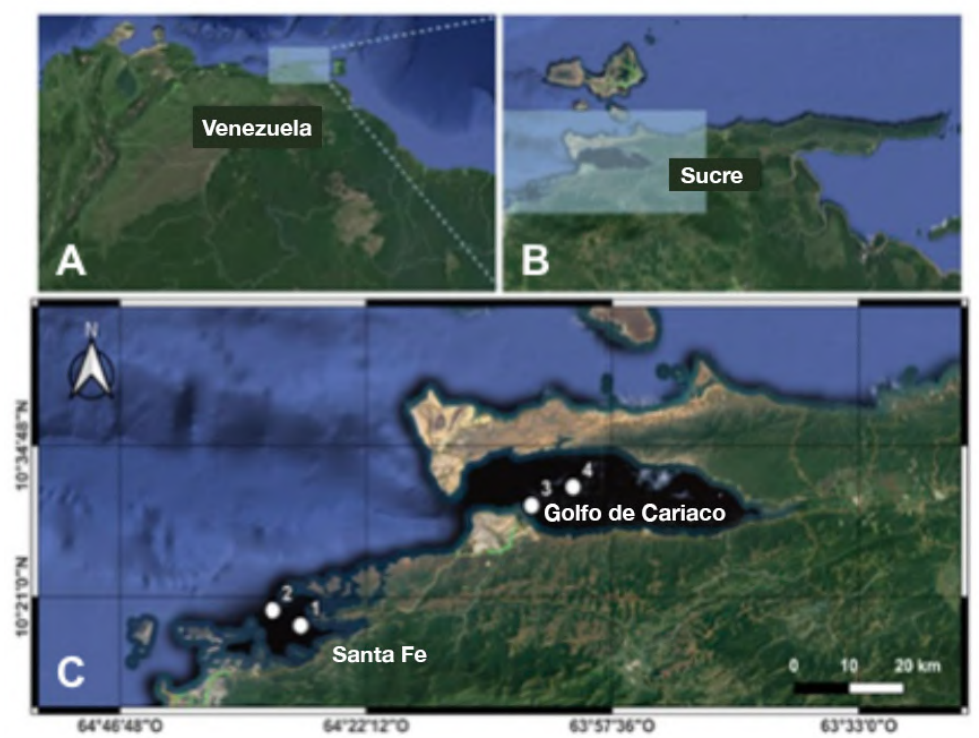


Figura 1. Área de estudio. (A, B) Ubicación geográfica de Venezuela y estado Sucre (C) localización de las estaciones de muestreo en el golfo de Cariaco y Santa Fe.

MATERIALES Y MÉTODOS

Trabajo de Campo

Las muestras biológicas fueron tomadas mensualmente a bordo de una embarcación tipo peñero, abarcando la época de surgencia (septiembre - noviembre 2022) y relajación (diciembre 2022 y febrero 2023), enmarcados dentro de la Micromisión Sardina, coordinada por el Ministerio del Poder Popular de Pesca y Acuicultura, a través del Centro Nacional de Investigación de Pesca y Acuicultura (CENIPA). En cada estación, se recolectaron muestras ictioplanctónicas por medio de arrastres circulares superficiales por 10 min. Para ello, se empleó una red estándar de plancton de 2,5 m de largo, con un poro de malla de 300 μm , sujeta a un aro de 30 cm y acoplada a esta un copo colector de 1 L.

En cada estación, se tomaron medidas de temperatura ($^{\circ}\text{C}$) y salinidad (ppm) mediante una sonda multiparamétrica de calidad de agua (YSI incorporated) modelo 556mps. Para determinar la variabilidad estacional (surgencia y relajación) en la zona de estudio, se utilizó el índice de surgencia (IS), calculado de los datos meteorológicos (velocidad y dirección del viento) suministrados por el proyecto POWER del Centro de Investigación Langley de la NASA (<https://power.larc.nasa.gov/>). Para una mejor representación e interpretación gráfica, los valores del IS fueron multiplicados por 1000.

Abundancia de huevos y larvas

El conteo y la separación de las larvas de peces se realizó con la ayuda de un microscopio estereoscópico MOTIC SMZ-168.

La abundancia total de larvas y huevos de peces se reportó como el número de larvas y huevos en 1000 m^3 de agua (larvas/1000 m^3).

Análisis estadísticos

Una vez comprobado que no se cumplieron los supuestos de normalidad de los datos y homogeneidad de varianzas, se procedió a la aplicación de pruebas no paramétricas. Se utilizó un análisis de varianza basado en permutaciones (PERMANOVA, 9999 permutaciones; Anderson 2001), para determinar si existieron diferencias en las variables biológicas y ambientales entre las localidades (golfo de Cariaco y Santa Fe) y los meses (septiembre 2022 - febrero 2023) en un diseño ortogonal de dos factores fijos. Para someter a prueba la hipótesis nula de que no existen diferencias significativas entre la densidad de huevos y larvas de peces entre los periodos (surgencia y relajación), se utilizó la prueba de MannWhitney (Sheskin, 2004).

RESULTADOS

Temperatura y salinidad

La temperatura superficial del agua en Santa Fe osciló entre 22 - 28,90 $^{\circ}\text{C}$, mientras en el golfo de Cariaco varió entre 23,7 - 29,3 $^{\circ}\text{C}$. De manera general, en ambas localidades, se pudieron observar temperaturas elevadas entre septiembre y noviembre 2022, a partir de diciembre 2022 comenzaron a disminuir las temperaturas, siendo las más bajas en el golfo de Cariaco en febrero 2023. Se hallaron solamente diferencias significativas entre los meses ($F_s = 25,96$; $p \leq 0,05$; Fig. 2).

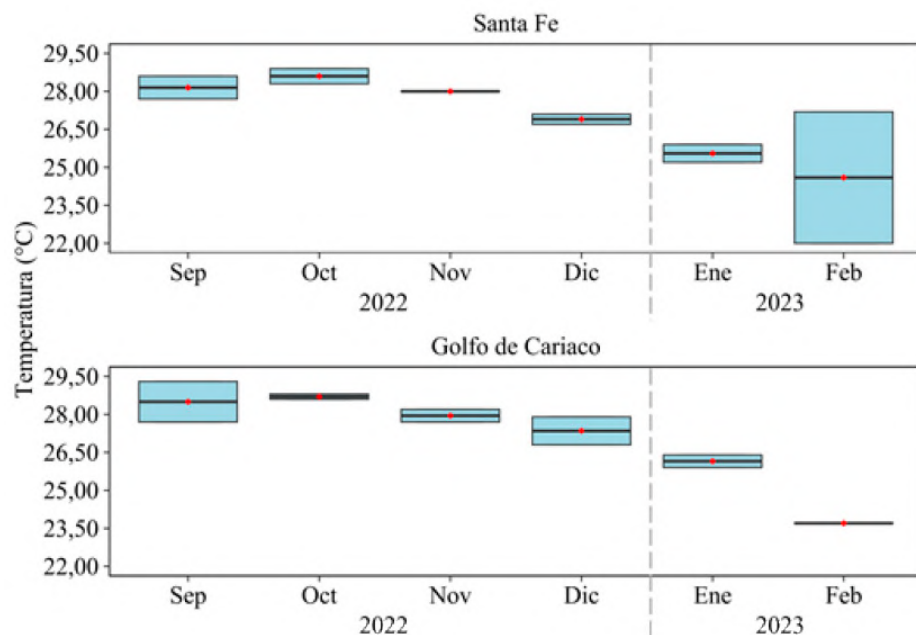


Figura 2. Variación temporal y espacial de la temperatura superficial (°C) del agua en la zona nororiental de Venezuela.

La salinidad superficial del agua en Santa Fe varió entre 33 ppm en septiembre 2022 y 37,2 ppm en enero 2023, mientras en el golfo de Cariaco los valores fueron inferiores (26 ppm) en septiembre 2022, en tanto que las

salinidades más elevadas se registraron en diciembre 2022. La variabilidad de la salinidad ocurrió por el efecto combinado de la localidad por mes ($F=8,20$; $p \leq 0,05$; Fig. 3).

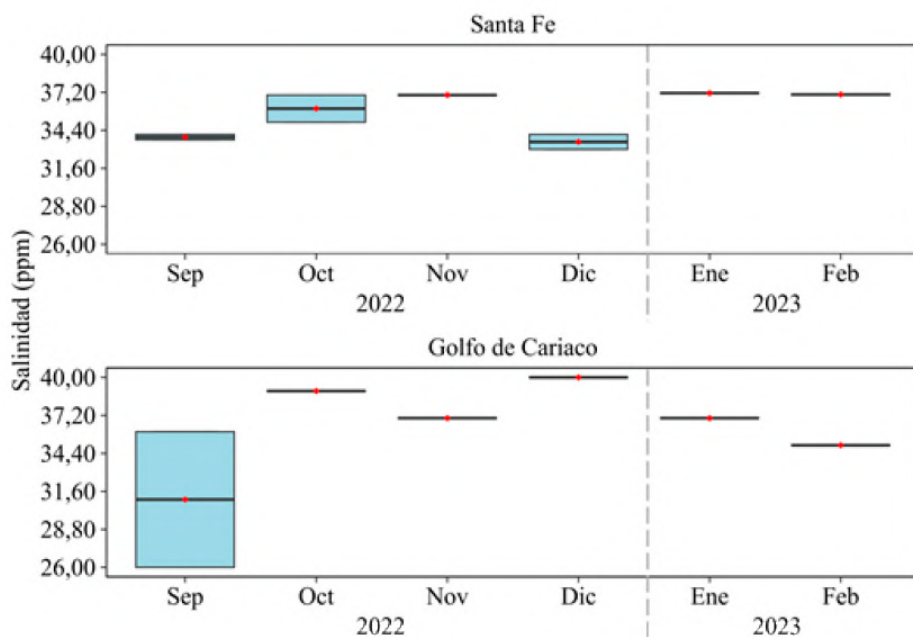


Figura 3. Variación temporal y espacial de la salinidad superficial (ppm) del agua en la zona nororiental de Venezuela.

Índice de surgencia

La surgencia costera es un proceso natural que tiende a generarse en la región nor-oriental venezolana; se aprecia que hubo un aumento progresivo de los vientos desde septiembre hasta noviembre 2022, con oscilaciones entre $-61,03$ a $299,78 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot 1000 \text{ m}$,

en ambas localidades; sin embargo, a partir de diciembre 2022 se mantienen constantes los valores, aunque con ligeras diferencias entre las localidades, con variaciones entre $64,62 - 289,79 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot 1000 \text{ m}$ en Santa Fe y entre $3,62 - 286,49 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot 1000 \text{ m}$ en el golfo de Cariaco (Fig. 4).

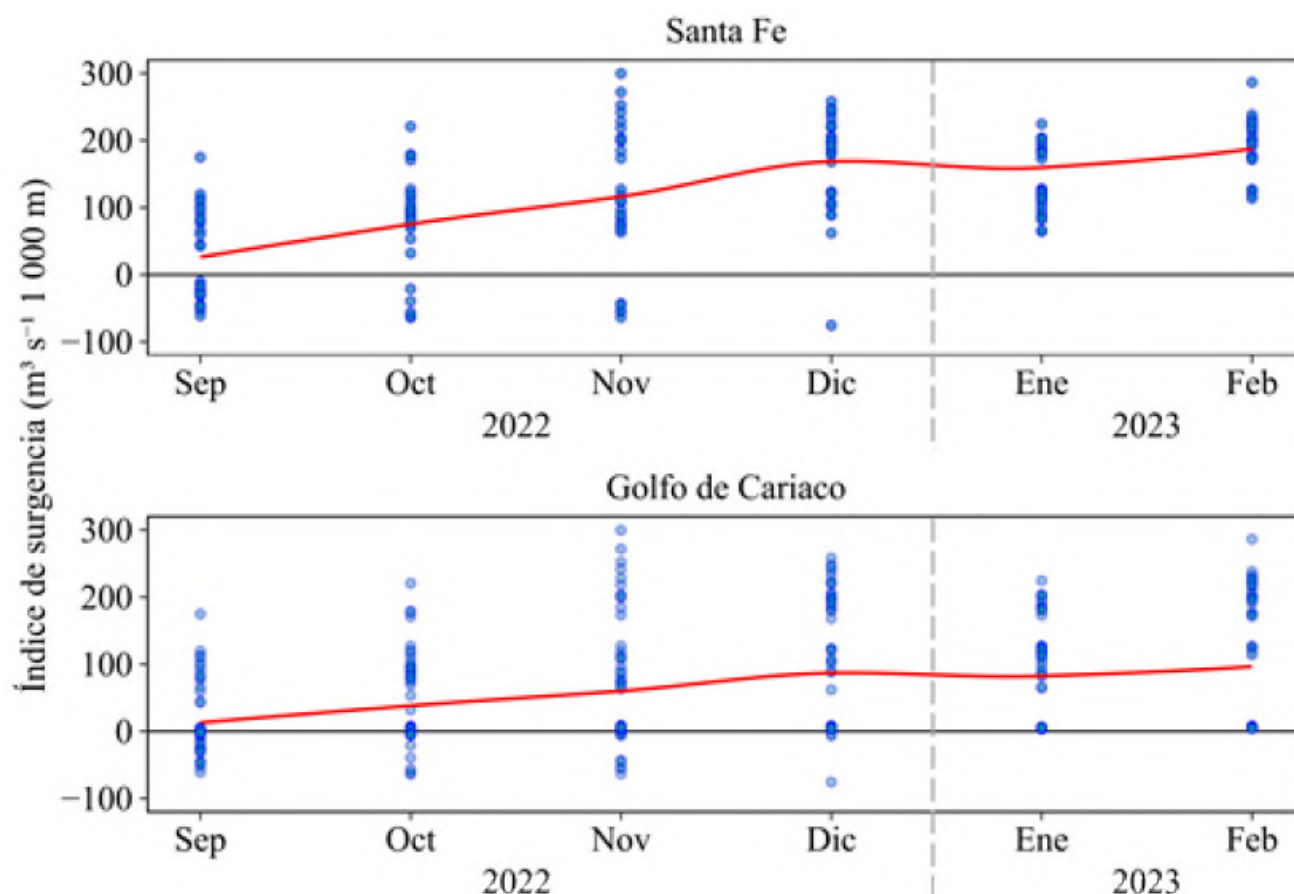


Figura 4. Variación temporal de valores diarios, agrupados mensualmente, del índice de surgencia en las localidades muestreadas durante septiembre 2022 y febrero 2023. La línea roja suavizada representa la tendencia temporal a partir de los valores del modelo LOESS de mejor ajuste.

Abundancia temporal y espacial de huevos y larvas de peces

Se contabilizó un total de 195.816 huevos/1000 m^3 . En la localidad de Santa Fe, se identificaron 42.107 huevos/1000 m^3 , correspondiendo la mayor abundancia a febrero con 8.044 huevos/1000 m^3 y la menor fue reportada en octubre con 35 huevos/1000 m^3 (Fig. 5). En el golfo de Cariaco, se colectaron

153.709 huevos/1000 m^3 , siendo septiembre donde se halló la mayor abundancia de huevos (60.110 huevos/1000 m^3), mientras que la menor se registró en febrero con 190 huevos/1000 m^3 . Se evidenció interacción significativa ($F_s = 2,34$; $p < 0,05$) entre los meses por zona en la abundancia de huevos, confirmando la variabilidad mensual entre las localidades.

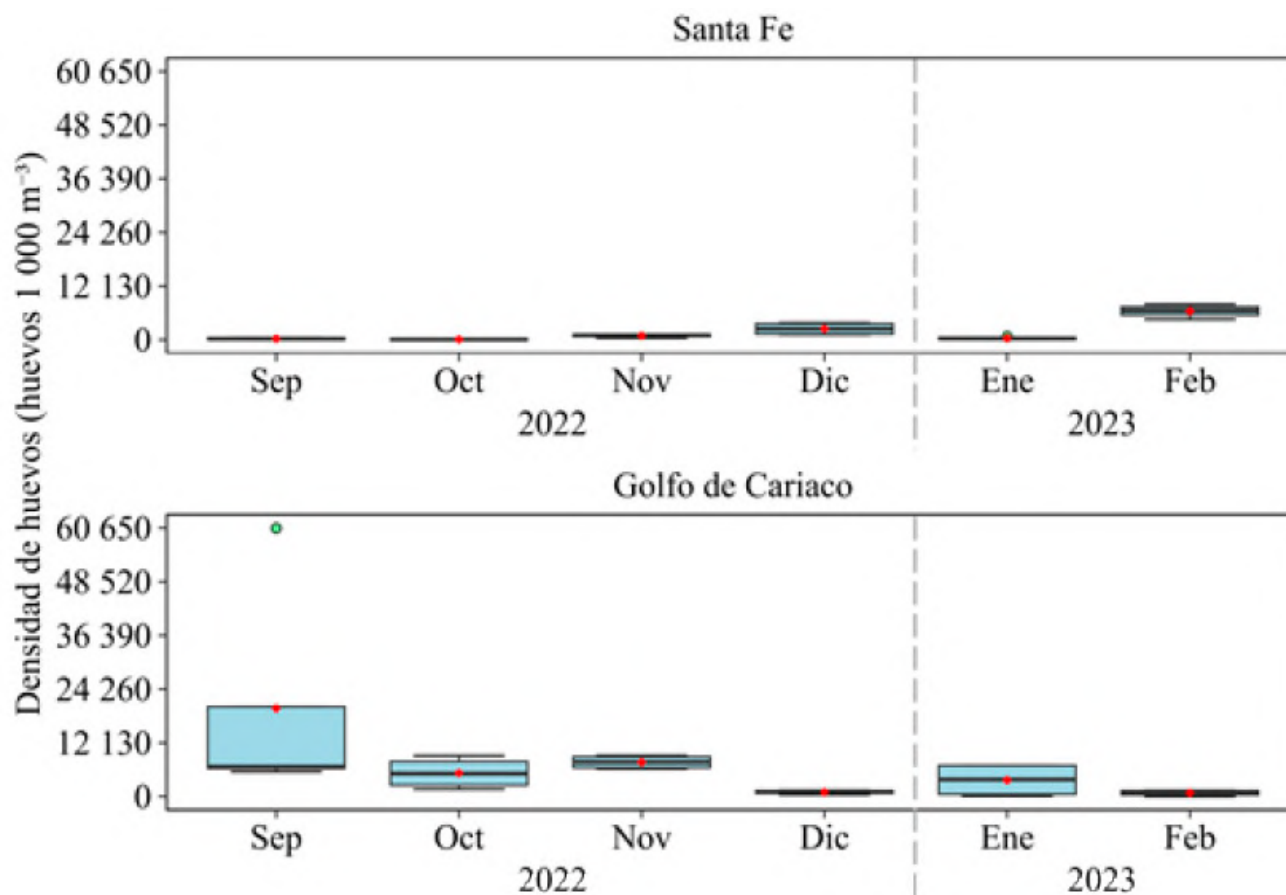


Figura 5. Variación temporal y espacial de la densidad de huevos de peces (huevos/1000 m³) en la zona nororiental de Venezuela.

En relación a las larvas, se colectaron un total de 9.713 larvas/1000m³. En Santa Fe, se identificaron 3.212 larvas/1000 m³, correspondiendo la mayor abundancia a noviembre con 815 larvas/1000 m³, mientras que en febrero 2023 no se contabilizó ninguna (Fig. 4). No obstante, en el golfo de Cariaco, las larvas de peces fueron más abundantes (153.709 larvas/1000 m³), con

dos picos de mayor densidad bien diferenciados, uno en septiembre 2022 (1.023 larvas/1000 m³) y otro en enero 2023 (1.699 larvas/1000 m³), mientras que en diciembre no se hallaron larvas en las muestras (Fig. 4). No se detectaron diferencias significativas en la densidad de larvas de peces entre los factores evaluados.

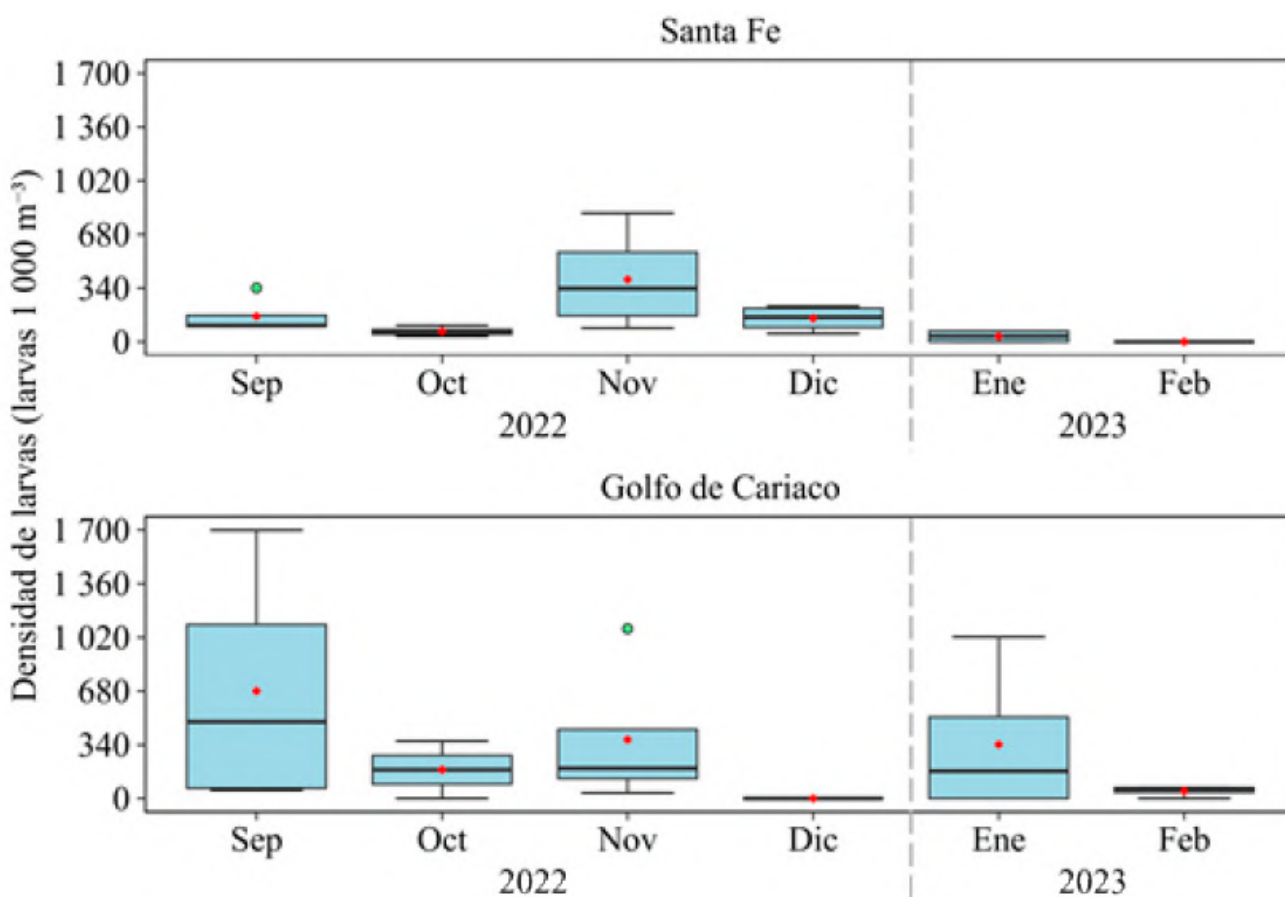


Figura 6. Variación temporal y espacial de la densidad de larvas de peces (larvas/1000 m³) en la zona nororiental de Venezuela.

Al realizar el análisis entre los periodos muestreados, relajación (calma) y surgencia, en relación a la densidad de huevos de peces, no se encontraron diferencias significativas ($W = 310$; $p > 0,05$; Fig. 5a); sin embargo, en relación a la densidad de larvas, si se hallaron

diferencias significativas ($W = 456,5$; $p \leq 0,05$; Fig. 5b), siendo más abundantes en el período de calma ($0 - 1699$ larvas/1000m³; $\bar{x} = 310$ larvas/1000m³) que en surgencia ($0 - 1023$ larvas/1000m³; $\bar{x} = 95$ larvas/1000m³) (Fig. 5b).

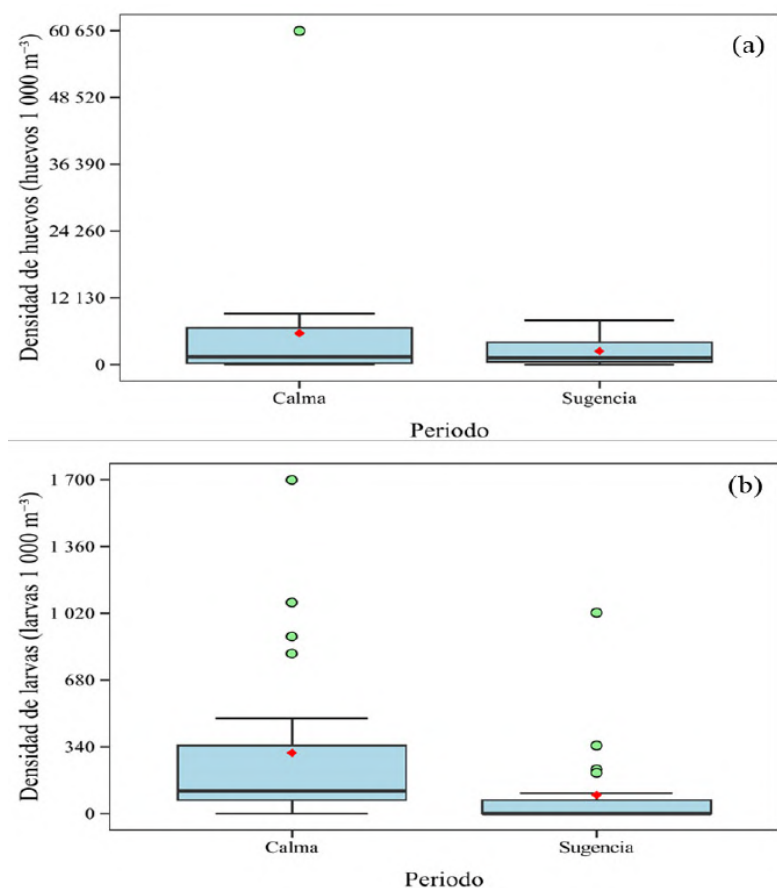


Figura 7. Variación de la densidad de huevos (a) y larvas (b) de peces por los periodos estudiados en el nororiente de Venezuela.

DISCUSIÓN

Las condiciones oceanográficas de las estaciones estudiadas, al igual que toda la región nororiental de Venezuela, se ven afectadas por el fenómeno de surgencia costera estacional (Scranton *et al.*, 2014; Jury 2017; Rueda-Roa *et al.*, 2018). No obstante, durante los primeros tres meses del estudio (septiembre a noviembre 2022), quedó demostrada la época de relajación o calma, con las temperaturas más elevadas ($> 27^{\circ}\text{C}$) y las salinidades más bajas (< 36 ppm). A partir de diciembre las condiciones oceanográficas comienzan a cambiar, corroborando las diferencias temporales significativas en las variables físico-químicas estudiadas e indicando el inicio del período de surgencia costeras, detectándose las temperaturas más bajas ($< 25^{\circ}\text{C}$) y salinidades más altas (> 37 ppm).

Es bien conocido que el periodo de surgencia es un fenómeno ambiental promotor de aguas ricas en nutrientes que vienen de las profundidades a la superficie, que proporcionan alimento a los organismos zooplanctónicos, lo que fomenta las agregaciones reproductivas de peces de importancia comercial (Marín, 2016; Fariña, 2022); sin embargo, los resultados de la presente investigación sugieren que el ictioplancton en las zonas estudiadas responden a condiciones ambientales, donde en el periodo de calma la columna de agua se estabiliza, lo que pudiera estar siendo aprovechado por los peces adultos para su reproducción y aseguramiento de la sobrevivencia de sus huevos y larvas, por poca dispersión, que favorece el asentamiento de las mismas, haciendo al ecosistema acuático estable y propicio para el desove de los peces (Cedeño, 2008), razón que posiblemente

explica las mayores abundancias ictioplancónicas en este estudio.

La densidad de huevos de peces capturados durante el período de muestreo fue considerablemente alta, en contraste con la densidad de larvas de peces (195.816 huevos/1000 m⁻³ y 9.713 larvas/1000 m⁻³, respectivamente). Resultados similares fueron registrados por Cedeño (2008) en Turpialito, golfo de Cariaco, sin embargo, las magnitudes registradas de huevos y larvas fueron muy inferiores a las registradas en la presente investigación (15.946 huevos/1000 m⁻³ y 1.179 larvas/1000 m⁻³, respectivamente). Este comportamiento puede deberse a 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 longevos, 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) indicó 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, aunado a las migraciones verticales que estos realizan. Estos resultados son concurrentes con los registrados para otras áreas donde las capturas de huevos de peces son notablemente más altas que la de las larvas de peces (Domínguez-Arosemena *et al.* 2000; Calderón-Peralta *et al.* 2020; López-Marcano *et al.* 2022).

Por otra parte, es importante mencionar que a pesar de los pocos meses en que se ha realizado el presente estudio en el nororiente de Venezuela, se evidenció la heterogeneidad de ambientes en esta área,

resaltándose zonas favorecidas entre meses, es decir, la abundancia mensual dependió de la zona evaluada, vinculado posiblemente a las condiciones ambientales que desencadenan procesos que son aprovechados por las distintas especies de peces que utilizan el nororiente como zona de reproducción (Fariña *et al.* 2022). Por consiguiente, la abundancia de las larvas y huevos de peces varió entre las zonas durante los meses de muestreo. Esto pudo ser debido principalmente a que la sincronización para el desove de varias especies implica el encontrar regiones con características ambientales favorables a la sobrevivencia larval. Es evidente la formación de asociaciones larvales en las distintas zonas; el mantenimiento de la estructura de estas asociaciones de larvas de peces, por tanto, refleja no solo las interacciones entre los patrones de desove de los adultos, sino también las necesidades, capacidades y el comportamiento de las larvas, y de procesos oceanográficos que tienen mayor influencia en su distribución (Mosery Smith, 1993; Doyle *et al.* 1993).

Los resultados obtenidos en este trabajo de investigación pueden contribuir a decisiones futuras encaminadas al manejo y protección de las poblaciones de peces, así como las posibles zonas de desoves que sean susceptibles a cambios antropogénicos y naturales. Además, siendo el nororiente de Venezuela una zona de alta productividad ictioplancónica, mediante estos estudios puede reconocerse que áreas que la conforma pueden considerarse como zonas de desove y alevinaje de varias especies de peces que deben ser protegidas.

REFERENCIAS

- Anderson, M. (2001). A new method for nonparametric multivariate analysis of variance. *Austral Ecol.* 26: 32-46.
- Asch, R.; Stock, C. y Sarmiento, J. (2019). Impactos del cambio climático en los desajustes entre las floraciones de fitoplancton y la fenología del desove de los peces. *Biología del cambio global*, 25(8): 2544-2559.
- Balza, M.; Marín, B. y Silva, A. (2013). Abundancia espacial del ictioplancton en el Caño Mánamo durante la época de sequía en el delta del río Orinoco, Venezuela. *Boletín del Instituto Oceanográfico de Venezuela*, 52(1): 79-92.
- Calderón-Peralta, G., G. Ayora-Macías y P. Solís-Coello. (2020). Variación espacio-temporal de larvas de peces en el golfo de Guayaquil, Ecuador. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras*. 49(1): 135-156. DOI: 1025268/bimc.invemar.2020.49.1.778
- Cedeño, K. (2008). Composición, distribución y abundancia de huevos y larvas de peces arrecifales de la costa sur del golfo de Cariaco (ensenada de Turpialito), estado Sucre, Venezuela. Trabajo de grado. Departamento de Biología, Escuela de Ciencias. Universidad de Oriente. Cumaná, Venezuela.
- Cognetti, G.; Sará, M y Magazzú, G. (2001). *Biología marina*. Editorial Ariel. Barcelona, España.
- Crespo, A.; Pereira, C.; Zoppi de Roa, E.; Scott-Frías, J.; Montiel, E. y Hernández, V. (2020). Composición y abundancia del zooplancton marino y costero del estado Miranda, Venezuela. *Boletín del Instituto Oceanográfico de Venezuela*, 59(1): 69-84.
- Dominici-Arosemena, A., E. Brugnoli-Olivera, S. Solano-Ulate, H. Molina-Ureña y A. Ramírez Yoghi. (2000). Ictioplancton en la zona portuaria de Limón, Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 39 (2-3): 439-442
- D'Alelio, D.; Libralato, S.; Wyatt, T. y D'Alcalà, R. (2016). Ecological-network models link diversity, structure and function in the plankton food-web. *Scientific Report*, 6(21806): 1-13.
- Fariña, A. (2012). Análisis de diferentes etapas del ciclo de vida de la comunidad de peces en el archipiélago Las Caracas, Parque Nacional Mochima, y en zonas aledañas del estado Sucre, Venezuela. Tesis de doctorado. Centro de Investigaciones en Biología. Departamento de Bioquímica y Biología Molecular. Universidad de Santiago de Compostela. Santiago de Compostela, España.
- Fariña, A.; Marín, B. y Rey-Méndez, M. (2022). Fluctuaciones temporales del ictioplancton en el sector Las Caracas, parque nacional Mochima, Venezuela. *Boletín del Instituto Oceanográfico de Venezuela*. 61(01): 35-56.
- Gavira, S.; Dorado-Roncancio, J. y Ahrens, M. (2019). Revisión y actualización de la lista de copépodos (Crustacea: Hexanaupliar) del Caribe colombiano. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras*, 48(1): 119-151.
- Gómez, G. y Pérez, J. (2021). La sardina *Sardinella aurita* Valenciennes, 1847. Ciclo de vida en Venezuela. *Boletín del Instituto Oceanográfico de Venezuela*, 60(1): 32-56.
- Inda-Díaz, E.; Domínguez-Ojeda, D.; Romero-Bañuelos, C. y Cepeda, J. (2013). El zooplancton marino de la costa de Nayarit, México. *Nueva Época*, 14: 45-57.
- López-Marcano, J., J. Núñez y B. Marín. (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. *Bol. Inst. Oceanog. Venez.* 61(01): 57-78.

- Long, Y.; Noman, A.; Chen, D.; Wang, S.; Yu, H.; Chen, H.; Wang, M. y Sun, J. (2021). Western Pacific zooplankton community along latitudinal and equatorial transects in autumn 2017 (Northern Hemisphere). *Diversity*, 13: 58-65.
- Marín, B. (2016). Patrones de distribución y abundancia del ictioplancton en el nororiente de Venezuela. Trabajo para ascender a la categoría de Profesor Titular. Departamento de Biología, Universidad de Oriente. Cumaná, Venezuela.
- Márquez-Rojas, B.; Troccoli, L. y Días-Ramos, R. (2021). Bloom algal y abundancia de copépodos en el golfo de Cariaco, Venezuela (Caribe Suroriental). *Intropical* 16(2):133-152.
- Márquez-Rojas, B.; Zoppi de Roa, E. y Zegarra-Narro, J. (2020). An updated checklist of copepod species (Arthropoda: Crustacea) from the Gulf of Cariaco, Venezuela. *Pan-American Journal of Aquatic Sciences*, 15(3): 143-50.
- Narváez, Y. (2010). Abundancia, distribución y composición del ictioplancton entre la zona norte de la Península de Araya y zona sur de las Islas de Coche y Cubagua durante el periodo de surgencia. Trabajo de grado. Departamento de Biología, Universidad de Oriente. Cumaná, Venezuela.
- Peñafiel, S. (2021). Análisis histórico del ictioplancton en la zona centro-sur del mar ecuatoriano. Bachelor thesis, Facultad de Ciencias Naturales. Universidad de Guayaquil. Ecuador.
- Quispe, J. (2014). Dinámica espacio-temporal del ictioplancton del Mar Menor (SE de España) y factores ambientales asociados. Tesis de doctorado. Facultad de Biología, Universidad de Murcia. Murcia, España.
- Razouls, C.; Desreumaux, N.; Kouwenberg, J. y de Bovée, F. (2023). "Biodiversidad de copépodos planctónicos marinos (morfología, distribución geográfica y datos biológicos)". <<http://copepodes.obs-banyuls.fr>> (12-04-2023).
- Rondón, M. (2021). Composición, abundancia y distribución espacio-temporal del ictioplancton en la zona central del parque Nacional Mochima, estado Sucre, Venezuela. Trabajo de grado. Departamento de Biología, Escuela de Ciencias. Universidad de Oriente. Cumaná, Venezuela.
- Rondón-Ramos, M.; López-Marciano, J.; Núñez-Peñalver, J. Y Marín-Espinoza, B. (2023). Variación temporal de la densidad y aspectos ecológicos del ictioplancton en la zona epipelágica de la fosa de Cariaco, Venezuela.
- Soeth, M.; Spach, H.; Daros, F.; Adelir-Alves, J.; Oliveria, A. y Correia, A. (2019). Stock structure of Atlantic spadefish *Chaetodipterus faber* from Southwest Atlantic Ocean inferred from otolith elemental and shape signatures. *Fisheries Research*, 211: 81-90.
- Steven, J. y Vargas, P. (2021). Análisis histórico del ictioplancton en la zona centro-sur del mar ecuatoriano. Facultad de Ciencias Naturales, Universidad de Guayaquil. Trabajo de grado. Guayaquil, Ecuador.
- Sheskin, D. (2004). *Parametric and nonparametric statistical procedures*. Second edition. Chapman & Hall/CRC. Boca Raton, U.S.A.
- Suthers, I.; Risik, D. y Richardson, A. (2019). *Plankton: a guide to their ecology and monitoring for water quality*. Second edition. Csiro Publishing, Victoria, Australia. Walter, T. y Boxshall, G. 2023. World of copepods database. <<http://www.marinespecies.org/copepoda>> (12-12-2023).

¡Pescar es vencer!



MINISTERIO DEL PODER POPULAR DE
PESCA Y ACUICULTURA



 **CENIPA**
CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN DE PESCA Y ACUICULTURA

     
@cenipave



Gobierno Bolivariano
de Venezuela

Ministerio del Poder Popular
de Pesca y Acuicultura

Centro Nacional de Investigación
de Pesca y Acuicultura

