

CAMBIOS ESPACIALES DE LOS ENSAMBLES DE ICTIOPLANCTON EN RESPUESTA A GRADIENTES AMBIENTALES, EN EL SECTOR LAS CARACAS, ESTADO SUCRE, VENEZUELA

ÁNGEL FARIÑA¹, BAUMAR MARÍN² & MANUEL REY-MÉNDEZ³

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

² *Instituto Oceanográfico de Venezuela, Universidad de Oriente.*

³ *Laboratorio SISMOL, Dpto. de Bioquímica y Biología Molecular, CIBUS e Instituto de Acuicultura, Universidad de Santiago de Compostela, España. <https://orcid.org/0000-0001-6102-336X>*

RESUMEN: Con el propósito de estudiar los cambios en los ensambles de ictioplancton en respuesta a la exposición al viento y al oleaje, se estableció un diseño de muestreo mediante arrastres superficiales con red de plancton, desde zonas expuestas cercanas al borde de la plataforma continental hasta zonas costeras totalmente protegidas del viento, en Las Caracas, estado Sucre, Venezuela. La riqueza de larvas de peces es superior a la registrada en otras zonas de la región, con hallazgos importantes como la ocurrencia de las mayores abundancias de larvas de Bregmacerotidae en una estación costera y somera, los registros de tres taxa pertenecientes a la familia Labrisomidae y la presencia del pez pipa de aletas cortas *Cosmocampus elucens*. Se encontraron diferencias entre las estaciones estudiadas, tanto respecto a variables ambientales como a parámetros comunitarios. Los sitios de muestreo más externos presentaron las mayores densidades de huevos. En la estación más interna de las expuestas al viento se registró la mayor cantidad de larvas. Los resultados muestran una influencia de la exposición al viento en la distribución y abundancia de larvas y huevos de peces en el sector Las Caracas. Los altos registros de riqueza y de abundancia del ictioplancton, particularmente en estadios larvales con poco desarrollo así como huevos, denotan una intensa actividad reproductiva en la zona que amerita propuestas proteccionistas y de manejo de pesquerías.

Palabras claves: larvas, peces, plancton, Labrisomidae, huevos.

ABSTRACT: In order to study the changes in ichthyoplankton assemblages in response to exposure to wind and waves, a sampling design was established using surface trawls with a plankton net, from exposed areas near the edge of the continental shelf to coastal areas totally protected from the wind, in Las Caracas, Sucre state, Venezuela. The richness of fish larvae is higher than that registered in other areas of the region, with important findings such as the presence of *Cosmocampus elucens*, the occurrence of the highest abundances of Bregmacerotidae larvae in a coastal and shallow place, and the records of three taxa belonging to the family Labrisomidae. Differences were found between the stations studied, regarding environmental variables and community parameters. The outermost sampling sites had the highest egg densities. The highest number of larvae was recorded in the inner most station of those exposed to the wind. The results show an influence of exposure to wind on the distribution and abundance of fish larvae and eggs in Las Caracas sector. The high records of richness and abundance of ichthyoplankton, particularly in larval stages with little development as well as eggs, denote an intense reproductive activity in the area that merits protectionist proposals and fisheries management.

Keywords: larvae, fish, plankton, Labrisomidae, eggs.

INTRODUCCIÓN

Una parte crucial en la vida de un pez lo constituyen sus fases iniciales de vida, es decir, el huevo y la larva. Este período, en la mayoría de las especies que habitan en arrecifes, se realiza en el ambiente pelágico. Al comienzo de su etapa en aguas abiertas, las larvas más jóvenes están poco desarrolladas tanto morfológicamente como desde el punto de vista conductual, por lo que se les hace imposible nadar en contra de las corrientes, pasando a formar parte del ictioplancton, conjuntamente con los huevos de peces (CIECHOMSKI 1981). Posteriormente, las

larvas continúan su desarrollo hasta sufrir metamorfosis, ocurrir el asentamiento e ingresar al stock de individuos de su especie para cumplir el reclutamiento poblacional en un ecosistema determinado (DELOACH & HUMAN 2006). Hacia el final del período pelágico, antes del asentamiento, las larvas ya pueden nadar y poseen órganos sensoriales aunque no completamente formados, por lo que son capaces de regular su distribución vertical e influir indirectamente en su dispersión (LEIS 2004).

Como consecuencia del ciclo de vida que presentan gran cantidad de peces, la permanencia en el tiempo de

muchas poblaciones depende, en primera instancia, de los patrones de supervivencia, distribución y dispersión de las larvas (WHITNEY *et al.* 2021). Respecto a la supervivencia, HEATH (1992) establece que la mortalidad de larvas de peces en ambientes naturales se puede deber a factores exógenos, dentro de los cuales se encuentran la carencia de alimentos, depredación, enfermedades, parasitismo, contaminación, toxinas, estrés fisiológico, entre otros, y a factores endógenos, como desarrollo anormal por herencia y mala calidad del huevo. Estos últimos son los menos conocidos.

Dos elementos importantes que afectan la composición y la estructura de las comunidades ictioplanctónicas, son la estructura geográfica y los patrones de corrientes (NORCROSS & SHAW 1984; RADHA 2007; CEDEÑO 2008; HUANG *et al.* 2017). En el caso de zonas de arrecifes, se han registrado diferencias comunitarias importantes entre peces de áreas abiertas y peces de zonas protegidas, debidas a la existencia de hábitats distintos pero también a procesos de advección que restringen la entrada de larvas en áreas no expuestas (GALZIN *et al.* 1994; KINGSFORD 1998). Las estructuras de retención como ensenadas y lagunas, favorecen la culminación de los estadios de desarrollo en muchas especies, asegurando el posterior reclutamiento. Así, de acuerdo con la teoría de SINCLAIR & POWER (2015), parte del éxito de las poblaciones de peces depende del ingreso de larvas a zonas de retención, por lo que el número de stocks de adultos tendrá que ver con la cantidad, así como la calidad, de tales sitios de acumulación de larvas y de cría. Recientemente, se ha propuesto además, que en modelos de dispersión de las larvas deben incluirse aspectos etológicos como el posicionamiento vertical, la natación horizontal y la orientación (LEIS 2021).

Los estudios comunitarios de larvas de peces en Venezuela han estado orientados principalmente a espacios de las plataformas costeras, generalmente en áreas influenciadas por descargas continentales o en zonas típicamente estuariales (GONZÁLEZ 1984; ESTEVE 1985; LUCKHURST & POWELS 1986; GONZÁLEZ-BENCOMO 1997; BRITO 1999; BRICEÑO 2000; ALLEN 2006; RHADA 2007), así como en aguas oceánicas de la Fosa de Cariaco (MARÍN *et al.* 1989). Salvo los aportes de ESTEVE (1985) y CEDEÑO (2008), son escasos los estudios sobre el ictioplancton que ocupa áreas someras de arrecifes en el país. ESTEVE (1985) estudió la distribución, abundancia y los patrones de reclutamiento de larvas de peces alrededor de la isla de Cubagua, estado Nueva Esparta,

incluyendo sustratos arrecifales someros, y encontró cambios en la abundancia total relacionados con la fase lunar y las variaciones en la dirección e intensidad del viento. Por otro lado, CEDEÑO (2008) analizó la composición, distribución y abundancia de huevos y larvas de peces arrecifales en un sector del Golfo de Cariaco, encontrando una mayor densidad y diversidad en la temporada de lluvias, así como relaciones positivas entre la abundancia del ictioplancton y la densidad y biomasa del zooplancton, todos correlacionados con una mayor velocidad del viento.

Las investigaciones de ictioplancton han sido empleadas en programas de conservación, manejo, reglamentación y delimitación de Áreas Marinas Protegidas (AMPs), evaluaciones pesqueras, determinación de zonas reproductivas, de desove, y en general en análisis de comunidades ícticas, pero dichas aplicaciones implican una adecuada identificación taxonómica (GUYAH *et al.* 2021). En estudios de desarrollo de una especie, cuando se induce el desove y se hace un seguimiento a las diferentes etapas del ciclo de vida, esta identificación resulta inequívoca. Por el contrario, cuando el trabajo se hace colectando directamente en el campo, con el propósito de evaluar la dinámica de las poblaciones en su ambiente natural, el trabajo taxonómico puede resultar difícil. Particularmente se torna engorrosa la identificación en las etapas tempranas de la larva, debido a la escasa o ausente diferenciación de los órganos utilizados para la obtención de caracteres merísticos y la aplicación de claves taxonómicas. En el caso de los huevos, este proceso resulta aún más complicado (FAHAY 1983; RICHARDS 2006; Rodríguez *et al.* 2017).

En zonas tropicales, los inconvenientes para la determinación de larvas en la categoría de especie, señalados anteriormente, se acrecientan con el incremento en la diversidad y en la riqueza (LEIS 1993; KENDALL & MATARESE 1994). CEDEÑO (2008) señala que 36% de las larvas evaluadas en el Golfo de Cariaco sólo fue posible identificarlas a nivel de familia y únicamente se llegó a especie en 15% del total evaluado de los taxa. Resultados similares son hallados por ALLEN (2006), quien sólo alcanza la categoría de especie en 16% de los grupos evaluados, estudiando el ictioplancton de dos plataformas costeras al sur y al norte del Golfo de Cariaco. Ambas investigadoras resaltan la ausencia de descripciones de estadios tempranos de vida de peces en zonas costeras así como el poco desarrollo de los

ejemplares capturados, como las principales limitantes en el proceso de identificación.

En los últimos años se ha avanzado en la determinación taxonómica de peces en sus distintas etapas de vida, usando herramientas moleculares. Al respecto, WARD *et al.* (2009) presentan una revisión de los trabajos hechos para lograr la biblioteca de secuencias de códigos de barras del gen COI, y señalan la existencia, para la fecha, de más de 5000 especies con secuencias. En el caso de peces asociados a arrecifes en el Caribe, hasta 2012 se contaba con 572 especies secuenciadas para este gen (WEIGT *et al.* 2012). No obstante, los mencionados autores señalan que aunque se han llevado a cabo proyectos de códigos de barras para peces, en muchas regiones geográficas la mayoría aún no se acerca a una cobertura taxonómica completa, especialmente en regiones marinas grandes o de gran biodiversidad.

En tal sentido, resultan relevantes los aportes al conocimiento del ictioplancton, en términos de su composición pero también de sus patrones de distribución, especialmente en áreas tropicales de alta

diversidad. En este trabajo, se planteó la hipótesis de que la exposición al viento y al oleaje afecta la ictiofauna sobre zonas de arrecifes, en un gradiente desde zonas alejadas de la costa y expuestas al viento, hasta espacios protegidos y cercanos a la costa.

MATERIALES Y MÉTODOS

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

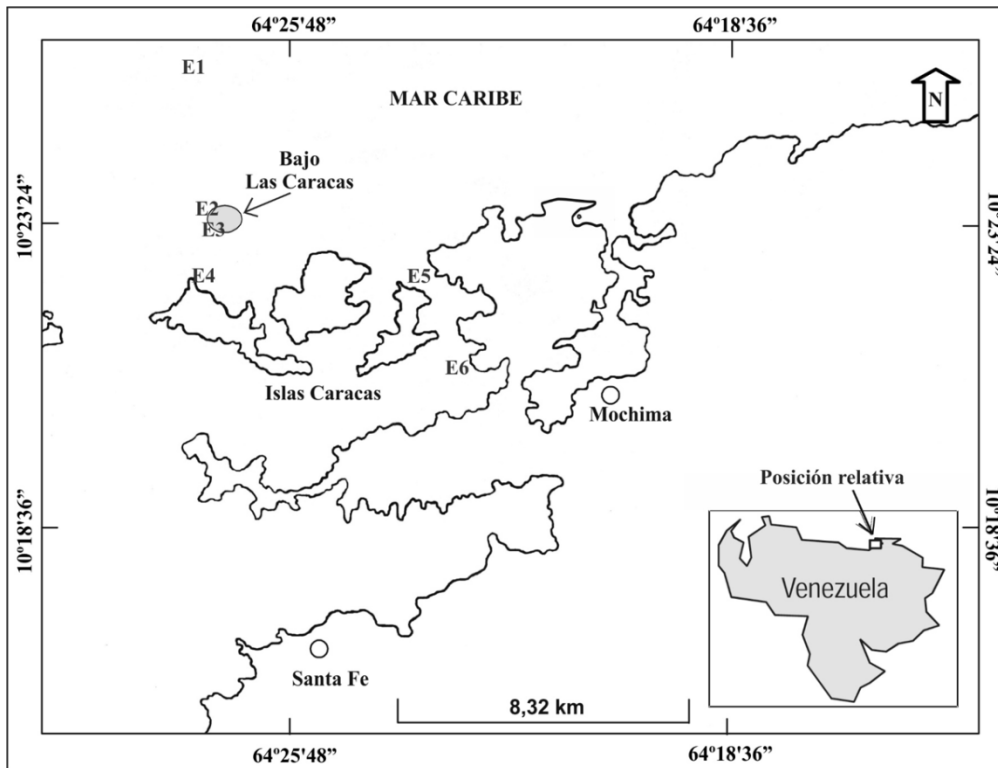


Fig. 1. Mapa de un sector del Parque Nacional Mochima, estado Sucre, Venezuela, donde se indica la ubicación de las estaciones de muestreo.

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

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

Para la recolección de muestras de ictioplancton se hicieron arrastres, entre 0,5 y 3 m de profundidad, en las seis estaciones del archipiélago Las Caracas (Parque Nacional Mochima) y en áreas adyacentes (Fig. 1). Los arrastres se llevaron a cabo utilizando una red estándar

para captura de ictioplancton (HOLDEN & RAITT 1975; BOLTOWSKOY 1999), con un diámetro de boca de 62 cm y 500 µm de abertura de malla, a una velocidad promedio de 2 nudos, durante 15 minutos en cada una de las estaciones. Para determinar el volumen de agua filtrada a través de la red, se colocó un medidor de flujo calibrado y se aplicó la ecuación citada por BAGDÓ (1977). Las muestras fueron recogidas en un colector colocado al final de la malla, pasadas por un tamiz de 500 µm de abertura, fijadas en etanol al 95% y luego refrigeradas a -20°C hasta su análisis.

Las larvas y los huevos fueron contados y separados, utilizando un microscopio estereoscópico marca Motic. La abundancia se expresó como número de larvas/huevos por m³ de agua filtrada. Se realizó un registro fotográfico detallado de cada una de las prolarvas, larvas y postlarvas, utilizando una cámara fotográfica Olympus Stylus 770SW, conectada al ocular del microscopio. Igualmente, se midió la longitud estándar por medio de un micrómetro ocular previamente calibrado. Las larvas se identificaron morfológicamente hasta la menor categoría taxonómica posible. Para ello, se utilizaron las descripciones de FAHAY (1983), MOSER *et al.* (1984) y RICHARDS (2006). Los ejemplares identificados fueron separados por especie, unidad taxonómica y morfotipo, para luego ser almacenados en etanol 95% y refrigeración a -20°C. En aquellos casos en los cuales solo fue posible llegar a familia, se indica la misma seguido por un número; mientras que las unidades taxonómicas en las que se alcanzó a determinar hasta género, se indica éste con la

TABLA 1. Estaciones de muestreo, localización geográfica y principales características de las estaciones.

Estación	Localización	Coordenadas	Características
E1	6 Km al norte de Islas Caracas	10°25'41"N 64°27'38"O	Aguas abiertas, profundidad (P) = 120 m, expuesta.
E2	Norte del Bajo Las Caracas	10°23'44"N 64°27'34"O	Promontorio submarino, arrecife rocoso coralino, P = 16-25 m, expuesta.
E3	Sur del Bajo Las Caracas	10°23'17"N 64°27'08"O	Promontorio submarino, arrecife rocoso coralino, P = 3-7 m, expuesta.
E4	Norte de isla Caracas Oeste	10°22'36"N 64°27'34"O	Isla, arrecife rocoso coralino, P = 2-6 m, expuesta.
E5	Ensenada de Tigrillo	10°22'37"N 64°23'18"O	Costa, arrecife rocoso coralino, P = 1,5-6 m, protegida.
E6	Ensenada El Oculto	10°21'04"N 64°23'23"O	Costa, arrecife coralino sobre arena, P = 1,5-5 m, protegida.

abreviatura “sp.” y un número. En ambas situaciones, los números corresponderían a la especie en cuestión.

Para la estimación de la biomasa total del macrozooplankton capturado, las muestras se dejaron sedimentar por gravedad 24 h y posteriormente se midió el volumen sedimentado de cada una de ellas con un cilindro graduado. Ese biovolumen se expresó en relación con el de agua filtrado por la red (V). La diversidad (H') se calculó según el índice de SHANNON (1948). La equidad se calculó con la ecuación definida por Lloyd y Ghelardi (MARGALEF 1980). Tanto la diversidad de Shannon-Wiener como la equidad, se calcularon mediante el programa Multi Variate Statistical Package (MVSP), versión 3.13n (KOVACH 2006).

Con el propósito de verificar las diferencias entre las estaciones respecto a las abundancias, riqueza, diversidad y equidad, tanto del ictioplankton como de los adultos, se aplicaron análisis de Kruskal-Wallis, mediante el programa Statgraphics Plus 5.0. Se efectuó un Análisis de Componentes Principales (ACP) para comparar las estaciones con relación a los promedios generales de los parámetros ambientales y de los descriptores comunitarios durante todo el período de muestreo. En este análisis se incluyeron las abundancias de las dos especies no pelágicas más importantes numéricamente para cada estación, y las dos familias más importantes respecto al número de especies (para cada estación). Además, se incluyó el tipo de sustrato del arrecife, clasificado como: 1= lecho rocoso con corales pétreos; 2= lecho rocoso con corales pétreos pero con crecimiento estacional de *Sargassum*; 3 = lecho arenoso con corales pétreos, sin rocas. Para evaluar el grado de similitud de las estaciones respecto a variables comunitarias y respecto a la exposición al viento, se efectuaron análisis de agrupamiento por distancia euclidiana (UPGMA por sus siglas en inglés).

RESULTADOS

En las 6 estaciones y durante todo el muestreo, se capturó un total de 80219 huevos ($587,99/m^3$), 36 prolarvas ($0,20/m^3$) y 3019 larvas ($15,97/m^3$). Las larvas se separaron en 142 especies, pertenecientes a 42 familias. Los taxa, *Decapterus punctatus*, *Eucinostomus gula*, *Harengula* sp.1, *Eucinostomus* sp.1, Gobiidae 1, *Jenkinsia lamprotaenia*, *Mugil* sp.2 y *Sardinella aurita* fueron comunes a todas las estaciones (TABLA 2).

Las familias más importantes respecto al número de especies fueron: Carangidae (13), Gobiidae (7),

Serranidae (7), Haemulidae (6), Ophidiidae (5) y Synodontidae (5). Las que denotaron una mayor abundancia fueron: Clupeidae ($8,51 \text{ ind./m}^3$), Gerreidae ($1,82 \text{ ind./m}^3$), Labrisomidae ($0,71 \text{ ind./m}^3$), Pomacentridae ($0,70 \text{ ind./m}^3$), Engraulidae ($0,60 \text{ ind./m}^3$) Haemulidae ($0,57 \text{ ind./m}^3$) y Carangidae ($0,52 \text{ ind./m}^3$).

Los grupos taxonómicos con mayor importancia respecto a la densidad de larvas capturadas, para las seis estaciones muestreadas, fueron: *J. lamprotaenia* ($4,23 \text{ ind./m}^3$), *S. aurita* ($3,38 \text{ ind./m}^3$), *E. gula* ($0,98 \text{ ind./m}^3$), *A. saxatilis* ($0,66 \text{ ind./m}^3$) y *Eucinostomus argenteus* ($0,48 \text{ ind./m}^3$); mientras que los que tuvieron una mayor frecuencia de ocurrencia en cada estación fueron: *Achirus lineatus* (41,67%, E6), *E. gula* (66,67%, E2), Gobiidae 1 (66,67%, E3), *J. lamprotaenia* (66,67%, E5), *Gobioclinus kalisherae* (66,67%, E4) y *A. saxatilis* (58,33%, E1).

Como consecuencia de que los datos no tuvieron una distribución normal, se efectuaron análisis de varianza no paramétricos mediante la prueba de Kruskal-Wallis, para determinar si existen diferencias significativas entre las estaciones de muestreo respecto a las variables medidas. No se encontraron diferencias significativas entre las estaciones respecto a la temperatura ($p = 0,99$), transparencia del agua ($p = 0,83$), equidad ($p = 0,22$) ni respecto a la biomasa acompañante de las larvas de peces ($p = 0,08$). No obstante, con un nivel de confiabilidad de 95%, sí se observaron diferencias significativas respecto a la intensidad del viento y del oleaje ($p = 0,00$), la densidad de huevos ($p = 0,00$), la abundancia de larvas en términos de densidad ($p = 0,00$), y número de especies ($p = 0,00$), así como respecto a la diversidad ($p = 0,00$).

El análisis de agrupamiento para evaluar el nivel de asociación de las estaciones respecto a los valores medios anuales para la intensidad del viento y del oleaje, muestra un gradiente de similitud desde la estación mar afuera (E1), hasta la E6 que es la más protegida (Fig. 2A). En este sentido, se agrupan las estaciones de barlovento (E1, E2, E3 y E4) las cuales tienen los valores promedios más altos de esta variable (Fig. 2B), con una mayor similitud para las estaciones correspondientes al Bajo Las Caracas (E2 y E3). Las estaciones de sotavento y costeras propiamente dichas (E5 y E6), forman un grupo aparte que se caracteriza por presentar los registros medios en la intensidad del viento y del oleaje más bajos (Fig. 2B).

El análisis de agrupamiento para determinar asociaciones entre las estaciones de muestreo respecto a la densidad de huevos de peces (Fig. 3A), muestra mayor asociación entre las estaciones someras (E3, E4, E5 y E6), con las menores cantidades de huevos (Fig. 3B), diferenciándose de manera independiente las más profundas y alejadas de la costa. La estación más disímil de todas fue la del margen externo (norte) del bajo (E2), que se distingue por tener el mayor número de huevos de peces capturados (Fig. 3B).

El análisis de agrupamiento para relacionar las estaciones de acuerdo con la abundancia de larvas de peces, muestra la asociación más alta entre las estaciones al extremo del gradiente establecido (Fig. 4A). Es decir, hay una mayor similitud en cuanto a la abundancia de larvas de la estación más protegida y más cercana a la costa (E6) con la más alejada de la costa y expuesta al oleaje (E1); en ambas estaciones se observaron las menores densidades de larvas. La estación E4 se separa del resto, caracterizada por ser la que presentó la mayor abundancia de larvas de peces (Figs. 4A y 4B).

En cuanto a la riqueza de larvas (nº de especies), el análisis de agrupamiento muestra dos grupos: un primer grupo constituido por las dos estaciones de sotavento (E5 y E6) y por la más profunda (E1), a su vez con los registros de número de especies más bajos; y un segundo grupo formado por las estaciones más someras de barlovento (E2 y E4). La estación de la parte externa y de arrecifes más profundos en el Bajo Las Caracas (E3) se distingue del resto y tiene como atributo el presentar la mayor riqueza promedio a través del año (Figs. 5A y 5B).

Con relación a la diversidad de Shannon-Wiener, el análisis de agrupamiento evidencia como las estaciones del bajo Las Caracas (E2 y E3) conforman un grupo diferente de las otras (Figura 6A) que se distingue por denotar los mayores índices de diversidad (Fig. 6B). De esas otras, las más similares son la E1 y la E5, y la más disímil resultó ser la estación E6, la cual tuvo la menor diversidad de larvas de peces (Fig. 6B). El análisis de componentes principales efectuado para evaluar las relaciones de los parámetros ambientales y de los descriptores comunitarios entre las estaciones estudiadas, arrojó un porcentaje acumulado de la varianza de un 90,95% en los tres primeros ejes, cumpliendo con lo recomendado para el programa MVSP (al menos 50-60%) (KOVACH 2006).

Al comparar globalmente las estaciones estudiadas (Fig. 7), se observa cómo se agrupan de manera

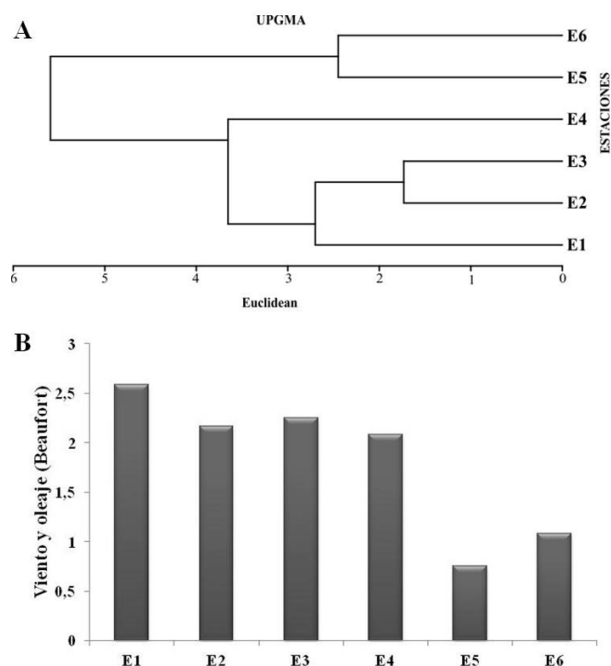


Fig. 2. A. Resultado del análisis de agrupamiento para relacionar las estaciones estudiadas respecto a la intensidad del viento y del oleaje. B. Variación espacial de los valores promedio en la intensidad del viento y del oleaje a través de todo el periodo de muestreo.

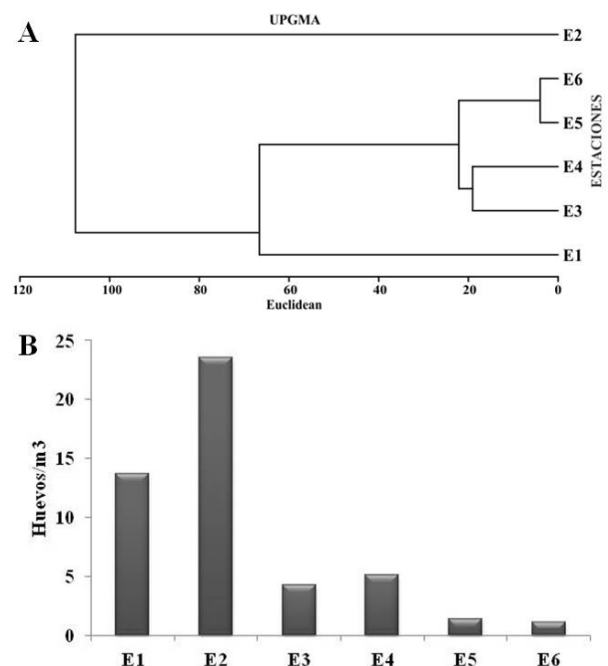


Fig. 3. A. Resultado del análisis de agrupamiento para relacionar las estaciones estudiadas respecto a la densidad de huevos de peces capturados. B. Variación espacial de los valores promedio en la densidad de huevos de peces a través de todo el periodo de muestreo.

heterogénea aquellas expuestas al viento y al oleaje (E1, E2, E3 y E4), por tener, en promedio, los mayores valores de todas las variables medidas, salvo la frecuencia de ocurrencia de *A. lineatus* y la transparencia, para las cuales este grupo tiene los menores registros. La estación más cercana a la costa dentro del grupo de barlovento (E4) se separa ligeramente por el hecho de tener la más alta densidad media de larvas, una frecuencia de ocurrencia (FO) de *Gobioclinus kalisheræ* que triplica la observada en el resto de las estaciones estudiadas, y el mayor número de especies de Clupeidae. Las otras estaciones expuestas, las más externas (E1, E2 y E3), comparten en común el tener las mayores FO de *Abudefduf saxatilis* y de *Eucinostomus gula*. Las estaciones de sotavento (E5 y E6) tienden a agruparse, por tener en promedio las menores lecturas de todas las variables con excepción de la transparencia del agua, que fue mayor en estas estaciones, particularmente en la estación más protegida del viento (E6), además de que ambas tienen las más altas frecuencias de ocurrencia de *A. lineatus*.

DISCUSIÓN

Las especies de larvas de peces encontrada en este trabajo, después de los 72 muestreos realizados, fueron 142. Este valor supera los registros de riqueza presentados por otros autores en investigaciones sobre ictioplancton de aguas venezolanas, utilizando metodologías similares. CEDEÑO (2008), quien también trabajó sobre arrecifes someros del estado Sucre, en el Golfo de Cariaco, encontró 65 especies muestreando en diferentes zonas de arrecifes, a dos profundidades (superficial y fondo) en cada área, durante seis meses, para un total de 72 muestreos también. En otro registro para el golfo de Cariaco, ALLEN (2006) reportó 56 especies en 10 estaciones de la boca del golfo, correspondientes a un total de 74 arrastres de plancton. La alta riqueza de larvas de peces encontrada en Las Caracas respecto a la hallada por estos autores coincide con las diferencias entre la riqueza de peces adultos para estas áreas geográficas ya señalada por FARIÑA *et al.* (2008). Incluso en la fachada atlántica venezolana, un área de alta abundancia de larvas de peces, la riqueza registrada sólo alcanza las 85 especies (RHADA 2007). Cabe señalar que en el Golfo de California, también trabajando en una montaña submarina, GONZÁLEZ-ARMAS *et al.* (2008) hallaron 76 especies luego de arrastres superficiales mensuales en ocho estaciones, durante 14 meses (112 muestreos), y destacan que la riqueza es notable ya que representa el 30% de las especies de peces registradas en dicho golfo.

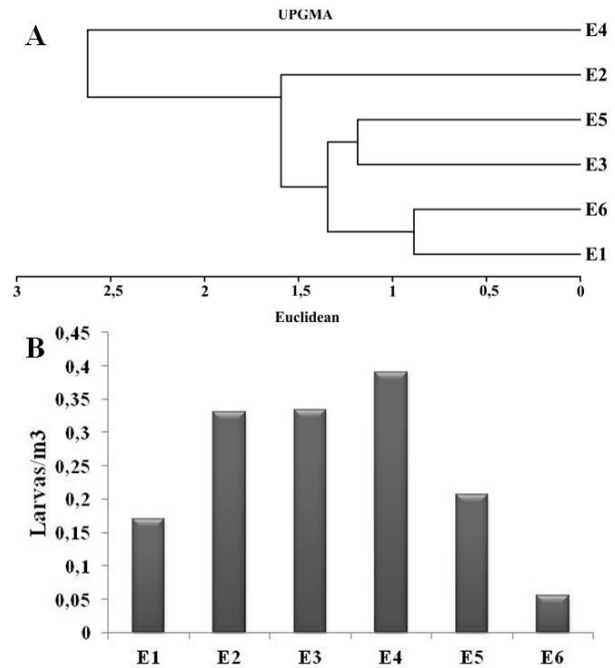


Figura 4. A. Resultado del análisis de agrupamiento para relacionar las estaciones estudiadas respecto a la abundancia de larvas de peces capturados. B. Variación espacial de los valores promedios en la abundancia de larvas de peces a través de todo el periodo de muestreo.

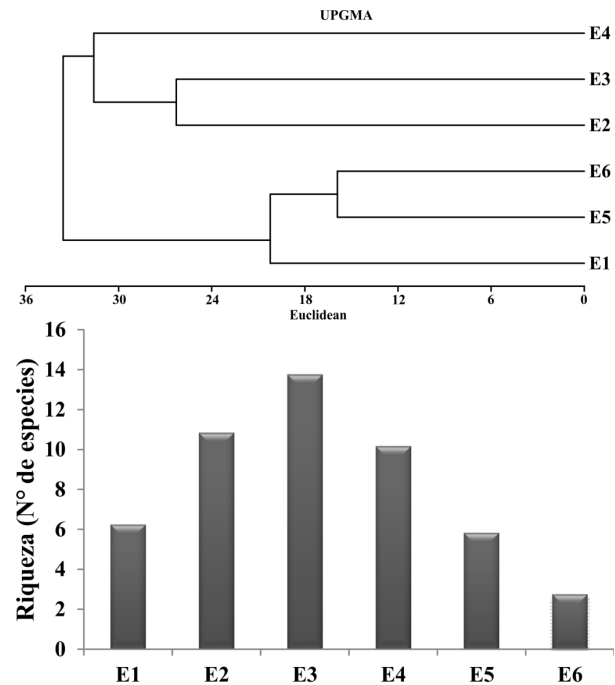


Figura 5. A. Resultado del análisis de agrupamiento para relacionar las estaciones estudiadas respecto a la riqueza (nº de especies) de larvas de peces. B. Variación espacial de los valores promedios en la riqueza de larvas de peces a través de todo el periodo de muestreo.

Sólo en las estaciones del bajo Las Caracas (E2 y E3), que comprenderían 16 colectas totales de plancton para el periodo de estudio, el número de especies fue de 103 (8 de ellas no identificadas, pero claramente distinguibles como unidad taxonómica).

La observación en los espacios de Las Caracas de tan alto número de especies de larvas de peces, muchas de ellas en estadios tempranos de desarrollo, así como una elevada densidad de huevos (media anual para cada estación entre 1,07 y 23,52 huevos/m³), destaca a este sector como un ambiente reproductivo y de desove de peces. A pesar de que existe un vacío de información con relación a las agregaciones reproductivas de peces en Venezuela, FARIÑA & MÉNDEZ (2009) observaron una modesta agregación con fines reproductivos del pargo dientón *Lutjanus griseus*, una especie con alto interés comercial y sometida a presión pesquera, en una de las estaciones estudiadas del Bajo Las Caracas (E3). Igualmente, observaciones hechas por Fariña (*com. pers.*) durante 25 años de visitas periódicas a otras zonas del Bajo Las Caracas, mediante buceo en apnea, buceo con equipo autónomo y en pesca artesanal, refieren la existencia de agregaciones estacionales importantes de esta misma especie y de otras como el pargo guasinuco *Lutjanus cyanopterus*, el peto o wahoo *Acanthocybium solandri*, la cabaña negra *Auxis thazard*, la cabaña de dientes *Sarda sarda*, la catalana *Priacanthus arenatus*, la barracuda *Sphyraena barracuda*, la sardina *Sardinella aurita* y el corocoro *Orthopristis ruber*, por mencionar algunas con interés comercial que son pescadas regularmente en el área. La naturaleza de estas agregaciones debe ser estudiada posteriormente, pero bien sea con fines alimenticios, reproductivos o de otra índole, su ocurrencia, unida a la alta riqueza de larvas y a la elevada densidad de huevos de peces, destaca la importancia ecológica de esta meseta submarina.

Las familias con mayor abundancia de larvas encontradas en Las Caracas, en orden de importancia numérica son Clupeidae, Gerreidae, Labrisomidae, Pomacentridae, Engraulidae y Haemulidae. La familia Clupeidae es señalada como la más abundante y frecuente en la mayoría de los trabajos sobre ictioplancton realizados en Venezuela (ESTEVE 1985; BRICEÑO 2000; VILLALBA 2002; ALLEN 2006; RHADA 2007; CEDEÑO 2008; HERRERA-REVELES *et al.* 2009). No obstante, llama la atención que dentro de las investigaciones mencionadas, Pomacentridae solo aparece en el grupo de las más abundantes en el estudio hecho por CEDEÑO (2008), que

también incluye arrecifes someros. En el caso de ESTEVE (1985) se registran apenas cuatro larvas de esta familia que siempre aparecieron sobre *Thalassia*. El resto de los trabajos nombrados anteriormente no reportan ninguna larva de la familia. La naturaleza de las puestas bentónicas en aguas someras de los pomacéntridos (SALE 1991; DELOACH & HUMAN 2006), pudiera estar marcando esta diferencia y sugeriría un patrón costero de dispersión de las larvas de esta familia (principalmente el género *Abudefduf*) en el área de estudio. Contrariamente a la similitud mencionada con los resultados de CEDEÑO (2008), sobresale que la citada autora no registra ningún ejemplar de la familia Gerreidae, la cual está incluida dentro de las más abundantes en Las Caracas. Las diferencias ya mencionadas respecto a la baja riqueza del Golfo de Cariaco se reiteran con esta acotación.

Un caso de especial atención lo constituye el hecho de estar incluida la familia Labrisomidae dentro del grupo de las más importantes numéricamente en Las Caracas. Esta familia no había sido registrada anteriormente en los trabajos hechos sobre ictioplancton de la región. Únicamente Allen (2006), señala la presencia de un

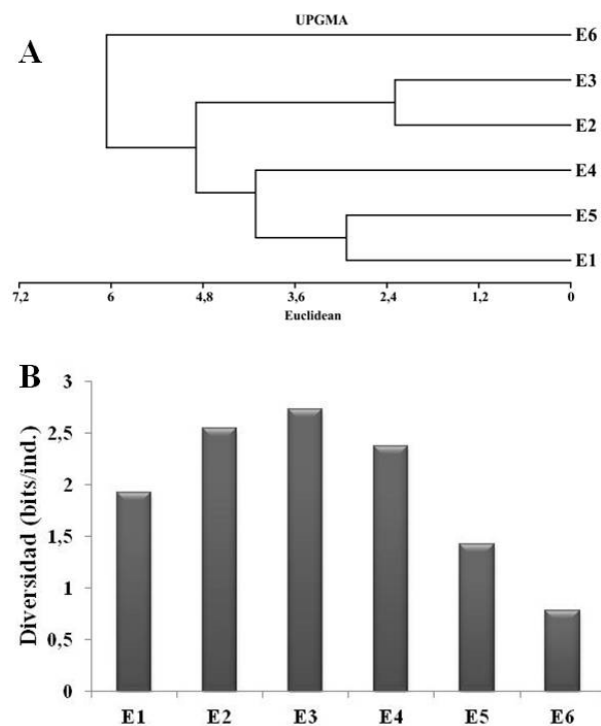


Fig. 6. A. Resultado del análisis de agrupamiento para relacionar las estaciones estudiadas respecto a la diversidad de larvas de peces. B. Variación espacial de los valores promedio en la riqueza de larvas de peces a través de todo el periodo de muestreo.

taxón identificado en la categoría de familia en la tabla general, pero luego no es incluido en la descripción taxonómica de las especies y probablemente se haya tratado de ejemplares juveniles, no de larvas. Incluso en un trabajo hecho también en una zona del Parque Nacional Mochima, HERRERA-REVELES *et al.* (2009) no incluyen ninguna mención a la familia, a pesar de haber trabajado tanto con redes de plancton como con trampas de luz. Es probable que dentro del grupo de larvas no identificadas de estos trabajos se encuentren ejemplares de Labrisomidae. Para esta familia, Richards (2006) sólo incluye la descripción del huevo y de larva hasta 4 mm, de la especie *Paraclinus marmoratus*. El resto de las especies permanece hasta ahora sin descripciones de los estadios tempranos, haciéndose aportes recientes con el uso de las herramientas moleculares, pero aun sin publicarse.

La presencia en Las Caracas de la familia Bregmacerotidae, un grupo de peces mesopelágicos cuyas larvas son capturadas frecuentemente en arrastres de ictioplancton (MARÍN *et al.* 1989; MATSUURA *et al.* 1993; RATHNASURIYA *et al.* 2021), difiere en cuanto a los patrones espaciales y estacionales con lo hallado por BRICEÑO (2000) para la zona suroeste de la isla de Margarita. Este último autor señala que la mayor abundancia de esta familia se presenta en las estaciones más profundas y oceánicas. Los resultados encontrados

en Las Caracas son totalmente opuestos. Las mayores densidades ocurrieron en la estación somera y costera de sotavento (E5) y en la más somera del Bajo Las Caracas (E3). En tal sentido, quedaría por resolver en estudios posteriores si realmente las larvas son acarreadas hacia la costa por efectos físicos o si, por la cercanía a la plataforma continental en Las Caracas, los adultos pudieran migran hacia el Bajo para reproducirse y luego las larvas en estadios avanzados -o las postlarvas- viajar mar afuera para asentarse en las poblaciones juveniles. Esta última hipótesis, a pesar de ser poco probable respecto a lo que hasta ahora se conoce del comportamiento de la especie, coincidiría con el hecho de que en las colectas realizadas no se encontró ninguna larva mayor a 5,95 mm.

La familia Gobiidae, dentro del grupo de las más abundantes y frecuentes en el área estudiada y la que se ubicó en segundo lugar de importancia respecto al número de especies (7), se encontró en todas las estaciones salvo en la de mar afuera (E1). Tales resultados coinciden con lo señalado por Briceño (2000) en el suroeste de la isla Margarita, quien observó una mayor abundancia en aguas costeras y una menor proporción en las estaciones más profundas. Un patrón similar de distribución para esta familia, ha sido discutido por PATRICK *et al.* (2021), quienes citan en la costa una mayor abundancia de larvas de especies costeras con huevos bentónicos

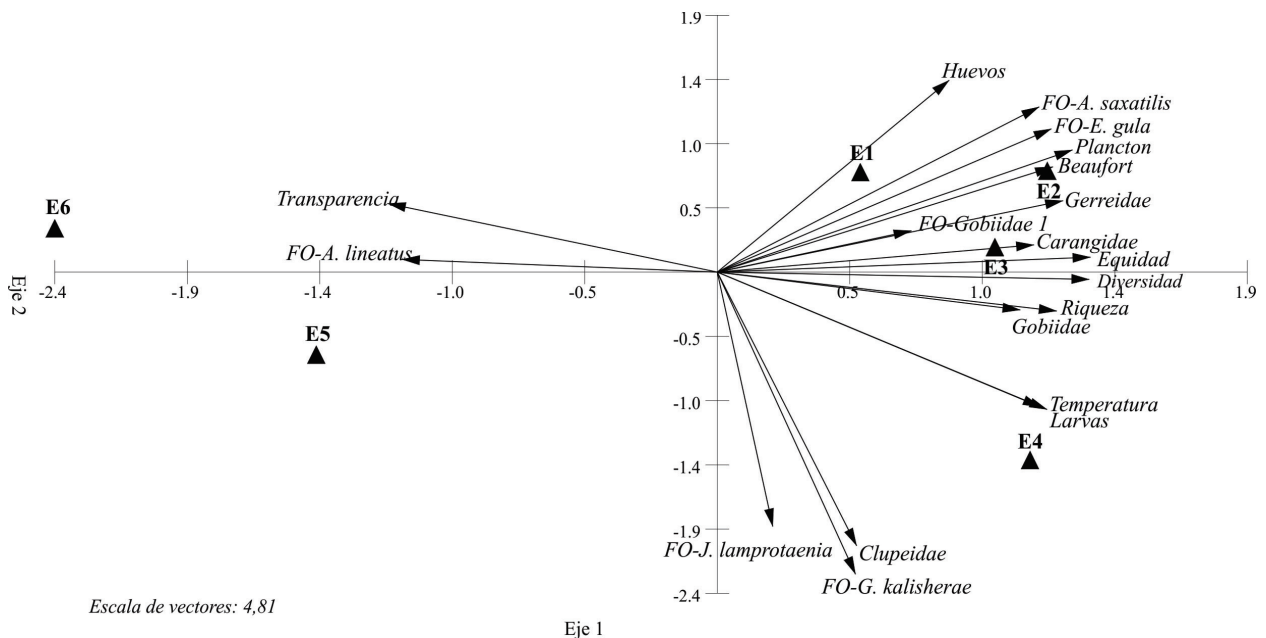


Fig. 7. Análisis de componentes principales para relacionar los parámetros ambientales y de los descriptores comunitarios entre las estaciones estudiadas, a través de todo el periodo de muestreos.

(Gobiesocidae y Gobiidae). A tal respecto, BREITBURG *et al.* (1995) señalaron que la localización de larvas del gobio desnudo (*Gobiosoma bosc*) en microhábitats de bajo flujo y cercanos a la costa, obedece a un comportamiento que permite a las larvas permanecer cerca de áreas adecuadas antes del asentamiento, ya que luego utilizarán hábitats bentónicos como juveniles, en lugar de ser arrastradas a hábitats oceánicos o profundos menos favorables. Un hecho que pudiera ser extendido a otras especies con puestas bentónicas dentro de las mencionadas familias.

Otro hallazgo de importancia, porque se distingue claramente de lo encontrado por otros autores en trabajos sobre ictioplancton en Venezuela, lo constituye la presencia de larvas de *Cosmocampus elucens*. Estas larvas, por tener las mismas características de los adultos, son fáciles de identificar en la categoría de especie. Por ello, resalta que no haya sido registrada en trabajos sobre ictioplancton de áreas cercanas, a pesar de haber otras especies de la familia. Por ejemplo, VILLALBA (2002), al sur de las islas de Margarita y Cubagua, observó larvas de *Syngnathus scovelli* y de *Syngnathus caribbaeus* pero no de *C. elucens*. En la entrada del Golfo de Cariaco, ALLEN (2006) encontró a *S. caribbaeus* en alta densidad y a al género *Hippocampus* sp., pero no a *C. elucens*. Igualmente pasa en el sur del Golfo de Cariaco, donde CEDEÑO (2008) sólo registra dentro de la familia a *Cosmocampus brachycephalus* y a un Syngnathidae sp. Los adultos de *C. elucens* son peces de fondos someros y aguas claras, generalmente sobre praderas de *Thalassia testudinum* (CERVIGÓN 1991). Curiosamente, en los muestreos de Las Caracas sólo apareció en las estaciones del bajo (E2 y E3) y en la estación más externa de las protegidas (E5), pero no fue observada en la estación E6, que está más cercana a áreas de mangles y *Thalassia*. CERVIGÓN (1991) apunta que los adultos de esta especie tienen una distribución en mosaico, es decir, que pueden ser muy abundantes en algunas localidades de un área relativamente pequeña, pero luego no estar presentes en toda el área. Algo similar pareciera estar sucediendo con las larvas, a pesar de que se esperaría una dispersión más amplia por efecto del viento y de las corrientes.

En cuanto a la variación espacial, los resultados de los análisis de varianza (Kruskall-Wallis) muestran diferencias entre las estaciones estudiadas, tanto respecto a variables ambientales como a parámetros comunitarios. El análisis de agrupamiento para relacionar las estaciones de acuerdo con la intensidad del viento y del oleaje,

concuera con el diseño hecho de una estación oceánica y profunda (E1), dos estaciones del Bajo (E2 y E3) y una zona insular pero también expuesta (E4), así como áreas someras costeras y completamente protegidas (E5 y E6). Respecto al resto de las variables ambientales no se encontraron diferencias significativas entre las estaciones, aun cuando existe una tendencia a una menor temperatura y una mayor transparencia del agua en las estaciones protegidas. Lo señalado queda resumido en el análisis de componentes principales, hecho para asociar las estaciones en función de los parámetros ambientales y comunitarios. De tal manera que la intensidad del viento y del oleaje y las consecuencias que sus fluctuaciones acarrear, parecieran ser, entre los factores ambientales medidos, los más determinantes en las variaciones espaciales encontradas.

La densidad de huevos de peces también es una variable que diferencia significativamente a las estaciones estudiadas, siendo las más profundas y externas a la costa (E1 y E2) las que tuvieron los valores más altos. De las dos estaciones nombradas, la que corresponde al margen externo (norte) del Bajo (E2) fue la que tuvo la densidad más alta de huevos. Se ha registrado que muchas especies de peces tropicales, migran hacia mar afuera con el propósito de reproducirse (JOHANNES 1978; SALE 1991). En la estación E2 se han observado las mayores agregaciones de peces en el bajo (ya mencionadas anteriormente), indicando que este sector quizás esté siendo utilizado como área de desove por ciertas especies. No obstante, también pudiera estar ocurriendo un fenómeno de transporte de huevos desde mar afuera y retención de los mismos en esta zona por efecto de la topografía del bajo. Se ha descrito que los promontorios submarinos dan lugar a giros de corrientes que promueven el enriquecimiento de la capa fótica y que, posiblemente, contribuyan al almacenamiento de zooplancton por razones mecánicas (FEDOROV & CHISTIKOV 1985). Un hallazgo que apoya este planteamiento es que, sobre el Bajo del Espíritu Santo, una montaña submarina del Golfo de California, se han registrado concentraciones de pigmentos altas respecto a áreas circundantes (SANTAMARÍA DEL ÁNGEL *et al.* 1994). Resultados similares son presentados por FENG *et al.* (2021) en China y sugieren un comportamiento general de agregación larvaria sobre promontorios submarinos en los diferentes océanos del planeta.

La estación que presentó mayor densidad de larvas fue la costera más próxima al bajo Las Caracas (E4),

TABLA 2. Listado general de las especies de larvas obtenidas en el sector Las Caracas y en áreas aledañas, entre septiembre de 2008 y agosto de 2009.

Taxón (estaciones donde fue capturado)	
Achiiridae	<i>Jenkinsia lamprotaenia</i> (Gosse, 1851) (1, 3-6)
<i>Achirus lineatus</i> (Linnaeus, 1758) (2-6)	<i>Sardinella aurita</i> Valenciennes, 1847 (2-6)
Apogonidae	Cynoglossidae
<i>Apogon binotatus</i> (Poey, 1867) (2-6)	<i>Symphurus</i> sp.1 (4)
Apogonidae 1 (1,3,4)	<i>Symphurus</i> sp.2 (5)
<i>Astrapogon alutus</i> (Jordan & Gilbert, 1882) (3)	<i>Symphurus</i> sp.3 (1-3,5,6)
<i>Phaeoptyx xenus</i> (Böhlke & Randall, 1968) (4)	<i>Symphurus</i> sp.4 (3,4,6)
Atherinidae	Dactylopteridae
Atherinidae 1 (1-3)	<i>Dactylopterus volitans</i> (Linnaeus, 1758) (1)
Atherinidae 3 (1)	Dactyloscopidae
<i>Atherinomorus stipes</i> (Müller & Troschel, 1848) (2,3,5)	<i>Dactyloscopus tridigitatus</i> Gill, 1859 (3-5)
Bleniidae	Engraulidae
Bleniidae 1(1-3)	<i>Anchoa</i> sp.1 (2-5)
Bleniidae 2 (1,4-6)	<i>Engraulidae</i> 1 (2,4,5)
<i>Scartella cristata</i> (Linnaeus, 1758) (1-5)	<i>Engraulidae</i> 2 (1,6)
<i>Parablennius marmoreus</i> (Poey, 1876) (2-4, 6)	<i>Engraulis eurystole</i> (Swain & Meek, 1884) (2-5)
Bregmacerotidae	Exocoetidae
<i>Bregmaceros cantori</i> Milliken & Houde, 1984 (2-5)	<i>Parexocoetus brachypterus</i> (Richardson, 1846) (1)
<i>Bregmaceros</i> sp.1 (3)	Gerreidae
Carangidae	<i>Eucinostomus argenteus</i> Baird & Girard, 1855 (1-3)
<i>Caranx crysos</i> (Mitchill, 1815) (2)	<i>Eucinostomus gula</i> (Quoy & Gaimard, 1824) (1-6)
<i>Caranx</i> sp.1 (6)	<i>Eucinostomus jonesii</i> (Günther, 1879) (1-4)
<i>Chloroscombrus chrysurus</i> (Linnaeus, 1766) (1-4)	<i>Gerres cinereus</i> (Walbaum, 1792) (2-4, 6)
<i>Decapterus punctatus</i> (Cuvier, 1829) (2-6)	Gobiesocidae
<i>Decapterus</i> sp.1 (4)	<i>Acyrtus</i> sp. (4)
<i>Naucrates ductor</i> (Linnaeus, 1758) (1,2)	Gobiidae
<i>Oligoplites</i> sp.1 (2)	<i>Bathygobius soporator</i> (Valenciennes, 1837) (1,2)
<i>Selar crumenophthalmus</i> (Bloch, 1793) (3)	<i>Coryphopterus venezuelae</i> Cervigón, 1966 (3,4)
<i>Selene</i> sp.1 (4)	<i>Ctenogobius saepepallens</i> (Gilbert & Randall, 1968) (3,4)
<i>Selene vomer</i> (Linnaeus, 1758) (3-5)	<i>Ctenogobius stigmaticus</i> (Poey, 1860) (2-3)
<i>Seriola</i> sp.1 (1,2)	<i>Elacatinus</i> sp.1 (1-5)
<i>Trachinotus</i> sp.1 (1,2)	Gobiidae 1 (2-6)
<i>Trachurus lathami</i> Nichols, 1920 (2,4)	<i>Gobionellus oceanicus</i> (Pallas, 1770) (3)
Clupeidae	Haemulidae
<i>Brevoortia</i> sp.1 (1,4)	Haemulidae 1 (3)
<i>Harengula</i> sp.1 (1, 3-6)	

Haemulidae 2 (1,6)

Haemulidae 3 (2-4)

Haemulidae 4 (2)

Haemulidae 5 (6)

Orthopristis rubra (Cuvier, 1830) (2,3)

Hemiramphidae

Hemiramphus balao Lesueur, 1821 (1,2)

Hemiramphus brasiliensis (Linnaeus, 1758) (2)

Hyporhamphus sp.1 (3-5)

Hyporhamphus sp.2 (3)

Labridae

Halichoeres bivittatus (Bloch, 1791) (2,4)

Labridae 1 (3)

Lachnolaimus maximus (Walbaum, 1792) (4,6)

Labrisomidae

Gobioclinus kalisherai (Jordan, 1904) (2-5)

Labrisomus sp.1 (2-5)

Malacoctenus triangulatus Springer, 1959 (2-4,6)

Lutjanidae

Lutjanus sp.1 (3,4)

Lutjanus sp.2 (3,5)

Lutjanus sp.3 (6)

Lutjanus sp.4 (2)

Monacanthidae

Stephanolepis sp.1 (5)

Mugilidae

Mugil sp.1 (2,3)

Mugil sp.2 (1-6)

Mullidae

Upeneus parvus Poey, 1852 (1)

Ophidiidae

Lepophidium sp.1 (4,5)

Lepophidium sp.2 (3,4)

Ophidiidae 1 (3,6)

Ophidiidae 2 (3)

Ophidion sp.1 (5)

Opistognathidae

Opistognathus aurifrons (Jordan & Thompson, 1905) (2)

Opistognathus sp.1 (4)

Ostracidae

Lactophrys sp.1 (1)

Paralichthyidae

Citharichthys sp.1 (2-5)

Etropus crossotus Jordan & Gilbert, 1882 (3-5)

Syacium gunteri Ginsburg, 1933 (3)

Syacium papillosum (Linnaeus, 1758) (4,6)

Phosichthyidae

Phosichthyidae 1 (4)

Pomacanthidae

Pomacanthidae 1 (5)

Pomacentridae

Abudefduf saxatilis (Linnaeus, 1758) (1-4)

Abudefduf taurus (Müller & Troschel, 1848) (1,2,5,6)

Stegastes sp.1 (3)

Scaridae

Scarus iseri (Bloch, 1789) (3)

Scarus taeniopterus Lesson, 1829 (3)

Sciaenidae

Bairdiella sp.1 (4,5)

Micropogonias furnieri (Desmarest, 1823) (5)

Sciaenidae 1 (5)

Sciaenidae 2 (3)

Scombridae

Auxis rochei (Risso, 1810) (1-4)

Scomber colias Gmelin, 1789 (2)

Scopelarchidae

Scopelarchidae 1 (2)

Scorpaenidae

Scorpaena brasiliensis Cuvier, 1829 (3)

Scorpaena plumieri Bloch, 1789 (1,3,3)

Scorpaenidae 1 (5)

Serranidae

Cephalopholis cruentata (Quoy & Gaimard, 1824) (1,3)

Diplectrum bivittatum (Valenciennes, 1828) (4)

Diplectrum radiale (Quoy & Gaimard, 1824) (1,3,5)

Epinephelus sp.1 (3)

Hypoplectrus puella/unicolor (1,2)

Serraniculus pumilio Ginsburg, 1952 (3,4)

Serranus sp.1 (2,3)

Sparidae

Archosargus rhomboidalis (Linnaeus, 1758) (1-3)

Sphyraenidae

Sphyraena barracuda (Edwards, 1771) (3)

Sphyraena guachancho Cuvier, 1829 (1-3)

Syngnathidae

Cosmocampus elucens Poey, 1868 (2,3,5)

Synodontidae

Synodontidae 1 (2-4)

Synodontidae 2 (3)

Synodontidae 3 (4,5)

Synodontidae 4 (5)

Synodontidae 5 (3,6)

Tetraodontidae

Cantigaster rostrata (Bloch, 1786) (3)

Lagocephalus laevigatus (Linnaeus, 1766) (2,3,5)

Sphoeroides sp.1 (1-3) (5)

Triglidae

Prionotus sp.1 (5)

Prionotus sp. (4,5)

NI 1 (2)

NI 2 (4)

NI 3 (5)

NI 4 (1)

NI 5 (2-4)

NI 6 (4)

NI 7 (2)

NI 8 (3)

NI 9 (2)

NI 10 (2)

NI 11 (2)

NI 12 (1)

NI 13 (1)

NI 14 (3)

	Estaciones	1	2	3	4	5	6
Total especies	142	42	65	79	60	45	23
Total familias	42	22	28	32	27	29	17

seguida por las dos estaciones propiamente del bajo (E2 y E3). Paralelamente, las zonas de muestreo con mayor diversidad de Shannon-Wiener y riqueza de especies, fueron también las del bajo (E2 y E3). De esta manera, bien sea por los fenómenos físicos ya referidos como por una intensa actividad reproductiva, los resultados catalogan a esta elevación submarina como un área de fundamental importancia para el sostenimiento del recurso pesquero en la zona. Más aún, cuando la segunda especie con mayor abundancia de larvas fue la sardina *Sardinella aurita*, cuya importancia ya ha sido reseñada en múltiples trabajos (CERVIGÓN 1991) y que experimentó una caída considerable en sus capturas desde el año 2005 hasta el 2016, afectando a un importante sector productivo de la región (GONZÁLEZ-CABELLOS 2020). A pesar de que en los años 2016, 2017 y 2018, las capturas se recuperaron hasta en un 300 %, para 2019 se observó un pequeño descenso, por lo que es de suma importancia proteger las áreas de desove de dicha especie y llevar un monitoreo apropiado de la distribución de sus larvas.

Tanto la diversidad como la riqueza y la abundancia de larvas, tuvieron los menores registros hacia las estaciones extremas del gradiente diseñado, es decir, en la más profunda y más expuesta al oleaje (E1) así como en las más protegidas, costeras y someras (E5

y E6). La estación E1 pareciera ser, dentro del área analizada, el extremo más alejado de la costa con actividad reproductiva de importancia, cuyos huevos pudieran ser llevados hasta la estación E2, donde tal vez sean retenidos por medios físicos de acuerdo con lo planteado por FEDOROV & CHISTIKOV (1985). A esto se uniría una intensa actividad reproductiva en todo el bajo, de manera tal que luego las larvas serían transportadas, por efecto del viento y las corrientes, hasta la isla Caracas Oeste (E4), como sitio -a su vez importante- de retención larvaria. De esta forma, la meseta sumergida estudiada actuaría como un gran exportador de peces hacia zonas costeras. Las estaciones más protegidas (E5 y E6) quedarían entonces como lugar de menor reproducción de peces y con acceso restringido a las larvas por razones mecánicas, particularmente la estación más interna (E6). Salvo los trabajos de FARIÑA *et al.* (2008) y FARIÑA & MÉNDEZ (2009), no se conoce ningún otro trabajo publicado en el bajo Las Caracas. En el marco de lo obtenido en esta investigación, cobra importancia la necesidad de ampliar los estudios a otros taxa y a otras áreas del bajo, incluyendo análisis de corrientes, con el objeto de confirmar los planteamientos hechos y con miras a establecer la zona como área de protección integral.

En general, los resultados obtenidos apoyan la hipótesis planteada de que la distribución, abundancia, riqueza densidad de larvas de peces en el sector Las Caracas, son variables que se ven afectadas por variaciones espaciales asociadas principalmente a diferencias de exposición al viento y al oleaje; así como por las fluctuaciones estacionales relacionadas con el efecto del viento sobre la temperatura. Este último elemento que conlleva el ingreso de nutrientes a las capas superficiales de agua y el consecuente aumento del plancton.

AGRADECIMIENTO

Este trabajo está realizado en homenaje al Dr. Baumar Marín Espinoza (QEPD), quien no sólo prestó sus equipos y materiales, así como las instalaciones del laboratorio a su cargo en el Instituto Oceanográfico de Venezuela, sino que sirvió y servirá por muchos años como inspiración y fuente de estímulo para seguir investigando y publicando. Honor a su memoria.

REFERENCIAS

- ALLEN, T. 2006. *Análisis ictioplanctónico de dos áreas costeras del Golfo de Cariaco, estado Sucre, Venezuela*. Trab. Grad. M. Sc. Ciencias Marinas, Universidad de Oriente, Cumaná, Venezuela, 95 pp.
- BAGDÓ, E. 1977. *Abundancia, distribución horizontal y biomasa del zooplancton en el Golfo de Cariaco, entre marzo y diciembre de 1975*. Trab. Grad. Lic. Biología, Universidad de Oriente, Cumaná, Venezuela, 59 pp.
- BREITBURG, D. L., M. A. PALMER & T. LOHER, 1995. Larval distributions and the spatial patterns of settlement of an oyster reef fish: responses to flow and structure. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 125: 45–60.
- BRICEÑO, R. 2000. *Abundancia, distribución y composición del ictioplancton del sudoeste del Estado Nueva Esparta, Venezuela*. Trab. Grad. Lic. Biología, Universidad de Oriente, Cumaná, Venezuela, 68 pp.
- BRITO, A. 1999. *Composición y abundancia de las larvas de peces del canal de entrada de La Restinga. Isla de Margarita, Venezuela, durante el período comprendido entre enero y junio 1995*. Trab. Grad. Lic. Acuicultura, Universidad de Oriente, Cumaná, Venezuela, 118 pp.
- CEDENO, 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*. Trab. Grad. Lic. Biología, Universidad de Oriente, Cumaná, Venezuela, 98 pp.
- CENAHP. 2021. Escala Beaufort-Intensidad del Viento. Centro Nacional de Alertas y Pronósticos Hidrometeorológicos, Venezuela. Disponible en http://cenaph.gob.ve/leyendas_simbolos/beaufort.php (revisada junio 2021).
- CERVIGÓN, F. 1991. *Los Peces Marinos de Venezuela*. Vol. I. 2da ed. Fundación Científica Los Roques, Cromotip, Caracas. 425 pp.
- CIECHOMSKI, J. 1981. *Atlas de zooplancton del Atlántico Sudoccidental y métodos de trabajo con el zooplancton marino*. En: *Publicación Especial del INIDEP*. Ed. D. Boltovskoy, Mar de Plata, Argentina, 829-850.
- DELOACH, N. & P. HUMANN. 2006. *Reef fish Behavior: Florida, Caribbean, Bahamas*. Jacksonville, New World Publications. 360 pp.
- ESTEVE, M. 1985. *Distribution, abundance and recruitment patterns of fish larvae around Cubagua Island, Venezuela*. Trab. Grad. M. Sc., University of Miami, USA. 156 pp.
- FAHAY, M. 1983. Guide to the early stages of marine fishes occurring in the Western North Atlantic Ocean, Cape Hatteras to the Southern Scotian Shelf. *J. Northwest Atl. Fish. Sci.* 4:1-423.
- FARIÑA, A., E. MÉNDEZ, S. SANT & E. ZAPATA 2008. Diferencias en la composición de especies de peces entre un arrecife rocoso-coralino y uno de octocorales en el Bajo Las Caracas, estado Sucre, Venezuela. *Bol. Centro Invest. Biol.* 42(2): 165–185.
- FARIÑA, A. & E. MÉNDEZ. 2009. Variación estacional de la estructura comunitaria de peces en dos arrecifes: rocoso-coralino y de octocorales, en el Bajo Las Caracas, Venezuela. *Rev. Biol. Mar. Oceanogr.* 44(1): 153-162.
- FEDOROV, V. V. & S. D. CHISTIKOV. 1985. *Landscapes of seamounts as indicators of the biological productivity of the surrounding waters*. En: *Biological bases of the commercial exploitation of open areas of the ocean*. Eds. Vinogradov M. E. & M. V. Flint, Academy of Sciences of the U.S.S.R, Commission on Problems of the World Ocean, Nauka Publication,

- Moscow. Translation 126 by W. G. Van Campen, SFCHL. National Marine Fisheries Service. NOAA, Honolulu, Hawaii. 96822-2396, pp. 221-230.
- FENG, Y., L. YAO, H. ZHAO, J. YU & Z. LIN. 2021. Environmental effects on the spatiotemporal variability of fish larvae in the Western Guangdong Waters, China. *J. Mar. Sci. Eng.* 9: 316-329.
- FERRAZ-REYES, E. 1989. Influencia de los factores físicos en la distribución vertical de la biomasa fitoplanctónica en el Golfo de Cariaco (Venezuela). *Bol. Inst. Oceanogr. Ven.* 28(1-2): 47-56.
- GALZIN, R., S. PLANES, V. DUFOUR & B. SALVAT. 1994. Variation in diversity of coral reef fish between French Polynesian atolls. *Coral Reefs* 13:175–180.
- GONZÁLEZ, E. 1984. Estudio preliminar sobre huevos y larvas de peces en el Estrecho de Maracaibo y la Bahía del Tablazo. *Bol. Cent. Invest. Biol.* 16: 97-117.
- GONZÁLEZ-ARMAS, R., R. FUNES & A. AMADOR. 2008. Estructura de la comunidad de larvas de peces en una montaña submarina del Golfo de California. *Hydrobiológica* 18(1): 77-88.
- GONZÁLEZ-BENCOMO, E. 1997. Composición y abundancia del ictioplancton en la costa oriental y occidental del Estrecho del Lago de Maracaibo, Venezuela. *Bol. Centro Invest. Biol.* 31(1): 22-56.
- GONZÁLEZ-CABELLOS, L. W. 2020. Estado de la evaluación de la pesquería de sardina en el estado Nueva Esparta Venezuela. FUNDATUN, Venezuela. Disponible en https://issuu.com/fundatun/docs/2020_08_rev_cofa/s/10931222 (revisada abril 2021)
- GUYAH, N., M. WEBBER & K. PROSPERE. 2021. An assessment of the larval fish diversity within a coastal marine reserve. *Reg. Stud. Mar. Sci.* 43: 101-155.
- HEATH, M. R. 1992. Field investigations of the early life stages of marine fishes. *Adv. Mar. Biol.* 28: 1-173.
- HERRERA-REVELES, A., B. MARÍN, A. BRITO & E. RAMOS. 2009. Dos métodos de muestreo de larvas y estadios pelágicos tempranos de peces sobre los ecosistemas marinos costeros: Una comparación realizada en la Bahía de Mochima, Parque Nacional Mochima, Venezuela. *GCFI* 62: 246-251.
- HOLDEN, M. & D. RAITT. 1975. *Manual de ciencias pesqueras. Parte 2: Métodos para investigar los recursos y su aplicación.* FAO, N° 15. 221 pp.
- HUANG, D., X. ZHANG, Z. JIANG, J. ZHANG, I. ARBI, X. JIANG, X. HUANG & W. ZHANG. 2017. Seasonal fluctuations of ichthyoplankton assemblage in the northeastern South China Sea influenced by the Kuroshio intrusion. *J. Geophys. Res.* 122(9):7253-7266.
- JOHANNES, R.E. 1978. Reproductive strategies of coastal marine fishes in the tropics. *Env. Biol. Fish.* 3: 65-84.
- KENDALL, W. & A. MATARESE. 1994. Status of early life history descriptions of marine teleosts. *Fish. Bull.* 92: 725-736.
- KINGSFORD, M. J. 1988. The early life history of fish in coastal waters on northern New Zealand: A review. *NZ. J. Mar. Freshw. Res.* 22: 463-479.
- KOVACH, COMPUTING SERVICE. 2006. Multi Variate Statistical Package (MVSP), Versión 3.13n. Kovach Computing Services: The easy and inexpensive way to analyze your data. Disponible en <http://www.kovcomp.com> (revisado junio 2021).
- LEIS J., M. 1993. Larval fish assemblages near Indo-Pacific coral reef. *Bull. Mar. Sci.* 53: 362-392.
- LEIS, J. M. 2004. Vertical distribution behaviour and its spatial variation in late-stage larvae of coral-reef fishes during the day. *Mar. Freshw. Behav. Physiol.* 37(2): 65–88.
- LEIS, J.M. 2021. Perspectives on larval behaviour in biophysical modelling of larval dispersal in marine, demersal fishes. *Oceans* 2: 1–25.
- LUCKHURST, B. E. & H. POWLES. 1986. Ichthyoplankton of the central Venezuelan coast: Composition, abundance and seasonality. *North. Gulf. Sci.* 8(2): 129-141.
- MARGALEF, R. 1980. *Ecología.* Tercera Edición. Omega, S. A., Barcelona, España. 968 pp.
- MARÍN B., A. GÓMEZ & L. UROSA. 1989. Taxonomía y distribución del ictioplancton de la fosa de Cariaco en octubre de 1979. *Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela* 28(1 y 2): 15-28.
- MATSUURA, Y., A. SILVA, M. KATSURAGAWA & K. SUZUKI. 1993. Distribution and Abundance of Two Species of Codlet (Teleostei, Bregmacerotidae) Larvae from the South-Eastern Brazilian Bight. *Fish. Oceanogr.*, 2 (2): 82-90.

- MOSER, H., W. RICHARDS, D. COHEN, M. FAHAY, A. KENDALL & S. RICHARSON. 1984. Ontogeny and systematic of fishes. *Amer. Soc. Ichthyol. Herpetolog.* 1:1-760.
- NORCROSS, B. I. & R. F. SHAW. 1984. Oceanic and estuarine transport of fish eggs and larvae: a review. *Trans. Am. Fish. Soc.* 113: 153-165.
- OKUDA, T. 1978. Condiciones hidrográficas de las aguas superficiales de la fosa de Cariaco y áreas adyacentes. *Bol. Inst. Oceanog. Venezuela* 21(1-2): 3-12.
- PATRICK, P., N. WEIDBERG, W.S. GOSCHEN, J.M. JACKSON, C.D. MCQUAID & F. PORRI. 2021. Larval Fish Assemblage Structure at Coastal Fronts and the Influence of Environmental Variability. *Front. Ecol. Evol.* 9:684502
- RADHA, E. 2007. *Abundancia y distribución del ictioplancton en la plataforma externa de la Fachada Atlántica de Venezuela*. Trab. Grad. Lic. Biología, Universidad de Oriente, Cumaná, estado Sucre, Venezuela, 111 pp.
- RATHNASURIYA, M. I. G., A. MATEOS-RIVERA, R. SKERN-MAURITZEN, H. B. U. WIMALASIRI, R. P. P. K. JAYASINGHE, J. O. KRAKSTAD & P. DALPADADO. 2021. Composition and diversity of larval fish in the Indian Ocean using morphological and molecular methods. *Mar. Biodiv.* 51: 39-54.
- RICHARDS, W. J. 2006. *Early stages of Atlantic fishes: an identification guide for western central North Atlantic*. CRC Press, Boca Ratón, Florida, USA. 88 pp.
- RODRÍGUEZ, J. M., F. ALEMANY & A. GARCÍA. 2017. *A guide to the eggs and larvae of 100 common Western Mediterranean Sea bony fish species*. FAO, Roma. 256 pp.
- SALE, P. F. 1991. *The ecology of fishes on coral reefs*. Academic Press, San Diego, California, USA. 754 pp.
- SANTAMARÍA DEL ÁNGEL, E., S. ÁLVAREZ BORREGO & F. E. MÜLLER-KARGER. 1994. Gulf of California biogeographic regions based on a coastal zone colour scanner imagery. *J. Geophys. Res.* 99: 7411-7421.
- SHANNON, C.E. 1948. The mathematical theory of communication. *Bell System Tech. J.* 27: 379-423 y 623-656.
- SINCLAIR, M. & POWER, M. 2015. The role of “larval retention” in life-cycle closure of Atlantic herring (*Clupea harengus*) populations. *Fish. Res.* 172: 401-414.
- WEIGT L.A., C. C. BALDWIN, A. DRISKELL, D. G. SMITH, A. ORMOS & E. A. REYIER. 2012. Using DNA Barcoding to Assess Caribbean Reef Fish Biodiversity: Expanding Taxonomic and Geographic Coverage. *PLoS ONE* 7(7): e41059. Disponible en <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0041059> (revisada octubre 2021).
- WHITNEY, J. L., J. M. GOVE, M. A. MCMANUS, K. A. SMITH, J. LECKY, P. NEUBAUER, J. E. PHIPPS, E. A. CONTRERAS, D. R. KOBAYASHI & G. P. ASNER. 2021. Surface slicks are pelagic nurseries for diverse ocean fauna. *Sc. Rep.* 11, 3197. Disponible en: <https://doi.org/10.1038/s41598-021-81407-0> (revisada abril 2021).

RECIBIDO: SEPTIEMBRE 2021

ACEPTADO: NOVIEMBRE 2021