

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Keywords: larvae, temporary, upwelling, fish, plankton

## INTRODUCCIÓN

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

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

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

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

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

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

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

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

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

## MATERIALES Y MÉTODOS

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

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

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

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

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

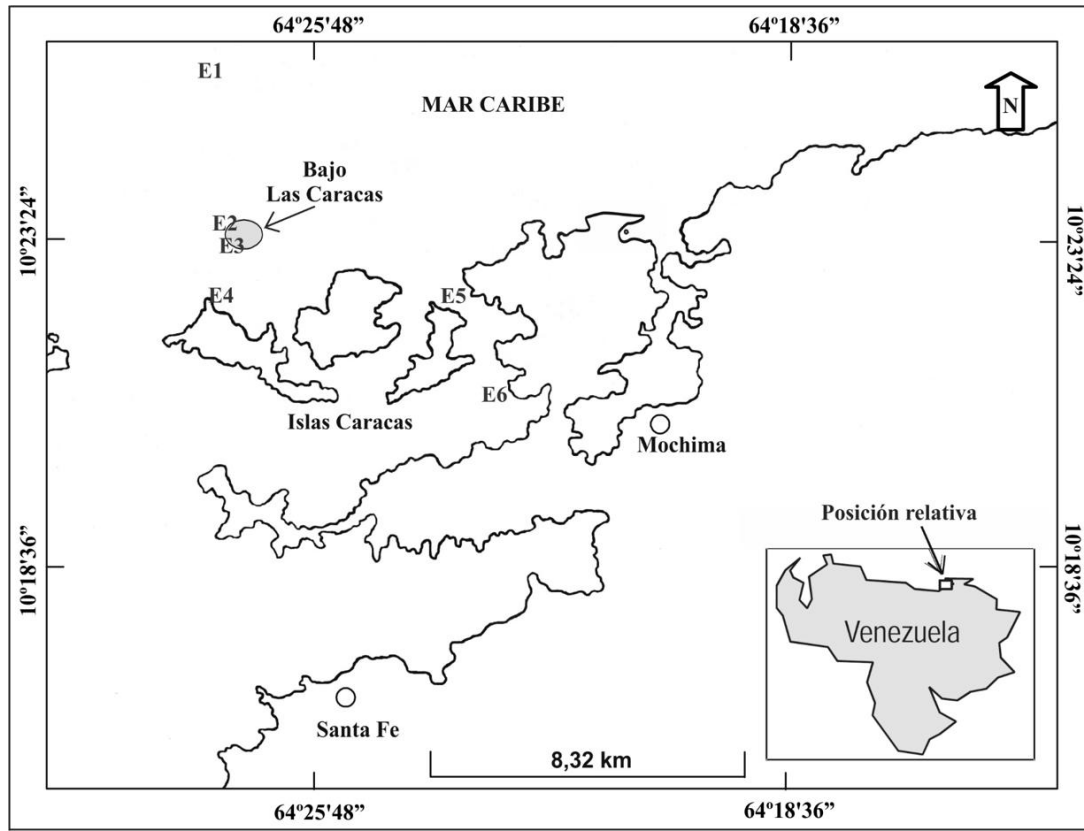


Fig. 1. Mapa de un sector del Parque Nacional Mochima, estado Sucre, Venezuela, donde se indica la ubicación de las estaciones de muestreo (E).

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

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

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

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

## RESULTADOS

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

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

### Estación 1

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

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

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

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

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

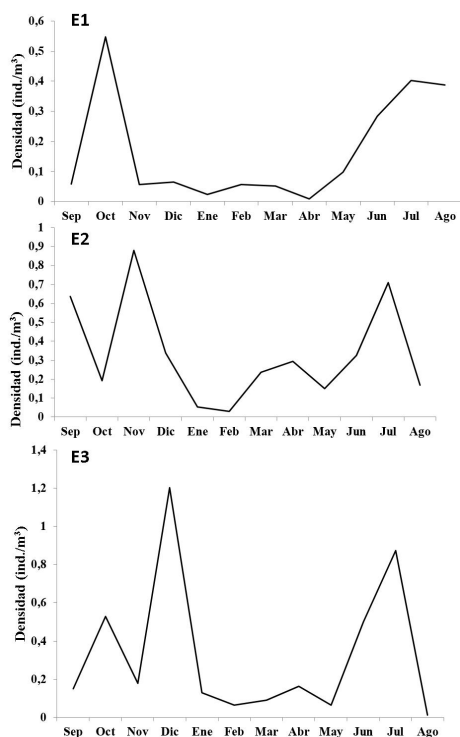


Fig. 2. Cambios mensuales en la abundancia de las especies de larvas para las tres primeras estaciones de muestreo en Las Caracas, estado Sucre, Venezuela.

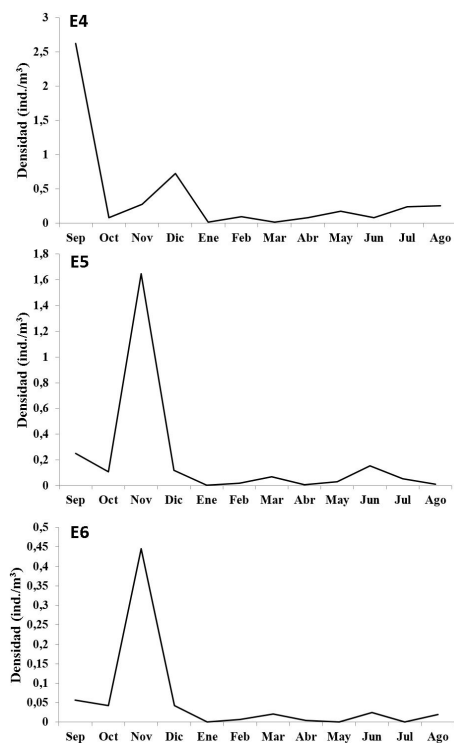


Fig. 3. Cambios mensuales en la abundancia de las especies de larvas para las tres últimas estaciones de muestreo en Las Caracas, estado Sucre, Venezuela.

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

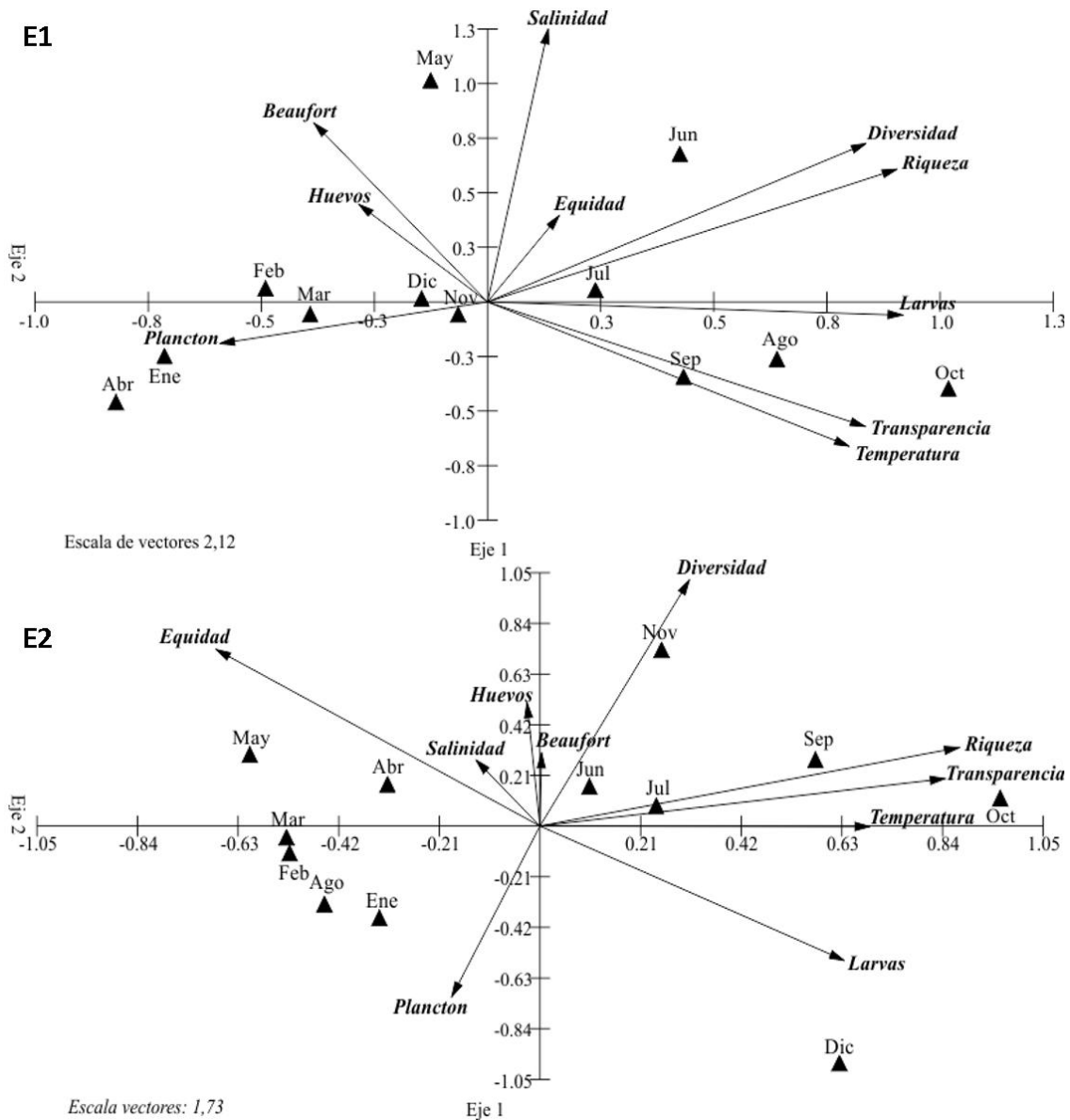


Fig. 4. Análisis de componentes principales para relacionar los meses de muestreo en función a parámetros ambientales y comunitarios, en las estaciones de muestreo E1 y E2 de Las Caracas, estado Sucre Venezuela.

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

## Estación 2

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

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

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

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

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

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

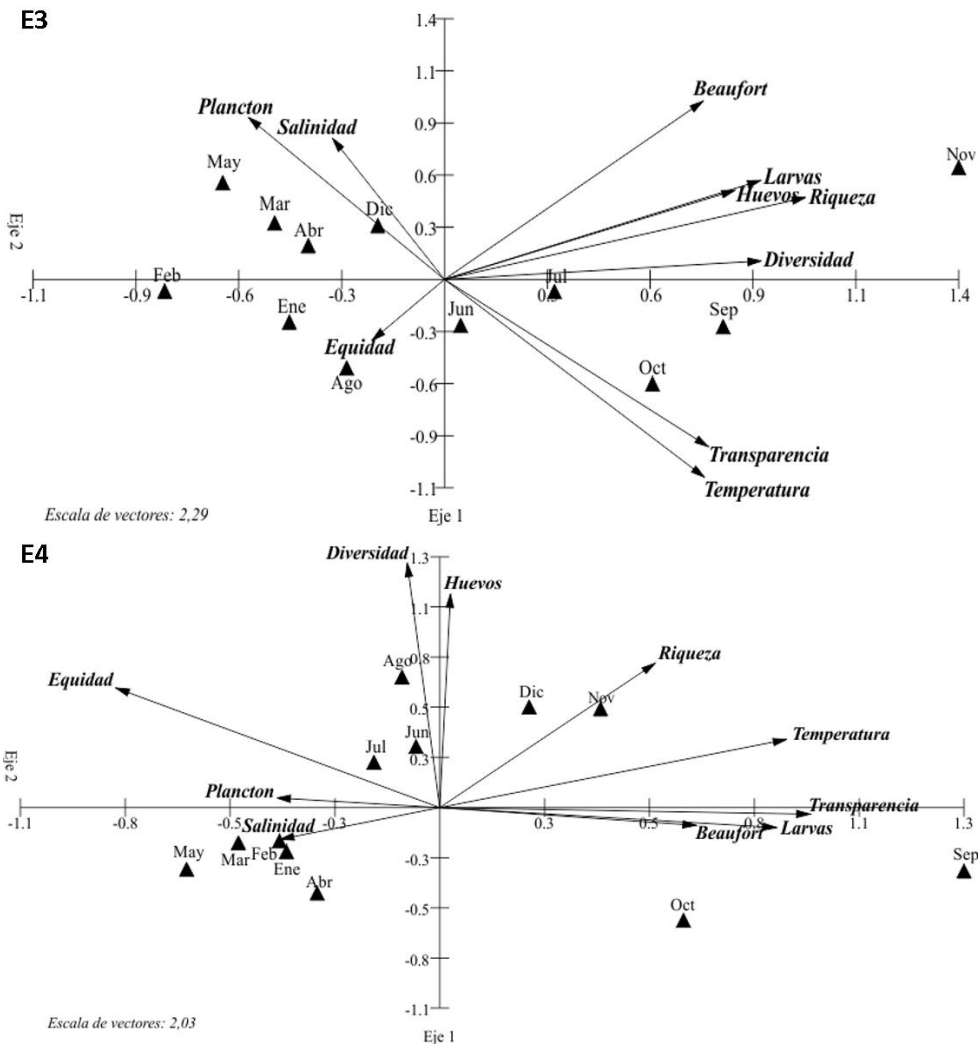


Fig. 5. Análisis de componentes principales para relacionar los meses de muestreo en función a parámetros ambientales y comunitarios, en las estaciones de muestreo E3 y E4 de Las Caracas, estado Sucre Venezuela.

### Estación 3

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

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

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

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

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

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

#### Estación 4

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

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

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

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

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

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

#### Estación 5

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

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

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

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

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

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

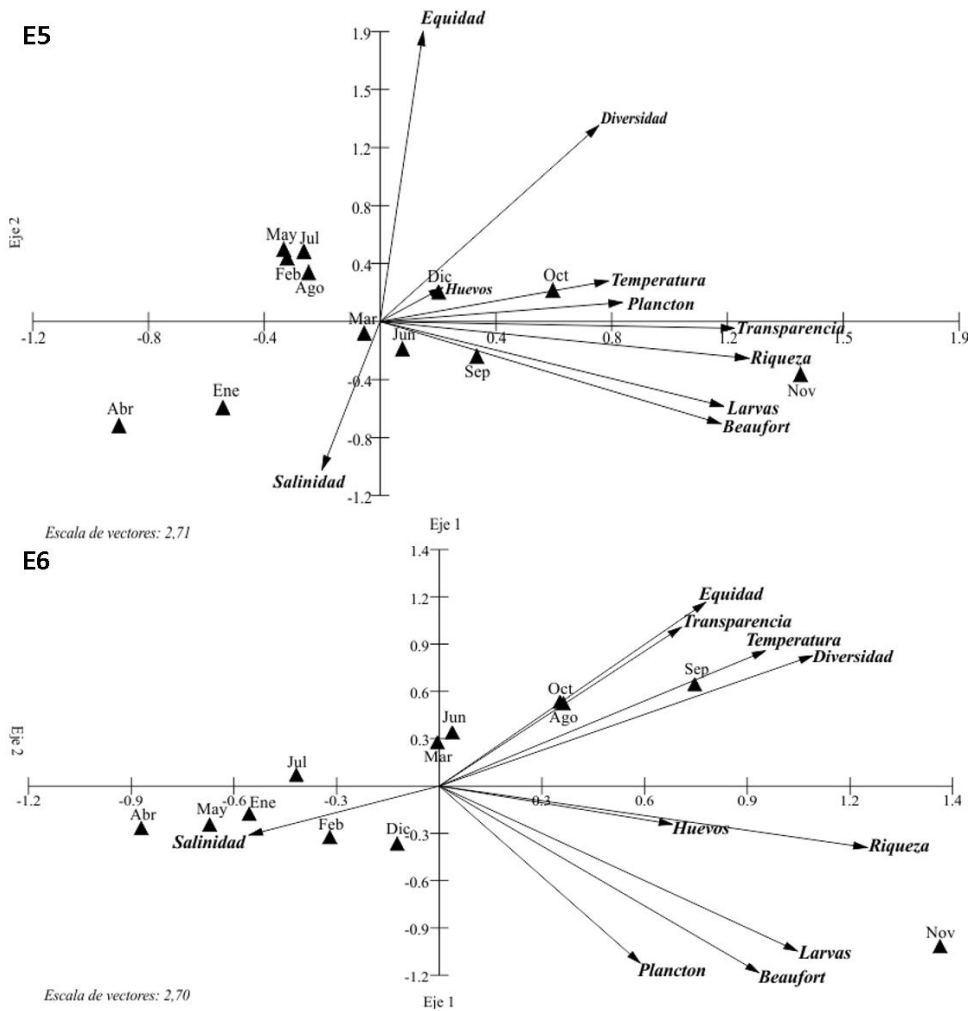


Fig. 6. Análisis de componentes principales para relacionar los meses de muestreo en función a parámetros ambientales y comunitarios, en las estaciones de muestreo E5 y E6 de Las Caracas, estado Sucre Venezuela.

## Estación 6

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

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

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

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

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

## DISCUSIÓN

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

## AGRADECIMIENTOS

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

## REFERENCIAS

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

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

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

URIAS, H. 2011. Respuesta de la comunidad de larvas de peces en el sur de la corriente de California ante la intrusión anómala de agua subártica y el evento El Niño 2002-2004.. Trab. Grad. M. Sc. Manejo de Recursos Marinos, Instituto Politécnico Nacional, Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, La Paz, Baja California Sur, México. 137 pp.

VILCHIS, L. I., L. T. BALANCE & W. WATSON. 2009. Temporal variability of neustonic ichthyoplankton assemblages of the eastern Pacific warm pool. *Deep Sea Res. Part I Oceanogr. Res. Pap.* 56(1):125-140.

RECIBIDO: SEPTIEMBRE 2022

ACEPTADO: MARZO 2022