

Publicación Especial
Fernando Cervigón

Homenaje postumo al docente, investigador, ictiólogo, escritor e insigne ser humano

Editado por:

Oscar Díaz-Díaz, Alfredo Gómez-Gaspar, Bladimir Rodríguez & Brightdoom Márquez



Boletín del Instituto Oceanográfico de Venezuela

Vol. 57. N° 1

ISSN 0798-0639

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

CUMANÁ – VENEZUELA

COMITÉ EDITORIAL

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

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

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

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

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

CARMEN TERESA RODRÍGUEZ
Universidad de Carabobo,
Carabobo, Venezuela.

JULIÁN CASTAÑEDA
Instituto Oceanográfico de Venezuela,
Cumaná, Venezuela.

VICTOR HUGO DELGADO BLAS
Universidad Quintana Roo,
México.

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

EDGAR ZAPATA VÍVENES
Universidad de Oriente,
Cumaná, Venezuela.

MARIO LONDOÑO MESA
Universidad de Antioquía,
Medellín, Colombia.

JOSÉ GREGORIO RODRÍGUEZ
Universidad de Carabobo,
Carabobo, Venezuela.

Indizada en :

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

*Fondo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación
(FONACIT)
Nº Reg.- 19990243*

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

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

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

INSTITUTO OCEANOGRÁFICO DE VENEZUELA

MAYRÉ JIMÉNEZ
Directora

IVIS FERMÍN
Jefe Departamento de Oceanografía

NIEVES AGUADO
Jefe Departamento de Biología Pesquera

JORGE BARRIOS
Jefe Departamento de Biología Marina

MARY ISABEL SEGNINI DE BRAVO
Coordinador Postgrado en Ciencias Marinas

BRIGHTDOOM MÁRQUEZ
Editora Jefe

OSCAR DÍAZ DÍAZ
Editor Asociado

BLADIMIR RODRÍGUEZ Y ALFREDO GÓMEZ
Editores Adjuntos para este volumen

EDYMR PARRA
Asistente Técnico

E-mail: jeiovudo@gmail.com
<http://www.ojs.udo.edu.ve/index.php/boletiniov>

CONTENIDO

	Página
Prólogo	2
BASTIDA, R. Fernando Cervigón un excelente científico y un gran ser humano: Un testimonio personal.	3
CERVIGÓN, F. Nueva especie de lenguado del género <i>Gymnachirus</i> (Pleuronectiformes: Achiridae) del norte de Isla Margarita.	11
ECHAVARRÍA, G. & A. MACHADO-ALLISON. Parámetros reproductivos de los bagres (orden Siluriformes) en el caño La Piedra, planicie de inundación del Río Arauca, Venezuela.	15
SCELZO, M.A., F. CERVIGÓN [†] , J. APARICIO [†] , M. MARTÍNEZ-ESPINOSA, M. TORTI [†] & J. HERNÁNDEZ-MARTÍNEZ. Cultivo experimental de camarones Peneidos en la Granja de Cultivos Marinos de la Universidad de Oriente, Isla Margarita, Venezuela.	28
DÍAZ DE ASTARLOA, J.M. Osteología comparada en tres especies simpátricas del género <i>paralichthys</i> (pleuronectiformes, paralichthyidae) del atlántico suroccidental. Esqueletos axial, postcraneal y apendicular.	45
RODRÍGUEZ-QUINTAL, J.G., C. RODRÍGUEZ & E. VILLAMIZAR. Peces criptobentónicos arrecifales de Isla de Aves: Nuevos registros y/o descripciones para Venezuela.	59
GÓMEZ-GASPAR A. Crisis de la pesca de sardina en Venezuela: posible causa un cambio de régimen.	70
BALZA M.A., B. MARÍN, A. SILVA & L. TROCCOLI. Dinámica espacial y temporal del ictioplancton en el caño Mánamo, delta Orinoco, Venezuela.	83
NÚÑEZ, J.G. & B. MARÍN. Edad y crecimiento en la fase larval de <i>Bregmaceros cantori</i> (MILLIKEN & HOUDE, 1984) (Pisces: Bregmacerotidae), en la fosa de Cariaco, Venezuela.	97
CERVIGÓN, F. Aportes a la ictiología de Venezuela obtenidos al norte de la Península de Macanao (Isla Margarita) Venezuela.	113
SCELZO, M. Biodiversidad, abundancia y densidad de ejemplares juveniles de camarones peneidos capturados en la Laguna La Restinga. Isla Margarita. Venezuela.	125
RODRÍGUEZ, B. & P. RODRÍGUEZ. Biografía de Fernando Cervigón.	157

PRÓLOGO

Nada más acertado que los Editores del Boletín Oceanográfico de Venezuela decidieran dedicar este número en homenaje póstumo al Dr. Fernando Cervigón, este insigne investigador fue pilar fundamental de la docencia e investigación en las Ciencias Marinas de Venezuela y el Ictiólogo de mayor proyección y trascendencia tanto en Venezuela, como en el resto de la Región Caribeña; su conocida obra “Los Peces Marinos de Venezuela”, siete volúmenes de consulta obligada por estudiosos de las ciencias marinas regionales, particularmente vinculados a la ictiología, constituyendo su herencia científica que trascenderá en el tiempo en nuestro país y Latinoamérica. Para esta iniciativa se solicitó colaboración de antiguos colegas del Dr. Cervigón quienes en alguna etapa de su vida trabajaron a su lado en la Universidad de Oriente en Margarita y otros asistieron a sus cursos de ictiología impartidos dentro o fuera del país; además de algunos jóvenes que iniciaron estudios ictiológicos con las enseñanzas de este insigne científico. La mayoría respondió afirmativamente para enviar su contribución dentro del plazo establecido oportunamente.

Gracias a la respuesta ante esta convocatoria se logró reunir una docena de trabajos; y aunque la mayoría son sobre peces, se incluye uno sobre cultivo de camarones, en el cual el Dr. Cervigón participo hace muchos años, ya que fue la promoción de la acuicultura, como alternativa a la pesca y fuente alterna de producción de proteína animal, otro de los intereses y logros de este apasionado científico. Por lo cual al vincularse a la Universidad de Oriente, su interés fundamental fueron los cultivos marinos y que permitió la construcción de la primera granja de cultivo marino en Venezuela y coadyuvar en la creación de la Escuela de Ciencias Aplicadas del Mar. Asimismo, el Dr. Cervigón tenía claro que si bien en otras latitudes los cultivos de especies asiáticas de camarones eran exitosas, primero se debería estudiar la potencialidad de las especies nativas, en lo cual coincidieron carcinólogos argentinos contratados para las investigaciones con camarones, esta situación explica el artículo sobre el crecimiento de especies de camarones autóctonos, obtenidos por el Dr. Marcelo Scelzo gracias a su liderazgo y trabajo incesante; y también a Max Padrón Michelena, quien fuera pionero en el cultivo comercial de camarones en Venezuela.

El Boletín del Instituto Oceanográfico y los investigadores que participaron en este número especial dedicado a Fernando Cervigón coinciden en señalar que es un deseo que la trayectoria ejemplar de este insigne académico e investigador sirva para incentivar la recuperación de la academia, la formación de nuevos profesionales y eventualmente la producción científica en la Ictiología y otras ciencias marinas en Venezuela; y por otro lado que se necesitarían varios volúmenes de este boletín para publicar los artículos de todos aquellos ictiólogos, biólogos marinos y pesqueros que este gran ser humano formó a lo largo de su dilatada vida académica.

Mención especial debemos hacer a la condición humana de Fernando Cervigón que le hizo ser el protector de los pescadores artesanales de Venezuela a quienes con humildad reconocía haber sido sus mejores profesores de ictiología. El muy querido y ya desaparecido Profesor Juan Bolaños a quien este boletín también le dedico un número especial, expreso, en el homenaje que le fue hecho al Dr. Cervigón, durante el Primer Congreso de Ictiología en Venezuela (Julio, 2016), las siguientes palabras: *Fernando es el faro que ilumina el barco que navega en los mares venezolanos, lleno de sus jóvenes estudiantes a quienes enseñó no solo los secretos de las ciencias marinas sino también a respetar y aprender de los pescadores, hombres de mar con un elevado conocimiento del mar y sus recursos.*

Bladimir Rodríguez y Alfredo Gómez-Gaspar

Margarita, febrero, 2019

FERNANDO CERVIGÓN UN EXCELENTE CIENTÍFICO Y UN GRAN SER HUMANO: UN TESTIMONIO PERSONAL

RICARDO BASTIDA

Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras (IIMyC) UNMDP-CONICET, Mar del Plata, Argentina

E-mail: bastidaricardo@gmail.com

Recordar al Dr. Fernando Cervigón en esta publicación en su honor y, habiendo transcurrido un año de su muerte, produce en quienes lo conocimos un doble sentimiento.

Por una parte nos embarga la tristeza de saber que ya no tendremos las interesantes y entretenidas charlas del pasado, pero por otra genera gran alegría recordarlo como profesional y amigo desde hace más de medio siglo y saber que por muchas generaciones se seguirá valorando tanto su tarea científica como humanitaria.

Siempre me resultó interesante que fuera un español -de tierras valencianas- quien valorara y exaltara la cultura de los pescadores artesanales de esta zona del Caribe Venezolano. Precisamente durante mi permanencia en Isla Margarita y frecuentes visitas de trabajo a Cubagua él me hizo conocer todas las virtudes de esta gente simple y trabajadora, pero también de gran sabiduría. Desgraciadamente, con el correr de los años, esta comunidad se encuentra en proceso de grandes cambios y estimo que no faltará mucho para que se extinga, o pierda sus valores originales.

La presente nota no pretende ser una semblanza del Dr. Cervigón. No tendría sentido reiterar aspectos que ya han sido detalladamente descritos en el excelente relato sobre la vida de este investigador por parte del Dr. Alfredo Gómez Gaspar en el Boletín del Instituto Oceanográfico de Venezuela publicado en 2017. Sin embargo, quiero detenerme en la foto que ilustra dicha semblanza donde se observa a Fernando de cuerpo entero en Punta Piedras a poco de arribar a Isla Margarita en 1960. Junto a él se observa un cardón de gran porte, flora desértica que coleccionaría más adelante una vez que se instalara en su solitaria casa de la Salina. La imagen de Fernando, mirando al horizonte, da la impresión de un hombre joven que medita -tal vez- sobre cuál sería su futuro en esta isla tan particular y poco conocida. Seguramente le habrán surgido dudas, tal vez algunos temores, pero no

vaciló en poner todo su esfuerzo y conocimiento durante las siguientes décadas. Sorprendió al mundo de la ciencia y a los venezolanos con su magnífica obra científica y humanitaria junto a los habitantes de Isla Margarita, lugar para ese entonces poco conocido del Caribe.

Quienes conocimos al Dr. Cervigón, que luego pasó a ser Fernando para mí y yo Ricardo para él, sabemos de su entereza para enfrentar las numerosas adversidades que tuvo durante sus primeros años en Venezuela y que supo superar exitosamente.

Mi vínculo con Fernando surge con motivo de su primera visita a la Argentina -en 1970- para dictar el Curso de Morfología Ósea, Sistemática y Ecología de Peces, auspiciado por la UNESCO. Dicho curso se dictó en el Instituto de Biología Marina de Mar del Plata



(octubre-diciembre 1970), precisamente la institución donde yo trabajaba.

Dicho centro de investigaciones fue una de las instituciones pioneras de Latinoamérica, creada al inicio de la década del 60, donde podríamos decir se inicia la Biología Marina con un concepto moderno en nuestro continente. La misma contaba con contrapartes pioneras similares en países de la región como Chile, Brasil, Colombia, Venezuela y México. En realidad, éramos pocos los especialistas en toda Latinoamérica dedicados a las Ciencias del Mar, en comparación con los numerosos recursos humanos actuales. En aquellas épocas casi todos sabíamos de la existencia del otro. Los contactos podían ser personales, por carta, por simples referencias que pasaban de boca en boca o por la lectura de los pocos trabajos científicos que se publicaban para ese entonces. Algo muy distinto a la inmensa producción científica concretada hacia fines del siglo XX e inicios del XXI y, obviamente, al rol transformador que jugó la computación e internet en cuanto al acceso a información general, trabajos científicos y contactos entre colegas.

Este primer curso dictado por el Dr. Cervigón en la Argentina no sólo nos capacitó en aspectos de la ictiología que no se habían desarrollado anteriormente en el país, sino también en el conocimiento óseo profundo de distintas especies y su importancia en la taxonomía del grupo. También este primer contacto me permitió realizar junto a este excelente investigador mi primer trabajo sobre taxonomía de especies de peces poco frecuentes o no citadas para las costas argentinas y que yo venía colectando en Mar del Plata desde hacía varios años antes de su llegada. Dicho trabajo contó además con las excelentes ilustraciones de Jesús Ramos, “Chuito”, que yo conocería personalmente tan solo un año después.

Casualmente uno de los grandes méritos de Cervigón fue su gran amor hacia la comunidad de pescadores artesanales, a los que paulatinamente fue incorporando y formando dentro de sus actividades científicas. Para esas épocas no eran muchos los hijos de pescadores de Margarita que hubieran completado su escuela primaria, de tal manera que Fernando se ocupó de convocar aquellos que habían podido completar estos estudios básicos para integrarlos a sus actividades y que, con el tiempo, se convirtieron en grandes especialistas en las tareas que él les asignaría. Entre ellos podemos recordar a Agustín Aguado que trabajaría como técnico químico; Efigenio Velásquez se ocuparía de la colección de peces;

Gustavo Marval a cargo de la logística del laboratorio y salidas de campo, mientras que Pablo Rodríguez y Jesús Ramos tendrían a su cargo realizar ilustraciones de las especies de peces, que al tiempo lograrían una calidad poco frecuente en los ámbitos científicos actuales. Estimo que esta vocación de Fernando de educar y capacitar a los jóvenes tuvo su origen durante la escuela secundaria en la Congregación de los Hermanos Maristas, ya que dicha congregación alienta y da prioridad a la educación de los jóvenes y gran parte de ellos dirigen escuelas primarias, secundarias y universidades a lo largo de todo el mundo.

También poseía una gran sensibilidad artística y conocimiento de la plástica. Casualmente Fernando fue una de las personas que me alentó en mis actividades plásticas a partir de la década de los 80. Parte de mi producción artística tenía a los peces como temática principal y fueron abordados con técnicas plásticas muy diversas. Él decía que mis obras le gustaban pues los peces tomaban vida, relataban algunas historias y no siempre podía determinar si eran especies ya descritas, comentario que acompañaba con una pícaro sonrisa... Su apoyo alentó fuertemente esta actividad, paralela a la investigación científica como también lo fue la fotografía submarina desde muchos años antes.

Después del primer curso de 1970, el Dr. Cervigón realizó varios viajes más a la Argentina y en todos ellos volvimos a encontrarnos. Tanto los cursos, como las Tesis y trabajos científicos que dirigió permitieron que nuevas generaciones de jóvenes biólogos profundizaran en la taxonomía y morfología de los peces. De esta forma surgieron localmente, tanto en el Instituto de Biología Marina, luego convertido en INIDEP, como en la Universidad Nacional de Mar del Plata, nuevos especialistas con conocimientos muy sólidos.

Entre ellos cabe mencionar a la Dra. Berta Cousseau, al Dr. Juan Martín Díaz de Astarloa y al Dr. Daniel Figueroa, los que a su vez han formado a muchos ictiólogos entre las nuevas generaciones de jóvenes investigadores de la Argentina. Situaciones similares se crearon en instituciones de Colombia, Chile, República Dominicana, Puerto Rico y obviamente Venezuela.

El Dr. Cervigón durante sus primeros viajes sembró las semillas de este nuevo enfoque de la ictiología y, a su vez, más adelante recibió en Venezuela a becarios herederos de esas primeras semillas sembradas durante sus viajes, como el caso del Dr. Juan Martín Díaz de Astarloa que concurrió al Curso que el Dr. Cervigón dictó en Los Roques en 1988.

Sin saberlo, y antes de conocer a Fernando, compartimos amistades e incluso puede que nos hayamos cruzado en algún momento en Barcelona. Fue precisamente en 1964 cuando viví durante muchos meses en dicha ciudad, y concurría asiduamente al laboratorio del Dr. Ramón Margalef para tener su opinión sobre un trabajo que estábamos redactando. Se trataba del primer estudio de Ecología de Comunidades Bentónicas de Patagonia con aplicación de buceo autónomo, que realizamos con el Dr. Santiago Olivier e Isabel Kreibhom a comienzos de la década del 60. Casualmente para 1964 Fernando, que era amigo del Dr. Margalef y quien le había sugerido doctorarse, estaba por ese tiempo preparando y defendiendo su Tesis Doctoral sobre los Peces de Venezuela. También tuvimos otros conocidos en común, sobre los que recientemente me entero gracias al trabajo de Alfredo Gómez Gaspar. Me refiero al Almirante Carlos Capurro, de la Armada Argentina y primer oceanógrafo argentino que se diplomó en EEUU, y apoyó desde su cargo en Naciones Unidas las gestiones iniciales que Fernando realizó en EEUU en 1960, mientras estaba en la Fundación La Salle. Personalmente conocía al Dr. Capurro, una excelente persona y gran profesional, cuando era Director del Servicio de Hidrografía Naval de Argentina. Otro personaje que tampoco sabía que había estado vinculado con Fernando en la Fundación La Salle fue el Dr. Robert Menzies a quien yo conocía por carta, dado que era especialista en isópodos Serolidae, un grupo de aspecto general muy parecido a los extinguidos trilobites, sobre el que trabajé con María Rosa Torti, si

bien Menzies no resultó ser una persona tan amigable como el caso de Capurro.

También cabe mencionar al Dr. John Randall, a quien conocí en 1964 en Miami junto a Jerry Greenberg un fotógrafo submarino local de la National Geographic Society y de gran prestigio. Fernando publicó varios trabajos con John Randall, o Jack, como lo llamaban los amigos y fue quien le enseñó cómo obtener buenas fotos de peces fuera del agua, evitando que las aletas se plegaran, como ocurre naturalmente. La técnica era muy simple, pero poco conocida hasta ese momento. Simplemente había que desplegar manualmente las aletas y pintarlas con formol puro, de esa forma podía apreciarse toda la anatomía externa de las especies y que las fotos lucieran excelentes como las que publicó Randall en su primer libro de peces del Caribe.

A su vez ese dato se lo pasé a David “Manolo” Fridman un ictiólogo argentino que estaba radicado en el Mar Rojo, en la ciudad de Eilat (Israel). De tal forma que muchas de las enseñanzas de Fernando fueron pasando de boca en boca. También tuve la posibilidad de regalarle a este amigo varios de los volúmenes editados por Fernando y actualmente, y luego del fallecimiento de Fridman, dichos libros están depositados en la biblioteca de Coral World, un excelente acuario que posee además un observatorio submarino sobre un arrecife coralino en las claras aguas



del Mar Rojo, un invento del mencionado ictiólogo que también construyó en distintas partes del mundo.

Desde su primer viaje a Mar del Plata (Argentina) en 1970, Fernando supo conquistar el afecto de todos los que hacíamos el curso que -en realidad- éramos unos pocos. De esa forma nació nuestra amistad y nos llegamos a conocer muy bien y disfrutar agradables veladas en mi casa junto a mi familia. Recuerdo que en una de esas oportunidades Fernando se interesó por la colección de invertebrados fósiles de Patagonia que yo tenía, y que son muy abundantes en todos los acantilados australes. Su entusiasmo e interés fueron tan grandes que decidí regalarle varios ejemplares de la colección. Después de muchos años, Fernando me relató que esos fósiles habían sido expuestos en el Museo Marino de Isla Margarita que fue uno de sus últimos proyectos. Ahora ya nos comunicábamos a través de rápidos e-mails, que reemplazaban a las numerosas y lentas cartas que habíamos intercambiado durante varias décadas.

Durante el Primer Curso de Ictiología dictado en Argentina, Fernando pidió a los asistentes que explicáramos los trabajos que se estaban realizando últimamente en nuestros laboratorios, y así fue como se enteró del estudio que estaba desarrollando sobre la trama trófica del Ecosistema Costero de Mar del Plata.

En una de las pausas del curso, el Dr. Cervigón me comentó que siempre le interesó que se realizaran en Venezuela estudios de ese tipo y particularmente en arrecifes coralinos donde -según él- no había antecedentes en el Caribe. Al saber de su interés me ofrecí para lo que pudiera necesitar de mi parte, ya que realizar investigaciones ecológicas en arrecifes coralinos aplicando buceo había sido uno de mis sueños de juventud. Por otra parte, la situación argentina en esos tiempos resultaba bastante inestable y, contrariamente, Venezuela era un país estable y próspero que además contaba con buena financiación para las investigaciones científicas.

Fue así que Fernando me propuso presentarme a una Beca de Postgrado (UNESCO-CONICIT-UDO), para desarrollar un proyecto en ecología de peces arrecifales y así poder financiar mi viaje y estadía en Isla Margarita durante la primera etapa de la investigación.

De la misma forma que lo hizo con muchos otros investigadores latinoamericanos a quienes le transmitía su profundo conocimiento sobre los peces y la ecología marina. Afortunadamente pude obtener la Beca y en el año 1972 me trasladé con mi familia a Isla Margarita.

Durante la organización preliminar del proyecto acordamos con Fernando que se llevara a cabo en un arrecife costero, que no sobrepasara los 10 metros de profundidad, dado que no contaríamos con un buen servicio de equipos de aire comprimido, por lo cual casi todo el trabajo debería realizarse en apnea. Además, el arrecife debería ser de reducida extensión y “tipo parche”, preferentemente rodeado de fondos arenosos o de fanerógamas marinas. La idea era que la ictiofauna coralina permaneciera lo más estable posible durante el período de estudio.

Luego de un tiempo recibí respuesta de Fernando, para mí en ese entonces el Dr. Cervigón y me dijo: “Ricardo no se preocupe, ya tengo el sitio que necesita para el estudio. El trabajo se hará en la Isla de Cubagua cerca de lo que se conoce como Playa El Conejo, donde existe un arrecife tipo parche de *Acropora palmata*, una zona donde mis amigos pescadores suelen ir y con quienes trabajará y vivirá durante los muestreos en una ranchería provisoria próxima al arrecife”.

El lugar de trabajo del Dr. Cervigón y su equipo, en ese momento, estaba en Porlamar, Isla Mrgarita, en las construcciones de la Feria Artesanal del Hotel Bellavista; una construcción buena pero no adaptada para la investigación. De todas maneras nosotros nos arreglamos sin ningún problema y siempre había un grupo humano muy entusiasmado por el trabajo que realizaban.

La primer recorrida completa de la isla la hicimos en el pequeño “escarabajo” Volkswagen del Dr. Cervigón. Sin duda tuvimos un guía de lujo pues pocas personas conocían tantos rincones de Isla Margarita como él. En esos primeros días Fernando nos invitó a conocer su casa. Supusimos que estaría en Porlamar, o cerca, por la ubicación de los laboratorios. Sin embargo, dimos unas vueltas por el centro de Porlamar y luego se alejó de la ciudad hasta que llegamos a Boca de Río cerca de una salina. Era evidente que Fernando había creado su mundo especial en un lugar solitario, pero cercano a sus seres queridos que eran los pescadores. Todo parecía encuadrarse dentro de las historias del realismo mágico de algunos de nuestros escritores latinoamericanos.

Después que el Dr. Cervigón me capacitara en el reconocimiento de las especies más frecuentes de la región hicimos con él y sus queridos pescadores el primer viaje a Cubagua.

En la lancha que nos llevó hasta Cubagua éramos una tripulación de alrededor de seis o siete personas

comandada por Andrés Salazar, experimentado pescador y además experto en el cuatro y la canción margariteña que nos acompañó y dio alegría durante todas las campañas que realizamos. Andrés era una gran persona con la que rápidamente hicimos buena amistad y fue clave en el éxito de todas las campañas en que transcurrió el estudio.

Personalmente sobre Cubagua tenía algunas referencias generales, sabía que Colón la descubre en su tercer viaje (1498), que posteriormente hubo una intensa explotación de los bancos de perlas, que llegaron a agotarse casi por completo y que finalmente Cubagua fue azotada por un gran maremoto que destruyó la ciudad y dejó sumergida una pequeña parte de su zona portuaria, según me había relatado Gonzalo Rodríguez del Villar, pionero del buceo en Venezuela.

Desembarcar en un lugar con tanta historia fue un gran impacto, pero lo que realmente me impresionó fue que Cubagua lucía, en algunos de sus paisajes, como si fuera la Patagonia argentina, sus acantilados, su flora de zonas áridas y los fósiles de invertebrados me recordaban notablemente los lugares explorados en el lejano sur del continente. Obviamente la temperatura no se parecía en absoluto a la de Patagonia.

Con Fernando recorrimos gran parte de Cubagua disfrutando de su paisaje tan especial y tan distinto a las zonas verdes de Isla Margarita. Continuamente él me señalaba aspectos interesantes, no sólo de superficie y lo visible, sino que conocía prácticamente todos los tipos de fondos de la zona. Esas recorridas fueron para mí inolvidables y yo las repetía en cada campaña, cuando el trabajo me dejaba algo de tiempo.

Recuerdo que al poco de iniciar el proyecto de Cubagua llegó un becario chileno para hacer un entrenamiento con el Dr. Cervigón y estuvimos de acuerdo en integrarlo al grupo, especialmente por tener experiencia de buceo e interés en la ecología de peces. Era el actual Dr. Carlos Moreno de reconocida trayectoria en Chile.

Después de varios meses de muestreo y procesamiento de las muestras obtenidas, comenzamos a evaluar los primeros resultados. Personalmente quedé impresionado por la gran diversidad de especies de peces de ese pequeño “arrecife parche”, ya que llegamos a identificar un total de 60 especies. De cada una de ellas estudiamos sus contenidos gástricos y a partir de dicha información pudimos confeccionar la trama trófica del arrecife que, obviamente, era mucho más compleja que las tramas conocidas de Argentina. En el

caso del arrecife de Cubagua la trama bosquejada alcanzó niveles tróficos elevados llegando hasta N7. Dentro de la ictiocenosis del arrecife también pudieron diferenciarse claramente las especies de hábitos diurnos con aquellas de hábitos nocturnos, conocer sus áreas de distribución en la arquitectura del arrecife, sus estrategias de predación, como así también identificar sus áreas de refugio y comportamientos territoriales. De esta forma Venezuela tenía bosquejada su primera trama trófica de un arrecife de corales hermatípicos que era el deseo original del Dr. Cervigón y cuyos resultados preliminares lo iban entusiasmando y ya estaba planeando poder hacer algo parecido en el Archipiélago de Los Roques.

Habiendo Carlos Moreno terminado su período de beca tuvo que regresar a Chile y yo seguí completando información con varias campañas más a Cubagua. Para ese entonces tuvimos la alegría que nos habían entregado el nuevo edificio de Boca de Río donde funcionaría el Centro de Investigaciones Científicas de la Universidad de Oriente, en Nueva Esparta. Nos parecía imposible que cada uno de los pocos investigadores que éramos en ese entonces pudiéramos contar con un gran laboratorio y escritorio, fresca brisa del mar y un paisaje costero bellísimo.

De todas maneras, llegó el momento en que los fondos de la UNESCO para el estudio de Cubagua se terminaron y aun no se había concluido la tramitación para ingresar como Profesor a la Universidad de Oriente. Sin otro trabajo me resultaba imposible permanecer en Isla Margarita por mucho más tiempo. En esa circunstancia una vez más Fernando hizo lo imposible para que permaneciera en Venezuela. Afortunadamente su íntima vinculación con la Fundación Los Roques y amistad con el Dr. Guillermo Machado, a quien yo conocía por un viaje que había hecho al cayo Dos Mosquises del Archipiélago los Roques, facilitó la tramitación para mi permanencia en el país y así ambos seguir trabajando con los datos obtenidos en Cubagua.

Para esa época en el Gran Roque sólo había unas pocas viviendas de pescadores, decoradas en su frente con mucha habilidad y sentido artístico. Estos pescadores eran originarios también de Margarita y amigos de Fernando.

Paralelamente a esta actividad el Dr. Cervigón gestionó un contrato con una de las empresas vinculadas con directivos de la Fundación Los Roques, precisamente la empresa de alimentos balanceados y agropecuarias Protinal S.A., ubicada en la ciudad de Valencia. Una importante y además eficiente empresa venezolana, capaz de competir exitosamente con la internacional Purina.

Fernando me explicó que los directivos de dicha empresa habían sido muy exitosos en concretar el ciclo completo de la cría de pollos y venta de alimentos balanceados, y que querían hacer un emprendimiento similar en cultivos de peces tropicales de agua dulce. Así que juntos analizamos el tema y vimos que si bien muchas especies potenciales para cultivos intensivos se podían encontrar en Venezuela, también era importante explorar las alternativas de otras especies del Amazonas, tanto para eventualmente obtener los mejores reproductores, como para observar el nivel de desarrollo de la acuicultura en Brasil.

Con dicho objetivo el Dr. Cervigón se puso en campaña para convencer a la gente de Protinal S.A. que también habría que viajar a Brasil para tener una amplia visión de las posibilidades de este nuevo proyecto para Venezuela.

Recuerdo que Fernando me pidió -de manera especial- que en el Amazonas averiguara todo lo que pudiera sobre el hermoso pez Tucunare o *Peacock Bass* (*Cichla temensis*), pues le había escrito a John Randall sobre el viaje al Amazonas y él le había comentado que en Hawaii estaban iniciando el cultivo de dicha especie que poseía muy buenas características como especie comercial y era además de gran atractivo por su coloración y para la pesca deportiva.

Al tiempo partimos con un par de ingenieros de la empresa Protinal S.A. para visitar diversas localidades de Brasil, para hacer un relevamiento biológico, evaluar potenciales especies y conocer la existencia de algún desarrollo vinculado con cultivos acuáticos en dicho país. El haber podido conocer el Amazonas y adentrarme en sus áreas selváticas es algo que siempre le agradeceré al Dr. Cervigón y llevaré en mi recuerdo.

Las experiencias recogidas en esta expedición, en pos de desarrollar en Venezuela el cultivo intensivo de peces comerciales tropicales debían ser volcadas en un informe final para la empresa Protinal S.A. El mismo fue terminado luego de medio año de trabajo bajo el nombre

de "Proyecto de factibilidad sobre el cultivo intensivo de distintas especies de peces de agua dulce en Venezuela". Dentro de todas las especies analizadas, el estudio indicaba que la especie más propicia para el cultivo intensivo en Venezuela, y que permitiera cumplir con ciclos biológicos completos y la fabricación de alimento balanceado para su cultivo era la Cachama o Pacú (Género *Colossoma*, actualmente *Piaractus*).

Desgraciadamente, por motivos familiares, tuve que abandonar Venezuela a mediados del año 1973 por lo cual no pudimos ver el desarrollo de este proyecto en los años siguientes, pero fue una satisfacción para mí y para Fernando que el país hubiera podido desarrollar exitosamente el cultivo comercial de la Cachama muchos años después en base a nuestros primeros estudios.

Finalmente, cabe mencionar que cuando los colegas venezolanos organizaron este número del Boletín en memoria del Dr. Fernando Cervigón, se planteó la posibilidad de publicar el trabajo que realizamos en Cubagua durante mi permanencia en Isla Margarita y que se mantuvo inédito hasta el presente por diversos motivos.

Desgraciadamente el trabajo original tiene alrededor de 150 páginas y por normas de la publicación debía llevarse a un máximo de 70 páginas; tarea que por la estructura del mismo y falta de tiempo era imposible lograrlo.

Sin embargo, me pareció interesante para los lectores publicar la introducción del mismo donde se expresan, hace ya más de medio siglo, problemas que actualmente deben enfrentar los ecosistemas coralinos de todo el mundo.

Quienes saben del fino estilo de la escritura del Dr. Cervigón reconocerán en esta introducción su participación en la misma.

Creo que tanto a Fernando, como a Carlos y a mí nos encantará que los lectores tengan oportunidad de leer estas frases introductorias que sirven para revivir el espíritu de este científico ejemplar y gran amigo.

ICTIOCENOSIS DE UN ARRECIFE DE *Acropora palmata* EN ISLA CUBAGUA. MAR CARIBE, NOR-ORIENTE DE VENEZUELA

RICARDO BASTIDA, FERNANDO CERVIGÓN & CARLOS MORENO

INTRODUCCIÓN

Entre la numerosa variedad de ecosistemas naturales existentes en el mar, los arrecifes coralinos han constituido siempre un foco de atención fascinante para los biólogos marinos. En efecto, las comunidades biológicas estructuradas

en torno a las formaciones de corales hermatípicos son consideradas como el término de la sucesión ecológica en el mar, como el clímax de los sucesivos niveles de organización y complejidad que pueden encontrarse en las comunidades que habitan en el océano.

La aproximación al conocimiento ecológico estructural de los arrecifes coralinos, a su funcionamiento energético y a la interpretación de las relaciones existentes entre sus diversos componentes es una tarea difícil que requiere el trabajo en equipo de diversos especialistas y la labor inventarial previa de los taxónomos en los diversos grupos zoológicos que poseen representantes en estos ecosistemas de elevada riqueza de especies. Por otra parte, la misma fisiología de los corales impone una cautelosa aproximación a la interpretación del aumento de la biomasa y del proceso e intensidad de la síntesis orgánica.

Todo intento de obtener una base fundamentada de estudio tiene, además, que apoyarse en la continuidad de las observaciones en el tiempo, en el muestreo representativo de sus componentes faunísticos, en el conocimiento de la influencia de los ecosistemas fronterizos y en el de la biología peculiar de cada uno de las especies asociadas al sistema. No es extraño pues, que ante esta complejidad, un gran número de opiniones existentes sobre los arrecifes coralinos procedan de observaciones fragmentarias y a menudo anecdóticas que más tienden a complacer la atención turística que la efectiva penetración en las sugestivas enseñanzas del comportamiento biológico de estos ecosistemas.

Debido a su elevado grado de complejidad, a la diversidad de canales a través de los cuales fluye la energía, al gran número de delicadas interrelaciones de los diversos organismos que los constituyen y sus mecanismos internos de autorregulación, los arrecifes coralinos poseen un alto grado de estabilidad condicionada por la ausencia de fluctuaciones acusadas en los parámetros ambientales que los enmarcan. Precisamente, esta relativa constancia de los parámetros ambientales es lo que permite que un determinado ecosistema alcance gradualmente complejidades crecientes y una mayor eficiencia en el aprovechamiento de la energía que llega al mismo; siempre, claro está, que estas variables físico-químicas se mantengan en el rango de requerimiento óptimo de la generalidad de los organismos que la componen, por eso, el desarrollo de los arrecifes coralinos queda limitado geográficamente por la isoterma de 20°C y en el caso de que esta condición se dé es necesario que la temperatura se mantenga dentro de los límites pequeños de variación.

Por todos los motivos señalados, cualquier influencia o alteración que actúa con cierta continuidad e intensidad sobre los arrecifes tiende a desarticular y destruir esta delicada organización, una vez alterada su estabilidad

interna. Por eso, los fenómenos de contaminación humana tendrán un efecto mucho más irreparable sobre estas estructuras que sobre los ecosistemas de menor grado de complejidad y organización, más aptos a reponerse de la influencia de la inestabilidad de las condiciones ambientales o de su extremismo y de la acción humana. Estas consideraciones, entre otras, tiene que llevar a la urgencia de aplicarse al estudio de los arrecifes coralinos con la mayor intensidad posible ya que su desaparición puede ser irreparable y a corto plazo y además perderíamos las enseñanzas derivadas de una de las creaciones más virtuosas y fascinantes de la naturaleza.

Sólo en época reciente el estudio global de aspectos ecológicos de las comunidades arrecifales se ha incrementado (COLLETE & EARLE 1972) aprovechando los recursos tecnológicos proporcionados por el buceo autónomo y la construcción de laboratorios submarinos, con trabajos realizados en áreas tropicales típicas y sobre comunidades formadas por varias especies de corales hermatípicos. El presente trabajo intenta aproximarse al conocimiento estructural de una pequeña asociación de *Acropora palmata* (“Coral cuerno de alce”, “orejones”) tomando como base la ictiocenosis a ella vinculada, situada en un área atípica del Caribe, afectada por un fenómeno de surgencia costero que altera la continuidad de las condiciones oceanográficas en la región nororiental de Venezuela.

Por estas razones constituye una contribución decididamente positiva, dado el bajo nivel de los conocimientos actuales sobre este tema, además de aportar datos sobre observaciones continuadas y resumir la cantidad de información acumulada de todas las especies recolectadas, complementada con observaciones directas mediante buceo autónomo sobre comportamiento, hábitat, etc.

Por otra parte, la información previamente existente sobre variable físico-químicas del área circundante permite una interpretación comparativa de los resultados con el conjunto de formaciones coralinas más típicas de otras áreas del Caribe.

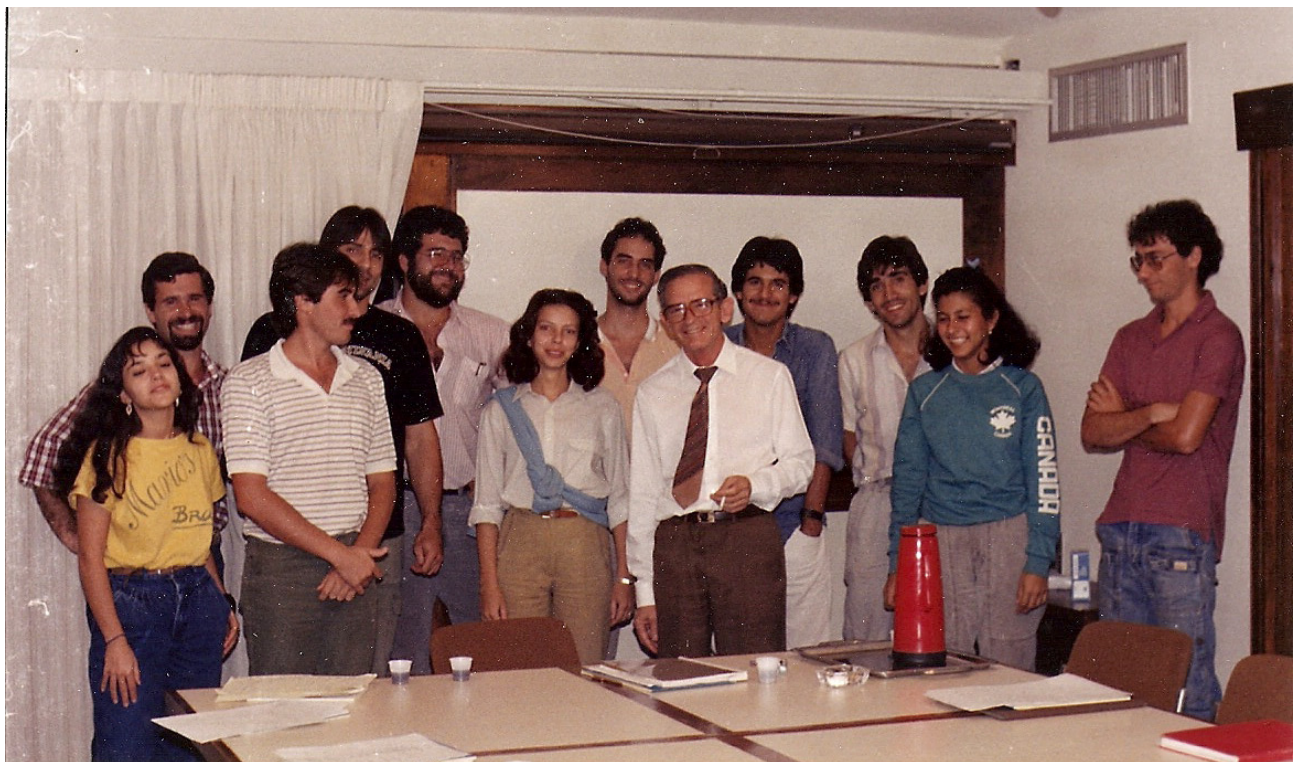
Todo trabajo en equipo lleva consigo la creación de un ambiente en las relaciones humanas que lo estimula o lo entorpece en su unidad objetivo; en nuestro caso no sólo ha constituido un trabajo en equipo sino, para mayor satisfacción un equipo multinacional latinoamericano: Argentina, Venezuela y Chile, y un cuarto componente de partida de nacimiento española y pasión Venezolana-

Margariteña. Sería superfluo señalar que existió un “gran espíritu de colaboración” frase acuñada que puede indicar las más variadas disposiciones. En este caso nos atrevemos a decir que el ingrediente del éxito estuvo fundamentado en la unificación de criterios, en la vocación personal de los integrantes por su quehacer profesional y en su participación entusiasta del equipo auxiliar esencial, constituido por pescadores de Cubagua, cuya contribución al desarrollo de la Ictiología en Venezuela es de una importancia tan grande que no por mucho repetirla se le acaba de hacer justicia. En este caso personificada en Andrés Salazar.

Cada participante del equipo científico aportó su contribución, de personalidad y de conocimiento y así, mientras Bastida destripaba minuciosamente un estómago y se sumergía en la reconstrucción taxonómica de los componentes del contenido en base a descoronadores fragmentos, Moreno se debatía en la interpretación ecológico-filogenética de las especies y en la comparación, ilustrativa y fecunda, con las comunidades del Pacífico Sur Oriental de su tierra natal y Cervigón, a regañadientes de sus obligaciones burocráticas o administrativas, hacía

incursiones fugaces de socorro taxonómico o participaba con intermitencias en las discusiones interpretativas. Jesús Ramos dibujó con su habitual pulcritud y minuciosidad y Gustavo Marval, el hombre silencioso, mantuvo la continuidad de la permanente logística de laboratorio de campo.

El trabajo se realizó como parte de los Cursos Avanzados de Formación e Investigación en Ictiología promovidos y patrocinados por UNESCO a través del CONICYT y la Universidad de Oriente de Venezuela.



RECIBIDO: Mayo 2018.
ACEPTADO: Octubre 2018.

NUEVA ESPECIE DE LENGUADO DEL GÉNERO *Gymnachirus* (PLEURONECTIFORMES: ACSHIRIDAE) DEL NORTE DE ISLA MARGARITA

FERNANDO CERVIGÓN †

Museo Marino de Margarita, Boca del Río, Isla Margarita, Venezuela

Autor corresponsal: Bladimir Quintal

RESUMEN: Se describe *Gymnachirus labyrinthicus* spec. nov. a partir de un ejemplar capturado a 130 m de profundidad al norte de la Península de Macanao, Isla Margarita, Venezuela. Se separa de sus congéneres por la disposición a modo de laberinto de las barras oscuras del lado con ojos, diferente al patrón de barras paralelas de las otras tres especies del género.

Palabras clave: Ictiología, *Gymnachirus*, Nueva especie, Venezuela.

ABSTRACT: *Gymnachirus labyrinthicus* spec. nov. was described from a specimen caught at 130 m depth in the North of Macanao Peninsula, Margarita Island, Venezuela. The new specie can be separated from its congeners by the dark bars similar to a labyrinth in the eye side, whereas the other three species have parallel bars.

Key words: Ichthyology, *Gymnachirus*, New specie, Venezuela.

INTRODUCCIÓN

La familia Achiridae, endémica del Nuevo Mundo, junto con Soleidae y Cynoglossidae ha sido propuesta como integrante de un grupo monofilético, caracterizado por tener la piel de la mandíbula inferior y el interopérculo continua ventralmente y cubriendo al istmo y a los radios branquiostegales (NELSON *et al.* 2016). Incluye unos siete géneros que comprenden alrededor de 35 especies (NELSON *et al.* 2016; ESCHMEYER & FONG 2018). Del mar Caribe y aguas adyacentes han sido registrados cuatro géneros con once especies de la familia (ROBERTSON & VAN TASSELL 2015); de las costas suramericanas sobre el Caribe (más las costas de las Guayanas) se conocen entre seis y ocho especies en los cuatro géneros (CERVIGÓN 1996; ROBERTSON & VAN TASSELL 2015). En este trabajo se presenta la descripción de una nueva especie del género *Gymnachirus* Kaup, un grupo claramente definido y endémico del Atlántico occidental, capturada al norte de la Península de Macanao en la isla de Margarita, Venezuela.

MATERIAL ESTUDIADO

El ejemplar fue capturado con red de enmalle fondera por pescadores artesanales de la Península de Macanao y depositado en la colección del Museo Marino de Margarita (MMCI), Boca de Río, Nueva Esparta, Venezuela. Los datos merísticos y morfométricos fueron tomados siguiendo a CERVIGÓN (1991).

Material examinado Holotipo: MMCI 1388. Un ejemplar, 138 mm longitud estándar, 175 mm longitud total capturado al norte de la Península de Macanao con red de enmalle fondera, 5/11/2011, 130 m de profundidad.

Diagnosis: Una especie de *Gymnachirus* que se diferencia de las otras tres especies conocidas, *G. nudus* Kaup, *G. melas* Nichols y *G. texae* (Gunter), por el patrón de la coloración, claramente diferente de las otras especies. Dos de ellas (*G. melas* y *G. texae*) están prácticamente restringidas a la región noroccidental del mar Caribe y el Golfo de México; *G. nudus*, por su parte, tiene una distribución mucho más amplia, pues se extiende por todo el Caribe y la costa norte, nordeste y este de Brasil hasta por lo menos el sureste de ese país, generalmente en aguas someras por encima de 100 m de profundidad.

DESCRIPCIÓN

Gymnachirus labyrinthicus spec. nov. (Fig. 1)

Caracteres merísticos: Radios de las aletas: Dorsal: 60; Anal: 47; Pélvica: 6; Pectoral del lado ocular con dos radios recubiertos por una membrana dérmica. Caudal: 16.

Caracteres morfométricos: Expresados en porcentaje de la longitud estándar: Longitud cabeza: 25,3; Altura del cuerpo: 58,6; Diámetro ocular: 3,7; Longitud pectoral: 8,6; Longitud pélvica: 9,7; Espacio interorbitario: 2,1;



Fig. 1. Holotipo de *Gymnachirus labyrinthicus*, Cervigón 2018 (MMCI 1388). 138 mm longitud estándar, 175 mm longitud total, norte de la Península de Macanao, Isla Margarita, estado Nueva Esparta (5/11/2011), 130 m de profundidad.

Abertura bucal del lado ocular: 5,0; Altura del pedúnculo caudal: 12,9; Abertura branquial: 17,3.

Coloración: Color general del lado con ojos pardo purpúreo, con un patrón de barras oscuras que forman cuadrículas incompletas dando el aspecto general de un laberinto. Región ventral blanca. Aletas verticales pardas, así como el extremo de la caudal. Línea lateral del lado ciego con pequeñas solapas dérmicas de color pardo.

DISCUSIÓN

Las tres especies previamente conocidas del Atlántico occidental tienen el mismo patrón general de coloración: franjas negras que atraviesan toda la anchura del cuerpo entre las que se pueden encontrar algunas más cortas y delgadas. Las tres especies se distinguen entre sí por la anchura relativa de las franjas pardo oscuro y blancas (DAWSON 1964). El patrón de la coloración del

holotipo de *G. labyrinthicus* es completamente distinto, diagnosticando a una cuarta especie.

Etimología: nombre específico es del latín *labyrinthicus*, lugar formado artificialmente por calles y encrucijadas, para confundir a quien se adentre en él, de modo que no pueda acertar con la salida, en referencia al patrón de coloración del lado con ojos (REAL ACADEMIA ESPAÑOLA 2001).

AGRADECIMIENTO

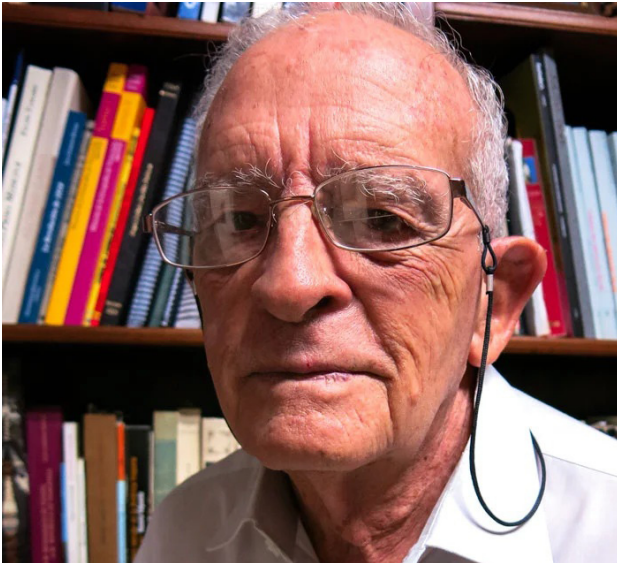
El Museo Marino de Margarita expresa profundo agradecimiento al Dr. Arturo Acero Pizarro (Univ. Nacional de Colombia, Sede Santa Marta) por la redacción final del manuscrito, el cual había sido entregado por el Dr. Cervigón como un borrador tentativo, para conocer su opinión meses antes de su fallecimiento.

REFERENCIAS

- CERVIGÓN, F. 1991. *Los Peces Marinos de Venezuela*. Vol. I. (Seg. Ed.) Fundación Científica Los Roques, Caracas. 425 pp.
- _____. 1996. *Los Peces Marinos de Venezuela*. Vol. IV. (Seg. Ed.) Fundación Científica Los Roques, Caracas. 254 pp.
- DAWSON, C.E. 1964. A revision of the western Atlantic flatfish genus *Gymnachirus* (the naked soles). *Copeia* 4: 646-665.
- ESCHMEYER, W.N. & J.D. FONG. 2018. <http://eSearchArchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/SpeciesByFamily.asp>.
- NELSON, J.S., T. GRANDE & M.V.H. WILSON. 2016. *Fishes of the World*. Quinta Ed. Hoboken, EE UU. Wiley, 707 pp.
- REAL ACADEMIA ESPAÑOLA. 2001. *Diccionario de la lengua española* (22ª ed.). Disponible en <http://dle.rae.es/?id=MihipGi> (revisada abril 2018).
- ROBERTSON, D.R. & J. VAN TASSELL. 2015. Shorefishes of the Greater Caribbean: online information system. Versión 1.0. Smithsonian Tropical Research Institute, Balboa, Panamá.

RECIBIDO: Mayo 2018.
ACEPTADO: Junio 2018.

Galería de fotos del profesor Fernando Cervigón



PARÁMETROS REPRODUCTIVOS DE LOS BAGRES (ORDEN SILURIFORMES) EN EL CAÑO LA PIEDRA, PLANICIE DE INUNDACIÓN DEL RÍO ARAUCA, VENEZUELA

GABRIELA ECHEVARRÍA¹ & ANTONIO MACHADO-ALLISON²

¹ *Centro de Ecología, Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas. Altos de Pipe, Miranda*
E-mail: hydropsichidae@gmail.com

² *Instituto de Zoología y Ecología Tropical, Universidad Central de Venezuela. Los Chaguaramos, Caracas*

RESUMEN: Se determinaron los parámetros reproductivos de 17 especies de bagres del caño La Piedra, en el bajo Arauca, Venezuela, que incluyeron la fecundidad, el diámetro de los ovocitos, el coeficiente b de la relación talla-peso, el número de episodios reproductivos durante un régimen hidrológico y la talla mínima de maduración sexual. Se analizaron las distintas estrategias a través de análisis de componentes principales y análisis de correlación entre los parámetros reproductivos. Además, se exploraron los patrones espacio-temporales de individuos sexualmente maduros, las variaciones temporales en el factor de condición de seis especies, la estructura de tallas de nueve especies y las proporciones de sexos de 16 especies. Las especies de la familia Loricariidae se distinguieron por un mayor número de episodios reproductivos, fecundidades más bajas y ovocitos más grandes. Las especies de la familia Heptapteridae se distinguieron por tallas mínimas de maduración relativamente grandes y fecundidades moderadamente altas, mientras que las de las familias Pimelodidae y Doradidae se distinguieron por tallas mínimas de maduración grandes, ovocitos muy pequeños y fecundidades muy altas. Las especies mostraron diferencias en la distribución de individuos sexualmente maduros en el caño, las lagunas y los esteros. Igualmente, se observaron diferencias intraespecíficas en la distribución de juveniles y adultos entre hábitats, lo cual sugiere que las lagunas y esteros son áreas de reproducción, desova y cría para varias especies de Siluriformes. Con esta investigación, se quiere contribuir con información útil para el manejo y conservación de los bagres en la cuenca del río Arauca.

Palabras clave: diámetro de ovocitos, estrategias de vida, fecundidad, periodo reproductivo, talla de maduración.

ABSTRACT: The reproductive parameters of 17 Siluriforme species from the stream La Piedra, lower Arauca River during an annual hydrologic regime between 2014 and 2015 registred the following results: The Siluriforme family of Loricariidae showed the higher number of reproductive episodes, lower fecundities and bigger eggs; whereas Heptapteridae the minimum sizes of maturation and high fecundities; and both Pimelodidae and Doradidae had the minimum sizes of large maturation, higher fecundities and smaller eggs. The differents individual and intraespecific distributions of the specimens juvenile and adults sexually mature among the stream, floodplain lakes and ponds suggest that this is a mating, spawning and nursery area. We expected to contribute with useful information for the management and conservation of Siluriformes in the Arauca River.

Key words: egg diameter, life strategies, fecundity, reproductive period, sexual maturation size.

INTRODUCCIÓN

Los peces del orden L Siluriformes engloban una proporción significativa de la diversidad ictiológica en la cuenca del Orinoco (FERRARIS 2007). Las familias Pimelodidae, Doradidae y Auchenipteridae incluyen especies de alto a moderado interés comercial (HOYOS & FONTIVEROS 2012), mientras que la familia Loricariidae es una de las más diversas; además, los Siluriformes muestran una variedad de estrategias reproductivas, con especies altamente fecundas que desovan estacionalmente, hasta especies que cuidan sus huevos o construyen nidos (BALON 1975; BRUTON 1996). Los Siluriformes cumplen funciones importantes dentro de los ecosistemas acuáticos; los grandes bagres migratorios son piscívoros (BARBARINO & WINEMILLER 2003), que contribuyen con la regulación

de los tamaños poblacionales de sus presas, ayudando a mantener el equilibrio de las redes tróficas en los ríos a través del control de las proporciones de las especies herbívoras y detritívoras. Los loricáridos por su parte, son principalmente detritívoros que consumen materia orgánica, contribuyendo así con el reciclaje de nutrientes dentro de los ríos (LUJAN *et al.* 2012).

A pesar de su gran importancia ecológica y comercial, la información sobre la biología reproductiva de los Siluriformes en la cuenca del río Orinoco permanece aún incompleta, y se concentra en las especies comerciales, principalmente de la familia Pimelodidae y en el río Apure (NOVOA 2002). Igualmente, la información disponible comprende principalmente aspectos sobre la edad y el crecimiento, y las relaciones talla-peso de algunas especies

(PÉREZ-LOZANO 2010; PÉREZ-LOZANO & BARBARINO 2013), así como de distribución espacio-temporal de estados de madurez sexual, fecundidades, tamaños de ovocitos, estructura de tallas y tallas mínimas de madurez en los llanos inundables de Venezuela (LASSO *et al.* 1995). En estudios sobre la ecología reproductiva de comunidades de peces, se han reportado algunos parámetros reproductivos de ciertas especies de Siluriformes en el bajo Orinoco (ECHEVARRÍA & GONZÁLEZ 2013) y en el alto río Caura (ECHEVARRÍA *et al.* 2011), pero aún falta información para un gran número de especies y de numerosos cuerpos de agua de la cuenca del río Orinoco. Por otra parte, es igualmente relevante conocer los parámetros reproductivos de cada especie en distintas regiones, ya que esto ofrece información sobre sus capacidades de adaptación a las distintas condiciones locales. Las investigaciones sobre los parámetros reproductivos de los peces son muy necesarias para el manejo y conservación del recurso pesquero. Entre estos parámetros destacan la fecundidad, los periodos de reproducción y desove, así como las tallas mínimas de reproducción, el factor de condición, las proporciones de sexos, entre otros (VAZZOLER 1996).

El estudio de estos parámetros facilita la identificación de las estrategias reproductivas de los peces, las cuales se refieren al conjunto de rasgos que permiten que las especies tengan éxito en reproducirse y garantizar el equilibrio de sus poblaciones (VAZZOLER 1996). El análisis de los parámetros poblacionales y reproductivos de los peces ha permitido igualmente caracterizar distintas estrategias de vida en los llanos venezolanos. Estas se refieren a las consecuencias ecológicas y evolutivas que han tenido los parámetros reproductivos en combinación con los poblacionales de las especies (WINEMILLER 1989; WINEMILLER & TAPHORN 1989). Las estrategias de vida de los peces están enmarcadas dentro de un continuo con tres aristas representadas por las estrategias oportunista, estacional y de equilibrio, las cuales constituyen distintas adaptaciones a la variación temporal en las condiciones ambientales (WINEMILLER & ROSE 1992). Los hallazgos de WINEMILLER & TAPHORN (1989) han permitido identificar que los Siluriformes en los llanos venezolanos pertenecen a las estrategias estacional y de equilibrio.

Dentro de las planicies de inundación existe una gran heterogeneidad espacial (WARD 1998); asimismo, las marcadas diferencias en el nivel del agua entre las fases de sequía e inundación producen cambios drásticos en las condiciones de los hábitats a lo largo del régimen

hidrológico, que a su vez propician distintas reacciones fisiológicas y de comportamiento en los peces (MACHADO-ALLISON 2005), que en el tiempo evolutivo propiciaron la aparición de las distintas estrategias de vida que coexisten en toda la planicie (WINEMILLER & TAPHORN 1989). Estas condiciones, junto con la alta variedad de peces de los llanos venezolanos, hacen de las planicies de inundación sistemas interesantes para el estudio de los parámetros reproductivos de los peces y su variación espacio-temporal.

La ictiofauna del río Arauca ha sido poco explorada, ya que la mayoría del esfuerzo de muestreo se ha concentrado en el río Apure (LASSO *et al.* 2016). Por otra parte, los peces de la cuenca del Orinoco enfrentan en la actualidad una serie de amenazas, tales como la deforestación de los bosques ribereños, la contaminación por efluentes urbanos, la construcción de represas hidroeléctricas y la minería (MACHADO-ALLISON 2016). Ante esta situación, el conocimiento sobre los parámetros reproductivos de los peces es sumamente importante, ya que puede contribuir a diseñar medidas de protección y repoblamiento a través del manejo *in* y *ex situ* de las especies. Considerando lo anteriormente expuesto, el propósito de esta investigación es describir algunos parámetros reproductivos de los peces Siluriformes que habitan en el Caño La Piedra, que puedan contribuir con el manejo y conservación de las poblaciones de especies de importancia ecológica y comercial en la planicie de inundación del río Arauca, así como caracterizar las distintas estrategias reproductivas de algunas especies de este caño. El estudio abarcó distintas fases del régimen hidrológico anual, así como distintos tipos de hábitat de la planicie de inundación.

MATERIALES Y MÉTODOS

El caño La Piedra es un canal que se origina a partir de su bifurcación del río Payara, afluente del Arauca. A lo largo de su planicie de inundación, tienen lugar distintas lagunas permanentes, así como esteros y bajíos. El río Arauca es un río de aguas blancas con concentraciones relativamente altas de solutos, que sufre marcadas variaciones estacionales en el nivel de agua durante la época de sequía entre los meses de diciembre a marzo y la época de lluvias entre abril y agosto, que suelen estar acompañadas de variaciones en el pH, el oxígeno disuelto y la transparencia del agua (MONTAYA *et al.* 2017). El estudio fue conducido en un segmento del caño La Piedra (7,68°N-67,63°W y 7,67°N-67,43°W), dentro del Hato Santa Luisa, a aproximadamente 19 km al sur de San Fernando de Apure. En este segmento, además del caño se

incluyeron las lagunas El Totumo (2,8 km²) y La Arenosa (1,28 km²), y los esteros Borjas (0,35 km²) y Palo de Agua (0,88 km²). Todos estos cuerpos de agua se conectan durante la temporada de aguas altas y quedan aislados en aguas bajas. De acuerdo con los registros de precipitación del Hato Santa Luisa de los últimos 21 años, en el área caen en promedio 1475 mm de precipitación anual. El mes más lluvioso del año es julio, durante el cual cae en promedio de 321 mm de precipitación.

Se realizaron 6 jornadas de campo abarcando un régimen hidrológico anual, durante los meses de agosto y noviembre de 2014, marzo, mayo, julio y agosto de 2015. Durante cada una de estas jornadas, las colectas de peces fueron realizadas utilizando 12 redes de ahorque de 30 m de longitud por 2 m de ancho cada una, con aperturas de ½", 4" y 6", las cuales fueron colocadas en los bordes de estos cuerpos de agua, y revisadas cinco veces con intervalos de 4 h.

A cada ejemplar se le determinó el peso (g), longitud total y estándar (cm). Después de extraer las gónadas e identificar el sexo de cada ejemplar, se fijaron en una solución de formol al 10% para su traslado al laboratorio de Ictiología del Instituto de Zoología y Ecología Tropical (IZET), de la Universidad Central de Venezuela (UCV). Para el cálculo de la fecundidad se contaron los ovocitos de mayor tamaño, por considerarse maduros. Se midió el diámetro de 10 ovocitos maduros por ejemplar con la ayuda un micrómetro de ocular (0,01 mm de precisión), para estimar el diámetro promedio. Los estados de madurez gonadal fueron definidos por evaluación macroscópica, siguiendo la clasificación de NIKOLSKY (1963). La talla mínima de madurez sexual de cada especie se estableció tomando en consideración las hembras con la menor talla encontrada con ovarios en el estado V de Nikolsky. La longitud máxima de las especies se estableció con base en la hembra con mayor talla observada, excepto para aquellas donde no se pudieron identificar los sexos, en las que se tomó la talla del individuo más grande encontrado. Se calculó el factor de condición K de seis especies, a través de la ecuación $K=P/LS^b$, donde P es el peso, LS es la longitud estándar y b el coeficiente angular de la regresión entre P/LS transformados a logaritmos (LE CREN 1951). El número de episodios reproductivos de cada especie fue establecido como el número de fases hidrológicas (aguas altas, retirada de aguas, aguas bajas, ascenso de aguas) en las cuales se encontraron individuos sexualmente maduros durante el periodo de muestreo. La exploración de las

estrategias reproductivas se realizó mediante un análisis de componentes principales y una matriz de correlación de Spearman entre los parámetros reproductivos de las especies. Se identificaron los meses con mayor actividad reproductiva con base en el número de individuos en estado V de madurez sexual. Se exploró la estructura de tallas de nueve especies para todo el periodo estudiado de forma gráfica mediante histogramas, y se calcularon los porcentajes de machos, hembras e indeterminados para 16 especies durante todo el periodo de muestreo.

RESULTADOS

Parámetros y estrategias reproductivas

Los promedios de los parámetros reproductivos calculados para 17 especies se muestran en la Tabla 1. El análisis de componentes principales se realizó con base en 13 especies para las cuales se pudieron obtener todos los parámetros reproductivos. Los componentes principales uno y dos explicaron 74,1% de la varianza total de los datos. En la ordenación del análisis de componentes principales, las especies de la familia Loricariidae mostraron una relación negativa con el componente principal dos, y se caracterizaron por la presencia de cuidado parental, ovocitos con diámetros grandes y varios episodios reproductivos a lo largo del ciclo hidrológico (Fig. 1a). *L. cataphracta* y *S. tenuirostre* se diferenciaron dentro de los loricáridos por su menor número de episodios reproductivos. *A. magoi*, *R. aff. quelen*. y *P. aff. gracilis* mostraron una relación positiva con ambos componentes principales, y se caracterizaron por presentar altos coeficientes b y tallas mínimas de madurez sexual mayores en relación con las otras especies de Siluriformes. *A. albomaculatus*, *O. sifontesi*, *A. inermis*, *H. marginatus* y *P. blochii* mostraron una relación negativa con el componente principal uno y positiva con el componente principal dos, y se caracterizaron por sus altas fecundidades. De todas estas especies, *O. sifontesi* fue la única que mostró más de un episodio reproductivo. Las variables que más contribuyeron en la ordenación del componente principal uno fueron el cuidado parental, el diámetro de los ovocitos, la fecundidad y el número de episodios reproductivos (Fig. 1b), y en el componente principal dos la talla mínima de madurez sexual, la fecundidad y el coeficiente b. El cuidado parental mostró una alta correlación negativa con la fecundidad y una correlación positiva con el diámetro de los ovocitos (Fig. 1c). El diámetro de los ovocitos mostró una correlación negativa con la fecundidad y una correlación positiva con el número de episodios reproductivos.

Tabla 1. Parámetros reproductivos de 17 especies de Siluriformes en el caño La Piedra.

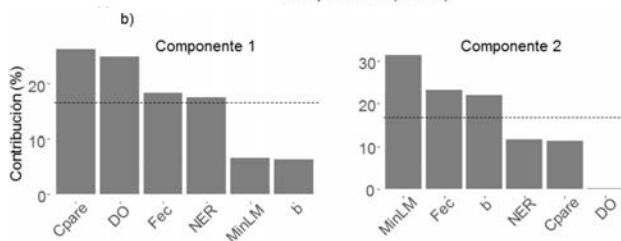
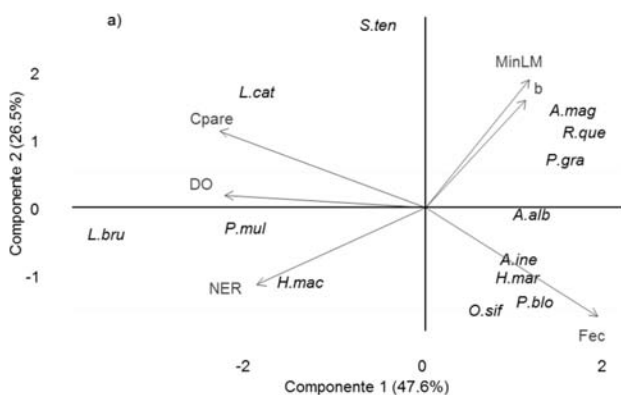
Especie	LS promedio (cm)	Talla mínima madurez (cm)	Fecundidad	Diámetro huevos (mm)	Episodios reproductivos	Cuidado parental	b	Longitud máxima (cm)	N
<i>Ageneiosus inermis</i>	32,40 ±5,70	39,3	14669 ±5163,54	1,17 ±0,57	1	ninguno	2,79	44,0	15
<i>Ageneiosus magoi</i>	16,10 ±1,81	17,5	1240 ±510,76	0,736 ±0,36	1	ninguno	3,45	20,4	14
<i>Trachelyopterus galeatus</i>	9,40 ±2,50	7,49	NA	NA	1	ninguno	2,97	14,3	27
<i>Hoplosternum littorale</i>	7,60 ±2,10	15,5	NA	NA	1	nidos	2,74	15,5	53
<i>Agamyxis albomaculatus</i>	7,10 ±2,20	8,514	2559 ±1139,14	0,514 ±0,13	1	ninguno	2,89	9,50	10
<i>Oxydoras sifontesi</i>	33,52	31,1	45980 ±32401,48	0,737 ±0,05	2	ninguno	3,08	53,2	34
<i>Hypophthalmus marginatus</i>	23,70 ±5,70	29,6	8951 ±2392,25	0,754 ±0,01	1	ninguno	2,95	29,0	14
<i>Pimelodus blochii</i>	12,70 ± 2,60	13,9	29129 ±5964,75	0,815 ±0,01	1	ninguno	3,06	19,7	52
<i>Rhamdia aff. quelen</i>	11,90 ± 2,20	13,14	4079 ±2561,86	0,861 ±0,05	1	ninguno	3,22	15,1	11
<i>Pimelodella aff. gracilis</i>	7,20 ±1,00	9,52	3557 ±1072,48	0,713 ±0,01	1	ninguno	3,24	10,02	11
<i>Hypoptopoma machadoi</i>	7,30 ±2,70	5,8	333 ±201,95	0,833 ±0,34	4	nidos	3,02	11,71	30
<i>Loricaria cataphracta</i>	14,80 ±3,10	18,30	175 ±59,14	2,523 ±0,08	2	portador huevos	3,03	19,60	18
<i>Loricariichthys brunneus</i>	13,95 ±3,50	12,90	123 ±21,22	2,892 ±0,58	4	portador huevos	2,86	22,00	68
<i>Pterygoplichthys multiradiatus</i>	21,10 ±4,00	18,10	594 ±156,80	2,966 ±0,63	3	nidos	2,93	26,70	41
<i>Sturisoma tenuirostre</i>	17,60 ±3,20	16,15	66 ±19,90	0,923 ±0,01	1	portador huevos	3,23	20,70	11
<i>Pseudoplatystoma metaense</i>	63,60 ±11,50	NA	NA	NA	NA	ninguno	3,27	91,20	41
<i>Pseudoplatystoma orinocoense</i>	57,40 ±17,10	NA	NA	NA	NA	ninguno	3,07	80,30	20

Distribución espacio-temporal de individuos sexualmente maduros

Los meses mayo y julio de 2015 registraron el mayor número de individuos y especies en estado V de madurez sexual (Fig. 2a), las cuales incluyeron a *T. galeatus*, *A. albomaculatus*, *A. inermis*, *A. magoi*, *O. sifontesi*, *P. blochii*, *R. aff. quelen*, *P. aff. gracilis* e *H. marginatus*. En los otros meses, si bien se detectaron individuos sexualmente maduros, su número fue muy bajo, y pertenecieron a la familia Loricariidae, particularmente a *H. machadoi* y *L. brunneus*. En el caño se registraron 13 especies con

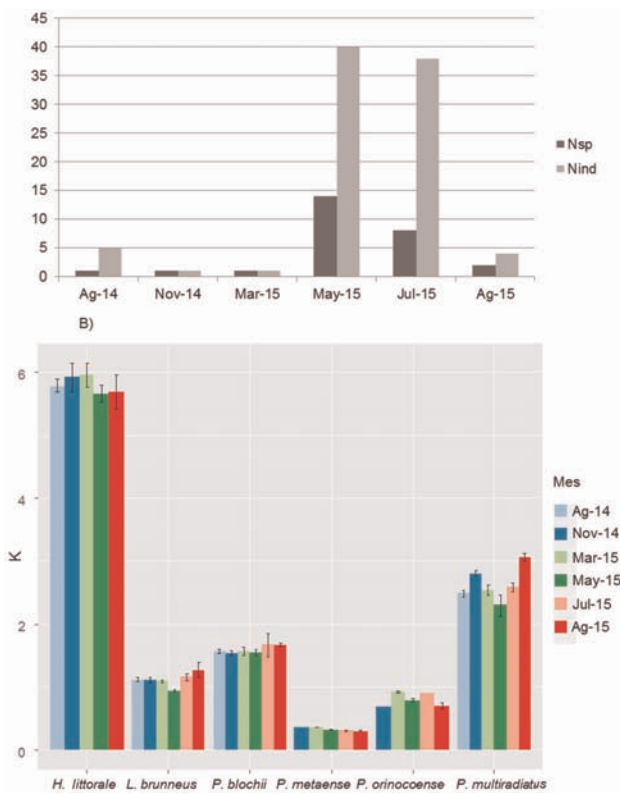
individuos en estado V (Tabla 2), mientras que en las lagunas y los esteros se registraron 6 especies, respectivamente. De todas las especies, sólo *H. machadoi* presentó individuos en estado V en los tres hábitat muestreados, mientras que para las restantes especies, los individuos en estado V estuvieron distribuidos en uno o dos hábitats. Se observó la presencia de 12 especies que aparentemente no mostraron actividad reproductiva dentro del área de estudio (Tabla 3), aunque algunas tuvieron individuos en proceso de maduración, con presencia de individuos en estados III a IV, mientras que dos de ellas, *P. metaense* y *S. lima*, presentaron hembras desovadas (estado VI).

reproductivo con la variabilidad de los ejes uno y dos; c) correlaciones de Spearman entre los parámetros reproductivos de los Siluriformes.



los meses muestreados (Fig. 2b). *Hoplosternum littorale* largo de todo el periodo de muestreo, con los promedios más altos durante noviembre de 2014 y marzo de 2015, en retirada y aguas bajas respectivamente. Por el contrario, *P. metaense*

especies de Siluriformes.



agosto y noviembre de 2014, en aguas altas y retirada respectivamente. *Pseudoplatystoma orinocoense* los valores más altos durante marzo y julio de 2014. *Pimelodus blochii* julio de 2014, en la fase de ascenso de aguas, mientras que *L. brunneus* y *P. multiradiatus* mostraron los promedios en aguas altas.

Estructura de tallas

Para este análisis, se escogieron aquellas especies con abundancias totales superiores a 25 individuos. *Trachelyopterus galeatus*, *H. littorale* y *P. blochii* mostraron una dominancia de individuos con longitudes estándar por debajo del promedio, indicando una alta presencia de juveniles (Fig. 3). Los loricáridos *H. machadoi* y *P. multiradiatus* mostraron una dominancia de individuos por encima de la media de longitud estándar, indicando una mayor abundancia de adultos.

Tabla 2. Abundancias de individuos maduros por especie dentro de cada hábitat del área de estudio.

Especie	Caño	Lagunas	Esteros
<i>Ageneiosus inermis</i>	9	1	
<i>Ageneiosus magoi</i>	13		
<i>Trachelyopterus galeatus</i>	1		2
<i>Agamyxis albomaculatus</i>	5		
<i>Oxydoras sifontesi</i>	2	4	
<i>Hypophthalmus marginatus</i>	1		
<i>Pimelodus blochii</i>	2		1
<i>Pimelodella gracilis</i>		2	
<i>Rhamdia aff. quelen</i>	1		7
<i>Hypoptopoma machadoi</i>	11	8	2
<i>Hypostomus plecostomus</i>	1		
<i>Loricaria cataphracta</i>	2	3	
<i>Loricariichthys brunneus</i>	5		9
<i>Pterygoplichthys multiradiatus</i>	2		1
<i>Sturisoma tenuirostre</i>		1	

Oxydoras sifontesi, *P. metaense* y *P. orinocoense* tuvieron distribuciones de tallas cercanas a la normalidad, aunque en el caso de los dos últimos, también se observaron altas abundancias de juveniles, por debajo de la media de longitud estándar. Las estructuras de tallas de *T. galeatus*, *L. brunneus*, *P. multiradiatus* y *H. littorale*, sugieren que las poblaciones muestreadas de estas especies estuvieron constituidas por dos cohortes.

En la Tabla 4 se muestran los individuos por debajo y por encima del promedio de longitud estándar de las nueve especies dentro de los tres tipos de hábitat muestreados del caño La Piedra. Los individuos de tallas pequeñas de *T. galeatus* fueron más abundantes en los esteros, mientras que los de tallas grandes fueron más abundantes en el caño. *Pseudoplatystoma orinocoense* mostró el mismo patrón de abundancia de individuos pequeños, pero los individuos grandes se distribuyeron de forma similar en los tres hábitats. *Hoplosternum littorale*, *L. brunneus*, *P. blochii* y *P. metaense* mostraron mayores abundancias de individuos pequeños en el caño y en las lagunas; sin embargo, la mayoría de individuos grandes de *H. littorale* estuvieron

distribuidos en los esteros, mientras que los de las demás especies estuvieron distribuidos en el caño y las lagunas.

Proporciones de sexos

En términos generales, los individuos sexados pertenecieron a los estados de madurez sexual III a V. Nueve de las especies analizadas mostraron mayores porcentajes de hembras (Fig. 4a). Por el contrario, las tres especies del género *Ageneiosus* tuvieron mayores porcentajes de machos, los cuales fueron observados durante finales de aguas bajas en mayo y en ascenso de aguas en julio, lo cual podría deberse a un sesgo en el muestreo, debido a una mayor tendencia de los machos a enredarse debido a las espinas modificadas de los machos durante el periodo reproductivo. *Loricariichthys brunneus*, *P. multiradiatus*, *P. blochii* y *S. lima* mostraron altos porcentajes de individuos cuyas gónadas estaban poco desarrolladas, lo cual imposibilitó la identificación del sexo. A pesar de ello, en *T. galeatus*, *O. sifontesi*, *L. brunneus*, *H. platyrhynchus*, *P. metaense*, *P. orinocoense*, *S. lima* y *R. aff. quelen*, las proporciones de hembras fueron mayores que las de machos.

Todos los individuos sexados de *H. platyrhynchus*, *P. blochii*, *S. lima* y *R. aff. quelen* fueron colectados en mayo, a finales de la temporada de aguas bajas. Los individuos sexados de *T. galeatus* fueron observados entre marzo y mayo, pero sólo en el último mes estuvieron sexualmente

Tabla 3. Especies para las cuales no se colectaron individuos sexualmente maduros (estado V) durante todo el periodo de muestreo en el caño La Piedra.

Especie	Estados observados (Escala de Nikolsky)
<i>Auchenipterus ambyacrus</i>	I
<i>Hemisorubim platyrhynchus</i>	I - III
<i>Hypophthalmus edentatus</i>	I, III
<i>Megalodoras guayoensis</i>	IV
<i>Orinocodoras eigenmanni</i>	I
<i>Phractocephalus hemiliopterus</i>	II - III
<i>Pinirampus pirinampu</i>	II
<i>Pseudoplatystoma metaense</i>	I - III, VI
<i>Pseudoplatystoma orinocoense</i>	I - III
<i>Pterygoplichthys gibbiceps</i>	I
<i>Rineloricaria sp.</i>	I
<i>Sorubim lima</i>	I - III, VI

Fig. 3. Estructura de tallas de nueve especies de Siluriformes en el caño La Piedra.

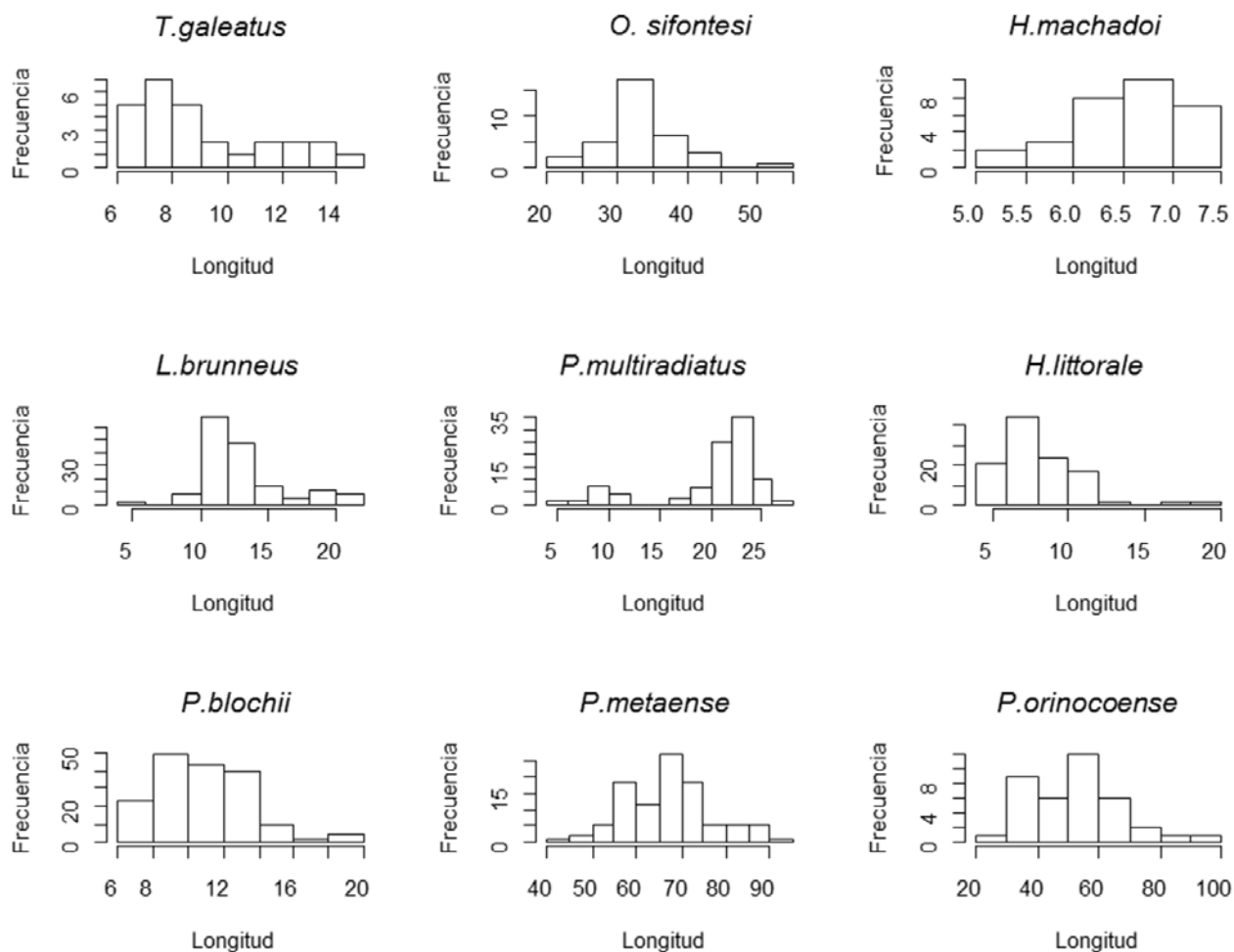


Tabla 4. Abundancias de individuos por debajo ($<\mu$) y por encima ($>\mu$) del promedio de longitud estándar de nueve especies en los hábitats del caño La Piedra.

Especie	Caño		Laguna		Estero	
	$<\mu$	$>\mu$	$<\mu$	$>\mu$	$<\mu$	$>\mu$
<i>T. galeatus</i>	2	8	1	0	15	1
<i>O. sifontesi</i>	7	5	8	9	4	1
<i>H. littorale</i>	15	1	13	1	7	13
<i>H. machadoi</i>	14	4	2	4	2	2
<i>L. brunneus</i>	26	10	9	12	4	4
<i>P. multiradiatus</i>	4	8	6	18	2	3
<i>P. blochii</i>	13	2	14	21	0	2
<i>P. metaense</i>	15	13	11	16	5	13
<i>P. orinocoense</i>	2	5	3	2	6	4

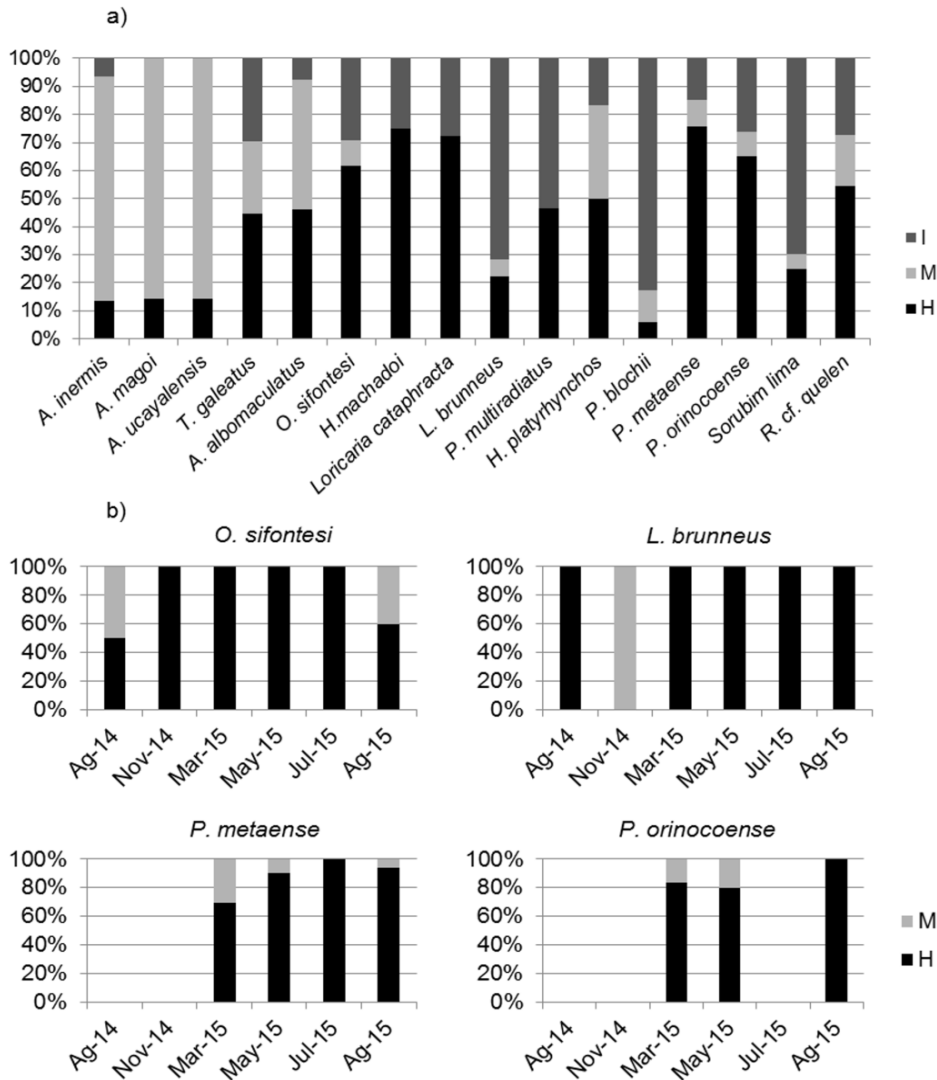


Fig. 4. a) Proporciones de sexos de 16 Siluriformes para todo el período muestreado en el caño La Piedra; b) proporciones de sexos por mes muestreado de cuatro especies de Siluriformes. Indeterminados (I), Machos (M), Hembras (H).

maduros. Cabe mencionar que la mayoría de los especímenes de *H. littorale* mostraron poco desarrollo gonadal y sólo fue posible identificar dos machos sexualmente maduros durante el mes de mayo, los cuales fueron colectados en los esteros. En el caso de *H. marginatus*, *H. machadoi*, *L. cataphracta* y *P. multiradiatus* sólo se pudieron identificar hembras, y a la mayoría de los individuos no se les pudo determinar el sexo. Las hembras sexualmente maduras de *H. machadoi* fueron observadas a lo largo del periodo muestreado, mientras que las de *L. cataphracta* y *P. multiradiatus* sólo fueron observadas durante finales de aguas bajas y ascenso de aguas. La distribución temporal

de sexos de cuatro especies muestra la prevalencia de hembras durante todo el periodo muestreado (Fig. 4b). Los machos de *O. sifontesi* sólo fueron detectados durante los meses de agosto, en aguas altas y los de *L. brunneus* en noviembre, en retirada de aguas. Se colectaron machos de *P. orinocoense* y *P. metaense* en los meses de aguas bajas, aunque para este último también se observaron machos durante agosto de 2015.

DISCUSIÓN

En esta investigación se reportan por primera vez parámetros reproductivos de las especies de Siluriformes

del Caño La Piedra, parte de la planicie de inundación del río Arauca en el estado Apure. Algunas especies mostraron aparentes diferencias en ciertos parámetros reproductivos con respecto a poblaciones de otras áreas geográficas. Por ejemplo, *P. multiradiatus* presentó una talla mínima de reproducción bastante menor (18,1 cm) a la observada en lagunas del bajo Orinoco, de 30,8 cm, con fecundidades igualmente más bajas de 594 ovocitos, al compararlos con las de 9600 a 1169 ovocitos reportadas en el bajo Orinoco, pero con un diámetro promedio de ovocitos (2,96 mm) superior al observado en dichas lagunas, de 2,13 mm (ECHEVARRÍA & GONZÁLEZ 2013). *L. cataphracta* y *L. brunneus* mostraron la misma tendencia, con tallas mínimas de reproducción más pequeñas y fecundidades más bajas, pero con ovocitos más grandes con respecto a las poblaciones de las lagunas del bajo Orinoco. Esto sugiere que las poblaciones de las especies de la familia Loricariidae en el caño La Piedra se estarían reproduciendo más tempranamente que sus pares en el bajo Orinoco. Por el contrario, *A. inermis* mostró fecundidades más altas en el caño La Piedra, de alrededor a 14 mil ovocitos, con respecto a las poblaciones del alto río Caura, donde la fecundidad promedio fue de 4 mil a 6600 ovocitos (ECHEVARRÍA *et al.* 2011), lo que demuestra distintos patrones en estos parámetros para las mismas especies dentro de la cuenca. Las especies de la familia Auchenipteridae de caño La Piedra mostraron también diferencias con sus pares en el caño Guaritico (LASSO *et al.* 1995). *Ageneiosus magoi* mostró una talla mínima de madurez sexual mayor en caño La Piedra, de 17,5 cm, en relación a los 16,1 cm reportados en el caño Guaritico, mientras que *T. galeatus* mostró la tendencia inversa con 7,49 cm en caño La Piedra y 10,7 cm en caño Guaritico. En general, las fecundidades de ciertas especies en el caño La Piedra también tendieron a ser inferiores en comparación con las poblaciones del caño Guaritico; entre ellas destacan *P. blochii*, *P. multiradiatus*, *R. aff. quelen* y *O. sifontesi*. Tales diferencias podrían atribuirse a un menor tamaño de muestra en el caño La Piedra, o tal vez a un menor esfuerzo reproductivo en este caño, posiblemente relacionado con diferencias en las características ambientales de ambos.

Igualmente, se observaron diferencias entre familias de Siluriformes en sus estrategias reproductivas, lo cual ya ha sido descrito para otras localidades (WINEMILLER & TAPHORN 1989). Las especies de la familia Heptapteridae se caracterizaron por presentar tallas mínimas de reproducción grandes, fecundidades moderadamente altas y coeficientes b altos, superiores a tres, lo cual indica que estas especies,

aumentan su factor de condición a medida que aumenta su tamaño (VAZZOLER 1996); mientras que las especies de las familias Pimelodidae y Doradidae se caracterizaron por fecundidades muy altas, tallas mínimas de reproducción grandes y ovocitos pequeños. Por su parte, las especies de la familia Auchenipteridae mostraron distintas tendencias en sus parámetros reproductivos. *Ageneiosus inermis* mostró una estrategia reproductiva más afín a las especies de las familias Doradidae y Pimelodidae, mientras que *A. magoi* mostró mayor similitud con las especies de la familia Heptapteridae. Las especies de la familia Loricariidae mostraron una estrategia reproductiva opuesta a la de los demás Siluriformes, con fecundidades bajas, ovocitos grandes, presencia de cuidado parental y más de un episodio reproductivo por ciclo hidrológico.

Las relaciones entre los parámetros reproductivos sugieren que la presencia de un tipo de rasgo implicó una compensación con respecto a otro. Por ejemplo, la presencia de cuidado parental y de ovocitos grandes estuvieron asociadas a fecundidades más bajas, mientras que los dos primeros parámetros estuvieron positivamente asociados entre sí. Este patrón ha sido relacionado con distintas estrategias reproductivas, pues ovocitos más grandes implican larvas más grandes, las cuales tendrían un mayor potencial de supervivencia con una reserva mayor de alimento expresada en la presencia de una saco vitelino grande, pero ovocitos más grandes implican también fecundidades más bajas (DUARTE & ALCARAZ 1989). Estas estrategias reproductivas se asocian igualmente a distintas estrategias de vida. En este sentido, los Siluriformes del caño La Piedra pertenecieron a dos estrategias de vida (WINEMILLER & ROSE 1992); la estrategia de equilibrio para todas las especies de la familia Loricariidae, y la estrategia estacional para el resto de las especies.

La estrategia de equilibrio tiene como factor selectivo la limitación de recursos y una tasa alta de depredación, lo que implica que las especies tienen que hacer una alta inversión en cada cría, lo cual ha conducido a la presencia de cuidado parental, menores fecundidades y ovocitos grandes (WINEMILLER & TAPHORN 1989). Las especies con estrategia de equilibrio invierten en rasgos que aumentan la supervivencia de los individuos (BEGON *et al.* 2006), lo cual se aprecia en la estructura de tallas de las especies de la familia Loricariidae, que mostraron en general una alta supervivencia de individuos de tallas grandes o adultos. Por el contrario, el factor selectivo para las especies con estrategia estacional es la ocurrencia periódica de condiciones ideales para la reproducción, por

lo cual realizan una inversión mayor en producir un alto número de crías (WINEMILLER & TAPHORN 1989), muchas de las cuales mueren antes de alcanzar la adultez, lo cual se refleja en la alta frecuencia de individuos pequeños en comparación a los individuos de tallas más grandes para el caso de *T. galeatus* y *P. blochii*.

Si bien se observaron individuos sexualmente maduros durante todos los meses de muestreo, las mayores frecuencias tanto de individuos como de especies con indicios de actividad reproductiva se observaron entre el final de la temporada de aguas bajas (mayo) y durante el ascenso de las aguas (julio), tal como ha sido descrito para otras comunidades de peces (ECHEVARRÍA *et al.* 2011; ECHEVARRÍA & GONZÁLEZ 2015). Estos resultados implican que la reproducción está sincronizada con el inicio de las lluvias (LOWE-MCCONNELL 1975; MACHADO-ALLISON 2005; MACHADO-ALLISON & ZARET 1984), cuando ocurren pulsos de inundación (JUNK *et al.* 1989), lo cual permite que las crías de los peces tengan acceso a hábitats de las planicies donde pueden explotar una amplia variedad de recursos tróficos y hay mayor disponibilidad de refugios contra depredadores debido al crecimiento de macrofitas acuáticas. Los individuos sexualmente maduros observados en aguas altas (agosto) y retirada de las aguas (noviembre) fueron de la familia Loricariidae, y tendieron a mostrar factores de condición variables a través de los meses. El aumento del factor de condición de *P. blochii* durante julio podría ser un indicio del gran desarrollo de sus gónadas, ya que durante la estación reproductiva los peces realizan una transferencia de reservas energéticas acumuladas en las vísceras para el desarrollo de éstas (VAZZOLER 1996), mientras que sólo se puede especular que el aumento del factor de condición de *P. metaense* y *P. orinocoense* entre noviembre, marzo y julio podría estar relacionado con una preparación para la migración hacia las cabeceras del río Arauca con fines reproductivos, como se ha sugerido para estas especies y otros miembros de la familia Pimelodidae (NOVOA 2002; BARBARINO 2005). Se ha señalado que estas especies ascenderían al río Portuguesa en el piedemonte andino a finales del periodo de sequía e inicios del periodo de lluvias para reproducirse, momento en el que se han observado en ese cuerpo de agua individuos con madurez gonadal máxima (RODRÍGUEZ-OLARTE & KOSSOWSKI 2004).

Las especies hicieron distintos usos de los hábitats muestreados, y algunas de ellas no mostraron indicios de reproducirse en el caño La Piedra. A pesar de la drástica disminución en el volumen de agua en lagunas y esteros durante la temporada de sequía, se encontraron individuos

sexualmente maduros en estos hábitats, lo cual sugiere que podrían ser usados como áreas de reproducción. En otros sistemas hidrográficos se ha encontrado que el uso de las áreas inundables con fines reproductivos por los peces está relacionado con la disponibilidad estacional de estas áreas y la predictibilidad de las inundaciones (ESPIRITO-SANTO *et al.* 2013), y que las especies tienen ecologías reproductivas asociadas con los patrones hidrológicos a largo plazo de las planicies de inundación (ZEUG & WINEMILLER 2007), que podría explicar el uso de estos hábitats estacionales por los Siluriformes asociados al caño La Piedra. Las especies mostraron diferencias intraespecíficas en las abundancias de adultos y juveniles entre hábitats. Varias de ellas presentaron altas abundancias de juveniles, representados por individuos menores a la media de longitud estándar de toda la población, dentro de esteros y lagunas, lo cual resalta la importancia de estos hábitats como áreas de cría para especies como *O. sifontesi*, *L. brunneus*, *P. multiradiatus*, e incluso para los bagres rayados *P. metaense* y *P. orinocoense*, los cuales tuvieron una importante presencia de juveniles y adultos en esos dos hábitats. Los dos machos sexualmente maduros de *H. littorale* se colectaron en los esteros y mostraron las tallas más grandes: se ha reportado que esta especie se reproduce en los esteros al inicio de la temporada de lluvias (WINEMILLER 1987), lo que hace suponer que estos individuos estarían preparándose para la estación reproductiva en los esteros del caño La Piedra.

En términos generales, la mayoría de las especies presentaron mayores proporciones de hembras que de machos. Esta tendencia se mantuvo a lo largo de los meses muestreados para cuatro especies. La única excepción a este patrón la mostraron las tres especies del género *Ageneiosus*, las cuales tuvieron una preponderancia de machos. Una de las potenciales causas del sesgo en las proporciones de sexo es la ocurrencia de tasas de mortalidad diferenciales entre machos y hembras (VAZZOLER 1996), aunque también pueden intervenir otras causas tales como factores genéticos o sesgos en el muestreo (NIKOLSKY 1963), este último factor podría haber intervenido en las diferencias entre proporciones de sexos de las especies del género *Ageneiosus* debido a una mayor incidencia de captura de machos con radios modificados durante ascenso de aguas. Los bagres rayados, *P. metaense* y *P. orinocoense* también mostraron un predominio de hembras, si bien no se observaron individuos sexualmente maduros en todo el periodo muestreado. El predominio de hembras y de machos en estados de madurez I a III son semejantes a los

observados en el bajo llano (BARBARINO 2005; PÉREZ *et al.* 2012), lo cual implicaría que los individuos adultos de estas especies que permanecen en el caño La Piedra estarían en reposo reproductivo, tal como sugiere BARBARINO (2005).

Para finalizar, los Siluriformes del caño La Piedra mostraron distintas estrategias reproductivas que se manifestaron no sólo en las diferencias en sus parámetros reproductivos, tales como la fecundidad, el diámetro de los ovocitos, las tallas mínimas de madurez o el número de episodios reproductivos, sino también en el uso de los distintos hábitats de la planicie de inundación, en las distribuciones temporales de las proporciones de sexos y de estados de madurez sexual. La coexistencia de dos estrategias de vida en los Siluriformes en esta planicie de inundación podría estar relacionada con la disponibilidad y variación estacional de los recursos alimentarios y la presión por depredación (WINEMILLER & TAPHORN 1989). Actualmente, existen varias amenazas a los peces en las planicies de inundación del Orinoco (MACHADO-ALLISON 2016), que podrían afectar de distintas maneras a los Siluriformes en función a sus estrategias de vida. Las especies con estrategia de equilibrio serían muy sensibles a la degradación y pérdida de hábitat (WINEMILLER 2005), originada por la deforestación de los bosques ribereños, la contaminación de las aguas y la pérdida de conexión entre los cauces y las planicies, mientras que las especies estacionales, las cuales son a su vez migratorias, serían más sensibles a la pérdida de conectividad entre la planicie de inundación y las cabeceras de los ríos, las cuales utilizan como áreas de reproducción (MACHADO-ALLISON 2005; MACHADO-ALLISON *et al.* 2010, 2011). La información ofrecida en esta investigación podría servir de línea base para proyectos de manejo y conservación de los Siluriformes ante estas amenazas.

AGRADECIMIENTOS

INSOPESCA otorgó los permisos de pesca científica N° 40442 y 455934. Los autores desean agradecer a Carlos Rodríguez por su hospitalidad y colaboración en el Hato Santa Luisa para el desarrollo de los muestreos, así como al personal del hato por su gran asistencia en el campo, particularmente a Erson Romero. Los fondos de este proyecto fueron otorgados por The Rufford Small Grant y Neotropical Grassland Conservancy.

REFERENCIAS

BALON, E.K. 1975. Reproductive guilds of fishes: a proposal and definition. *J. Fish Res. Board Can.* 32(6): 822-864.

BARBARINO, A. 2005. Aspectos biológicos y pesqueros de los bagres rayados *Pseudoplatystoma fasciatum* (Linnaeus 1766) y *P. tigrinum* (Valenciennes 1840) (Siluriformes : Pimelodidae) en la parte baja de los ríos Apure y Arauca, Venezuela. *Mem. Fund. La Salle Cien. Natur.* 163: 71-91.

_____. & K.O. WINEMILLER. 2003. Dietary segregation among large catfishes of the Apure and Arauca Rivers, Venezuela. *J. Fish Biol.* 63(2): 410-427.

BEGON, M., C. TOWNSEND & J. HARPER. 2006. *Ecology. From individuals to ecosystems.* Fourth edition. Blackwell Publishing, Oxford, U.K. 759 pp.

BRUTON, M.N. 1996. Alternative life-history strategies of catfishes. *Aq. Living Res.* 9(1): 35-41.

DUARTE, C.M. & M. ALCARAZ. 1989. To produce many small or few large eggs: a size-independent reproductive tactic of fish. *Oecologia* 80(3): 401-404.

EHEVARRIA, G. & N. GONZÁLEZ. 2013. Biología reproductiva de las comunidades de peces en dos lagunas de inundación del bajo Orinoco, Venezuela. *Mem. Fund. La Salle Cienc. Natur.* 71(75-176): 25-50.

_____. & F. MASS. 2011. Aspectos reproductivos de la comunidad de peces de la cuenca alta del río Caura, Venezuela. *Ciencia* 19(1): 25-40.

ESPIRITO-SANTO, H.M.V., M.A. RODRÍGUEZ & J. ZUANON. 2013. Reproductive strategies of Amazonian stream fishes and their fine-scale use of habitat are ordered along a hydrological gradient. *Freshwater Biol.* 58(12): 2494-2504.

FERRARIS, C.J. 2007. Checklist of catfishes, recent and fossil (Osteichthyes: Siluriformes), and catalogue of siluriform primary types. *Zootaxa* 1418: 1-628.

HOYOS, C. & D. FONTIVEROS. 2012. *Principales especies de peces comerciales del eje Orinoco-Apure (Guía de campo).* 2da edición. Instituto Socialista de la Pesca y Acuicultura (INSOPESCA), Caracas, Venezuela. 68 pp.

JUNK, W., P. BAYLEY & E. SPARKS. 1989. *The Flood Pulse Concept in River - Floodplain Systems.* In: *Proceedings of the International Large Rivers Symposium.* Ed. P. Dodge. Canadian Special Publications in Fish and Aquatic Science 106. Ontario, Canada. 110-127.

LISSO, C.A., A. MACHADO-ALLISON & D.C. TAPHORN. 2016. Fishes and aquatic habitats of the Orinoco River

- Basin: diversity and conservation. *J. Fish Biol.* 89(1): 174-191.
- LASSO, C.A., C. SEÑARIS, O. LASSO-ALCALÁ & J. CASTROVIEJO. 1995. Aspectos ecológicos de una comunidad de bagres (Pisces: Siluroidei) en los llanos inundables de Venezuela. *Acta Biol. Venez.* 16(1): 1-31.
- LE CREN, E.D. 1951. The length-weight relationship and seasonal cycle in gonad weight and condition in the perch (*Perca fluviatilis*). *The J. Anim. Ecol.* 20: 201-219.
- LOWE-MCCONNELL, R.H. 1975. *Fish Communities in Tropical Freshwaters. Their distribution, ecology and evolution*. First. Longman Inc., New York, USA. 337 pp.
- LUJAN, N.K., K.O. WINEMILLER & J.W. ARMBRUSTER. 2012. Trophic diversity in the evolution and community assembly of loricariid catfishes. *BMC evolut. biol.* 12: 124.
- MACHADO-ALLISON, A. 2005. *Los Peces de Los Llanos de Venezuela: Un Ensayo sobre su Historia Natural*. Tercera Ed. Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico, Universidad Central de Venezuela, Caracas. 144 pp.
- _____. 2016. The conservation of aquatic ecosystems of the Orinoco River basin. *J. Fish Biol.* 58-59.
- _____, RIAL, A. & LASSO, C. 2011. *Amenazas e impactos sobre la biodiversidad y los ecosistemas acuáticos de la Orinoquia venezolana*. En: *Biodiversidad de la Cuenca del Orinoco. II. Áreas Prioritarias para la Conservación y Uso Sostenible*. Ed. Lasso, R., Matallana, S., Díaz-Pulido, C. & Machado-Allison, A. Bogotá: Instituto A. Von Humboldt, pp. 63-88.
- _____, LASSO, C.A., USMA, J.S., SÁNCHEZ-DUARTE, P. & LASSO-ALCALÁ, O. 2010. *Peces*. En: *Biodiversidad de la cuenca del Orinoco. Bases científicas para la identificación de áreas prioritarias para la conservación y uso sostenible de la biodiversidad* Ed. Lasso, C. A., Usma, J. S., Trujillo, F. & Rial, A. Bogotá: Instituto Alexander von Humboldt- WWF Colombia- Fundación La Salle de Ciencias Naturales- Fundación Omacha - Instituto de Estudios de la Orinoquia (Universidad Nacional de Colombia)- Conservación Internacional Colombia, pp. 216-257.
- MACHADO-ALLISON, A.J. & ZARET, T.M. 1984. Data on the reproductive biology of *Hoplosternum littorale* (Siluriformes: Callichthyidae) in Venezuela. *Acta Cientif. Venez.* 35(2): 142-146.
- MONTONYA, J.V., OSÍO, A., PÉREZ, M.C. & PINEDA, V. 2017. *Los ríos de los llanos de Apure*. En: *Ríos en Riesgo de Venezuela. Volumen I*. Colección Recursos Hidrobiológicos de Venezuela. Universidad Centro Occidental Lisandro Alvarado 4: 76-107.
- NIKOLSKY, G.V. 1963. *The Ecology of Fishes*. Academic Press, London, U.K. 352 pp.
- NOVOA, D. 2002. *Los recursos pesqueros del eje fluvial Orinoco - Apure: presente y futuro*. Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura INAPESCA, Ministerio de Agricultura y Tierras MAT, Caracas, Venezuela. 131 pp.
- PÉREZ-LOZANO, A. 2010. Length-weight relationships of several commercial fish species in the Apure River, Venezuela. *Acta Apuroquia* 1(2): 14-20.
- _____, & A. BARBARINO. 2013. Parámetros poblacionales de los principales recursos pesqueros de la cuenca del río Apure, Venezuela (2000-2003). *Lat. Amer. J. Aq. Res.* 41(3): 447-458.
- PÉREZ, A., O. CASTILLO, A. BARBARINO & N. FABRÉ. 2012. Aspectos reproductivos del bagre rayado *Pseudoplatystoma tigrinum* (Siluriformes, Pimelodidae) en la cuenca del río Apure, Venezuela. *Zootecnia Trop.* 30(3): 251-262.
- RODRÍGUEZ-OLARTE, D., & KOSSOWSKI, C. 2004. Reproducción de peces y consideración de ambientes en eventos de crecidas en el río Portuguesa, Venezuela. *Bioagro* 16(2): 143-147.
- VAZZOLER, A. 1996. *Biología da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática*. EDUEM, Maringá, Brasil. 169 pp.
- WARD, J.V. 1998. Riverine landscapes: Biodiversity patterns, disturbance regimes, and aquatic conservation. *Biol. Conserv.* 83(3): 269-278.
- WINEMILLER, K.O. 1987. Feeding and reproductive biology of the currito, *Hoplosternum littorale*, in the Venezuelan llanos with comments on the possible function of the enlarged male pectoral spines. *Environm. Biol. Fish.* 20(3): 219-227.
- _____. 1989. Patterns of variation in life history among South American fishes in seasonal environments. *Oecologia* 81: 225-241.
- _____. 2005. Life history strategies, population regulation, and implications for fisheries management. *Can. J. Fish. Aq. Sci.* 62(4): 872-885.

- _____. & K.A. ROSE. 1992. Patterns of life-history diversification in North American fishes: implications for population regulation patterns of life-history diversification in North American fishes: Implications for population regulation. *Can. J. Fish. Aq. Sci.* 49(10): 2196-2218.
- _____. & D.C. TAPHORN. 1989. La evolución de las estrategias de vida en los peces de los Llanos Occidentales de Venezuela. *Biollania* 6: 77-122.
- ZEUG, S.C. & K.O. WINEMILLER. 2007. Ecological correlates of fish reproductive activity in floodplain rivers: a life-history-based approach. *Can. J. Fish. Aq. Sci.* 64: 1291-1301.

RECIBIDO: Abril 2018.
ACEPTADO: Septiembre 2018.

CULTIVO EXPERIMENTAL DE CAMARONES PENEIDOS EN LA GRANJA DE CULTIVOS MARINOS DE LA UNIVERSIDAD DE ORIENTE, ISLA MARGARITA, VENEZUELA

MARCELO A. SCELZO¹, FERNANDO CERVIGÓN[†], JAIME APARICIO[†], MANUEL MARTÍNEZ ESPINOSA², MARÍA R. TORTI[†] & JESÚS E. HERNÁNDEZ MARTÍNEZ³

¹Universidad Nacional de Mar del Plata/CONICET. Argentina
E-mail: mascelzo@gmail.com

²Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). Roma

³Grupo de Investigación en Carcinología, Escuela de Ciencias Aplicadas del Mar, Universidad de Oriente, Núcleo Nueva Esparta. Isla Margarita. Venezuela

In memoriam

Al amigo, propiciador y alentador de estos estudios recientemente desaparecido, Dr. Fernando Cervigón, quien fue director del Centro de Investigaciones Científicas de la Universidad de Oriente (Hoy Instituto de Investigaciones Científicas-UDO) y del Museo Marino en Boca del Río. A Jaime Aparicio, gran amigo, constructor de la Granja de cultivo, "benefactor y crítico" de nuestras experiencias de cultivo de camarones en Venezuela. A Juan Bolaños, Secretario de la UDO y ex alumno y tesista recientemente fallecido luego de una penosa enfermedad. A Cochón, viejo margariteño, irremplazable guardián del Centro de Investigaciones Científicas, fallecido... "por dejar de vivir"... A Marina Vargas, estudiante, tesista y ayudante de laboratorio, que colaboró en los trabajos de cultivo de camarones en la Granja, y trágicamente fallecida en los EE.UU. A María Rosa Torti, Víctor Joseph y Paco Villegas por los sueños truncados y por todo el aliento y apoyo a este proyecto de cultivo de camarones.

RESUMEN: El objetivo de este trabajo se fundamentó en el cultivo (engorde) de juveniles de las especies de camarones peneidos nativas de aguas venezolanas, principalmente *Farfantepenaeus brasiliensis* y *F. notialis*, mediante el empleo de diferentes dietas comerciales. El estudio se realizó durante los años 1984-1985 en la granja piloto de cultivo comercial del Centro de Investigaciones Científicas, Escuela de Ciencias Aplicadas del Mar, de la Universidad de Oriente, Isla Margarita, Venezuela. La granja de cultivo comprendía una superficie de 10.000 m² (1 ha) subdividida en 11 estanques de 500, 1000 y 2000 m². Los camarones fueron capturados en la laguna de manglar La Restinga de los Municipios Tubores y Macanao y fueron sembrados en estanques de juveniles con longitudes totales entre 11 y 103 mm y pesos entre 0,01-1,96 g. Las experiencias se desarrollaron con réplicas por cada tratamiento y mantenidos entre 87 y 351 días. Los camarones fueron alimentados con dietas comerciales específicas para camarones y peces (Camaronina, Trucharina y Cachamarina de la empresa Protinal y Camaronina 25% y 35% de proteína de la empresa Ralston Purina). Las dietas fueron suministradas en dos raciones diarias a razón del 10% de la biomasa estimada. Los muestreos para los diferentes tratamientos fueron realizados con intervalos de dos semanas. Finalizadas las experiencias, los resultados de cada tratamiento-dieta indicaron: porcentajes de sobrevivencias de entre 7 y 84%, intervalos de pesos finales entre 0,07-34,3 g y longitud total entre 71-155 mm. Los mayores valores de crecimiento semanales los proporcionó la dieta Camaronina 25 y 35% de Ralston Purina con valores superiores a 100 mg/día en peso (0,75 mm/día en longitud). Una alta sobrevivencia mostró el tratamiento control sin alimento pero con escaso índice de crecimiento. Se registraron parámetros físico-químicos como oxígeno disuelto (3,6-6,0 ml/l⁻¹), temperatura del agua (24,5-28,3 °C) y salinidad (36-39,5 ups). Se considera el desarrollo excesivo de algas cianófitas que tapizaban el fondo de los estanques impidiendo una adecuada oxigenación y reciclaje del exceso de materia orgánica en descomposición, así como el que otros organismos (peces, cangrejos, aves) pueden haber competido por espacio y alimento y/o depredando sobre los camarones causando mortalidad y alteración de los valores de tasa de conversión y eficiencia alimenticia.

Palabras Clave: Crustacea, Decapoda, Penaeidae, *Penaeus*

ABSTRACT: The culture of the shrimp species *F. brasiliensis* and *F. notialis* was carried out in the aquaculture farm of the Universidad de Oriente, Margarita Island, Venezuela, during the years 1984 and 1985. The seeds of juvenile were captured in La Restinga mangrove lagoon and fed with commercial diets such as Camaronina, Trucharina and Cachamarina. At the starting of the experiment the shrimps showed lengths between 11-103 mm and weights between 0.01-1.96 g; whereas at the end 71-155 mm and 0.07-34.3 g, with a survival between 7-84%. Camaronina diet showed the higher growth rate (>100 mg/day weight, 0.75 mm/day length). The no food added treatment presented high survival but low growth. We believe that other organisms such as fishes, crabs and birds affected the food conversion and feeding efficiency.

Key Words: Crustacea, Decapoda, Penaeidae, *Penaeus*

INTRODUCCIÓN

La población humana actual (2018) ha superado los 7500 millones de seres. Las necesidades alimenticias para satisfacer esa población están estimadas en más de 3000 Millones de toneladas métricas. Dichos alimentos están compuestos de 81,2% de cereales; 10,4% de carnes rojas; 2,9% de aves (carne y huevos), y más del 5% restante de productos acuáticos, marinos y de agua dulce. Según informe de FAO (2018), la producción (pesca y cultivo) de animales acuáticos para el año 2016 ascendió a 171 millones de TM, de los cuales 80 MTM proceden de la acuicultura aportando un 47% a la disponibilidad de alimentos acuáticos a nivel mundial. De ello 7,8 MTM corresponden a crustáceos, dando un beneficio de 36.200 millones de dólares. Dicha producción se basa en el cultivo de camarones marinos y de agua dulce, al igual que de langostas y cangrejos. La región de mayor producción es Asia donde alcanza un 89% (FAO 2018).

Desde el momento de establecerse la industria del cultivo de camarones hace varias décadas atrás, los resultados tuvieron gran resonancia mundial y no pasó desapercibido por los biólogos marinos e investigadores de muchos países que fueron adaptando las técnicas de cultivo larval o larvicultura a las especies nativas de un país o región. En Latinoamérica se pueden citar como ejemplos los resultados sobre el desarrollo larval de varias especies de camarones nativas. Esos estudios incluyeron tanto las descripciones de los estadios larvales como los primeros intentos de larvicultura y engorde de postlarvas y juveniles de especies de clima cálido o tropicales, especialmente en Venezuela: *Farfantepenaeus brasiliensis* (LARES 1974), *Litopenaeus schmitti* (GARCÍA 1971; GARCÍA & EWALD 1974); Uruguay: *F. paulensis*, (VILLEGAS 1974), y especies de clima templado del Atlántico Sudoccidental como el camarón *Artemesia longinaris* y el langostino *Pleoticus muelleri* en Argentina (BOSCHI & SCELZO 1974, 1975; SCELZO & BOSCHI 1975; IORIO *et al.* 1990). También se realizaron trabajos pioneros en el cultivo de camarones en granjas con sistemas extensivos e intensivos en Ecuador (COBO 1974; MOCK & NEAL 1974), Cuba (RODRIGUEZ 1974) y Uruguay (VILLEGAS 1974). El incentivo para ello fue muy grande, los camarones representaron siempre un tipo de alimento muy codiciado, ya que la carne comestible es de muy buena calidad, posee bajo tenor graso, alto contenido proteínico, además de su gusto delicado, textura, color atractivo, carencia de espinas y facilidad de limpieza para su consumo. Estas características los han

hecho preferibles a otros animales acuáticos, alcanzando así un alto valor en los mercados tanto nacionales como internacionales, lo cual al transformarse en un recurso de exportación ha sido un elemento de atractivo generador de divisas para cada país.

De las granjas camaroneras de unos 50 países, la producción provenía de unos 12 de ellos, concentrados en las regiones tropicales de Asia y América Latina, dominada por unos pocos países y escasas especies (JORY 1997a). Esto debido a que en estos países tropicales se presentan condiciones ambientales con temperaturas altas durante gran parte del año a diferencia de los países ubicados en latitudes medias y altas, con clima templado-frío, donde existen variaciones estacionales de temperatura, reduciendo la posibilidad de cultivos durante todo el año en forma continua y donde la producción en términos de ha/año es comparativamente más reducida que en los trópicos.

Entre los principales países productores de camarones cultivados en las Américas se encontraban: Ecuador, México, Colombia, Honduras, Panamá, Perú, Nicaragua, Brasil, Belice, Venezuela y EEUU, amén de otros países que tenían producciones inferiores a 2000 ha/año (JORY 1998). Ecuador era el país líder en producción de camarones cultivados, habiendo logrado alrededor de 130.000 TM en 1998, con una producción promedio de alrededor de 800 kg/ha. Para la misma época la producción de camarones cultivada en Venezuela fue entre 3000-5000 kg/año, en un área alrededor de 2000 ha sembradas, lo que producía un promedio de 3500 kg/ha, ocupando el segundo lugar en producción en el Hemisferio occidental, luego de Colombia que tenía una producción promedio de 3750 kg/ha (JORY 1998; CLIFFORD III 1977).

Desde el punto de vista metodológico, el cultivo de camarones es llevado a cabo en instalaciones específicas. Dependiendo del origen de las “crías o semillas”, es decir de larvas o postlarvas y juveniles, se requerirán instalaciones denominadas criadero de larvas o “hatcheries” para la reproducción y producción en cautiverio si ello se realiza bajo condiciones controladas (SCELZO 1974; BOSCHI & SCELZO 1975; SCELZO & ROBAINA 1984; SCELZO 1987). Caso alternativo, la obtención de semilla provendrá de capturas del medio ambiente, principalmente de lagunas litorales de manglar o en playas al borde del mar. Posterior a la disponibilidad de semilla, el “engorde” se realiza en instalaciones al aire libre, en pre-criadero, para la fase de “pre-engorde”, generalmente hasta un gramo de peso por

unidad y fundamentalmente en la fase de “engorde” hasta tamaños de consumo de 15-20 g aproximadamente, en estanques de dimensiones variables de decenas o centenas de has, y que en conjunto constituyen la denominada “granja camaronesa o de cultivo”.

Las granjas camaronas son instalaciones en tierra firme, litorales o a poca distancia de la costa, con fondo o substrato constituido principalmente por arcilla para reducir la pérdida de agua por infiltración. El abastecimiento de agua de mar es directo, por desnivel o impulsado por un sistema de bombeo, conectado a un canal de entrada y/o uno de decantación previo a la entrada a la granja. El cultivo de camarones marinos puede ser de dos tipos: Extensivo: llevado a cabo en grandes superficies de cultivo, con semillas provenientes del medio ambiente, presentan baja densidad de siembra, alimentación sobre la base de la producción natural y escaso recambio de agua mediante desniveles de mareas; la captura de semilla (juveniles) de los estuarios y lagunas litorales depende, por un lado de la producción natural, del conocimiento empírico o de los antecedentes de estudios básicos sobre la biología de las especies y fundamentalmente de un equipo de personas capacitadas para la recolección, con técnicas relativamente simples (este tipo de cultivo ha sido exitoso en los países asiáticos y en Latinoamérica especialmente en Ecuador); Industriales (semi-intensivos, intensivos o super-intensivos): tienen por objetivos una mayor producción por unidad de superficie, partiendo de una alta densidad de siembra, se realizan en unidades más pequeñas, con alto recambio de agua a diario, suministro de alimento suplementario de buena calidad, sumada a la fertilización artificial en base compuestos conteniendo nitrógeno, potasio y fósforo que se introducen al agua de los estanques. Aunque en ambos tipos de cultivo se puede disponer de semillas provenientes de capturas del medio ambiente, en los cultivos industrializados o comerciales, es imperativo disponer de cantidad suficiente de semilla producidas en criaderos de larvas o hatcheries. Con ello se asegura la cantidad necesaria para ser sembrada en las densidades requeridas y en el momento adecuado, sin depender de las oscilaciones o variaciones de la productividad natural de los estuarios. En la producción de larvas bajo condiciones controladas en los “hatcheries” o criaderos, es imprescindible un equipo de técnicos: Biólogos Marinos, Acuicultores, Microbiólogos, Tecnólogos de Alimentos, sobre quienes reposa la responsabilidad de la producción de larvas de alta calidad (FAO 1999).

En Ecuador, la industria del cultivo de camarones se ha desarrollado con éxito desde mediados de la década de los años ‘70, y logró transformarse en una industria que ocupó el segundo lugar de importancia en las exportaciones de dicho país, antecedida por el petróleo y las exportaciones de bananas y café entre otras (WEIDNER & ROSBERRY 1992). Ecuador ha sido un ejemplo del éxito del cultivo de camarones, que juntamente con la mano de obra barata, bajo costo de los combustibles y el escaso costo de la tierra destinada al cultivo, le permitió transformarse en un líder mundial, cuya producción llegó alcanzar aproximadamente 130.000 toneladas (JORY 1998). Los resultados obtenidos en Ecuador fue el incentivo para otros países del área: Perú, Costa Rica, Colombia, Honduras, Panamá, Brasil, incluso Venezuela. Existe un componente particular que caracteriza la productividad de las aguas del Pacífico centro y sudamericano, que parecería estar gobernada por el gran desnivel de mareas que remueve un gran caudal de aguas y nutrientes en cada ciclo, además de otros factores hidro-meteorológicos de difícil interpretación, donde la nubosidad y el régimen de lluvias parece también tener mucha importancia (fenómeno de “El Niño”). La complejidad de los factores que pueden tener importancia en el crecimiento y producción de cada especie deben hacer cautelosos a los cultivadores en cuanto a la libre extrapolación de datos y resultados, sugiriéndose en todo caso, el efectuar estudios básicos sobre biología y ecología de las especies potencialmente cultivables (SCELZO 1974).

Como resultado del interés mundial sobre las posibilidades de cultivo de camarones, a partir de la década de los años ‘70 se iniciaron algunos estudios sobre el particular en Venezuela. Tales como la identificación de estadios larvales, postlarvales y primeros juveniles en el plancton y la obtención del desarrollo larval completo a nivel de laboratorio, que se complementaron con la descripción de los estadios larvales de especies de importancia en la pesca, como los camarones *L. schmitti*, *F. brasiliensis* y *F. notialis* (GARCÍA 1971; GARCÍA & EWALD 1971; LARES 1974; ANGELL 1976, 1977). Sin embargo, inicialmente hubo el planteamiento de: a) intentar desarrollar la biotecnología de cultivo sobre especies nativas cuyos requerimientos biológicos eran casi desconocidos o, b) aplicar la biotecnología de cultivo en especies no nativas o exóticas, cuyo ritmo de producción era ya conocido en otros países, aunque esto último entrañaba la introducción de especies con los riesgos inherentes a producir desequilibrios ecológicos y/o enfermedades contagiosas (bacterias, virus), que podrían

diseminarse en el ambiente natural creando epizootias graves (CLIFFORD III 1977; MIRANDA *et al.* 2010).

Para el primer caso el interés subyacente de estos trabajos residía en establecer las pautas mínimas para su cultivo, especialmente la posibilidad de localización de larvas, postlarvas o semillas abundantes en estuarios y lagunas litorales o producirlas en condiciones controladas de laboratorio. En el segundo caso se debería adquirir los progenitores o “padrotes”, efectuar la maduración y desove en cautiverio o la compra de las larvas o postlarvas a otros países. Optándose finalmente por el desarrollo de una tecnología de cultivo propia.

Teniendo en cuenta el rol de los estuarios en el ciclo de vida de los camarones peneidos en general y un conocimiento empírico sobre la presencia de camarones juveniles en las lagunas litorales de la Isla Margarita y en la Laguna La Restinga en particular, se promovieron proyectos de investigación sobre las posibilidades de cultivo de camarones comerciales por parte de la Universidad de Oriente (UDO) y la Fundación La Salle (FLASA). Estas investigaciones, se iniciaron en 1976 con el Proyecto de Carcinicultura (TORTI 1976) financiadas con Subsidios del Consejo de Investigación de la Universidad de Oriente (CI-UDO) y del ex-CONICIT (SCELZO 2018). Entre sus objetivos: la determinación del ritmo de crecimiento de las especies más abundantes en los alrededores de isla Margarita, especialmente *F. brasiliensis* y el ensayo con dietas comerciales de bajo costo, con relación al crecimiento de camarones en estanques “control”, sin suministro de alimento suplementario al producido naturalmente. Para el logro de esos objetivos se emplearon dos metodologías concurrentes y simultáneas.

- 1) El estudio del crecimiento de ejemplares juveniles de las especies en el ambiente natural, y
- 2) El estudio del crecimiento en condiciones experimentales.

El primer objetivo fue desarrollado simultáneamente con las experiencias de cultivo. El segundo incluyó tres etapas:

- a) La elaboración y ensayo de dietas experimentales, elaboradas con harinas de animales y vegetales marinos más abundantes en la zona.
- b) El ensayo de dietas semipurificadas elaboradas a base de ingredientes puros o semipuros y
- c) El ensayo de dietas de bajo costo, elaboradas a base de ingredientes naturales provenientes de productos y subproductos de la industria de alimentos.

Este trabajo presenta resultados obtenidos en la primera granja de cultivo de camarones y peces construida en Venezuela. Durante los años en que se desarrollaron estas investigaciones aunaron esfuerzos tanto el sector estatal como el privado, compartiendo el beneficio de la información biotecnológica del cultivo y eventuales riesgos. Alentados por el compartir los supuestos logros del desarrollo de la industria de cultivo de camarones, de la producción comercial de dietas balanceadas y la industria farmacológica para el eventual tratamiento de enfermedades.

Un número considerable de investigaciones fueron realizadas, a nivel experimental, en acuarios y tanques circulares de 3 y 6 m de diámetro, con volúmenes de hasta 28.000 l (MARCANO 1980; SCELZO *et al.* 1983a, b, c; SCELZO & GÓMEZ 1982; BAUMGARTNER *et al.* 1983). Estos estudios previos eran requeridos para optimizar la biotecnología de cultivo de especies nativas. Los cuales despertaron interés en numerosas empresas privadas de llevar a cabo cultivos a escala comercial, por lo que se incluyó el estudio del ensayo de dietas de bajos costos experimentales y comerciales en estanques de mayores dimensiones a las anteriores lo que permitió proyectar la construcción de la “Granja de cultivo experimental”. La cual se construyó durante el año 1978 para el cultivo de peces y camarones (MARTÍNEZ 1978).

Con la caída de los precios del petróleo durante el año 1982, se despertó el interés en Venezuela de la diversificación de la producción en la economía nacional. Un gran número de empresarios e inversionistas vislumbraron que el cultivo comercial de camarones marinos podría cumplir varios objetivos: una producción de proteína de alta calidad, la obtención de buenos precios por el producto, y una diversificación de las exportaciones centradas en el petróleo, con ahorro y captación de divisas. Además del incentivo regional con el desarrollo de nuevas fuentes de trabajos en regiones aisladas o poco diversificadas, como sería el caso de isla Margarita y otras islas del oriente venezolano. No obstante, el cultivo de camarones no fue considerado como una actividad prioritaria en los planes del gobierno estatal.

La información sobre el rol de las lagunas litorales hipersalinas como área de cría de camarones peneidos, era escasa (ROJAS 1977, 1978; SCELZO & ARRIGUETTI 2018). Sin embargo los estudios previos en las lagunas litorales de la isla Margarita (ANGELL 1976), indicaron que los juveniles del camarón *F. brasiliensis* y *F. notialis*, eran los más abundantes. Por lo que los resultados que se pudieran

obtener como ritmo de crecimiento en el ambiente natural y densidades en el momento de las capturas se considerarían como marco de referencia o “control” en las experiencias de cultivo, permitiendo esto conocer el valor real y la potencialidad de las diferentes especies bajo condiciones de cultivo (SCELZO 1983c).

Debido a que la obtención de resultados alentadores del cultivo comercial de las especies nativas de camarones podría llevar largo tiempo, el Gobierno venezolano aceptó la introducción de especies no-nativas cuyos cultivos en otros países estuviera garantizado. Sin embargo, dado que ello podría entrañar ciertos riesgos tanto biológicos y ecológicos (competencia interespecífica), diseminación de enfermedades, algunas de ellas de origen viral e incluso dependencia biotecnológica, el Estado venezolano promulgó una Ley a través del Ministerio de Agricultura y Cría mediante la cual se establecieron pautas de “cuarentena” para la introducción al país de especies de camarones no-nativas. Esta legislación oficializó la introducción de las especies *Marsupenaeus japonicus*, *L. vannamei* y *L. stylirostris* y un mayor apoyo al estudio del cultivo de especies nativas. Con esta legislación *M. japonicus*, se convirtió en la primera especie de camarón no-nativa introducida con fines de cultivo. Las primeras experiencias de maduración gonadal, desove, cría de larvas y engorde se llevaron a cabo en las instalaciones de la Fundación La Salle, en Punta de Piedras, Isla de Margarita.

Durante los años 1984 y 1985, el ex-CONICIT de Venezuela, en colaboración con la UDO y la empresa Centro de Fomento Boda, S.A. (CEFEBEDA), llevaron a cabo el Proyecto de cultivo de camarones autóctonos a escala piloto en la Granja de Cultivos del CIC (hoy IIC) y la Escuela de Ciencias Aplicadas del Mar de la UDO, en Boca del Río. Los resultados preliminares fueron parte del informe al exCONICIT (SCELZO 1985b). El abastecimiento de semilla para el proyecto del cultivo experimental, se basó en la captura de camarones en la laguna La Restinga. Y los antecedentes sobre el ritmo de crecimiento en el ambiente natural, serviría como marco de referencia de la optimización de dietas experimentales, dietas semicomerciales, comerciales y de bajo costo, preparadas específicamente para suplir los requerimientos alimenticios de las especies a ser cultivadas.

Cabe destacar que la inexistencia de referencias bibliográficas sobre el engorde de especies de camarones nativas de las aguas marinas venezolanas privilegia la información aquí presentada, que con carácter también histórico aporta datos novedosos sobre el cultivo de

camarones en ambientes de salinidad similar al mar adyacente e hipersalinos.

MATERIALES Y MÉTODOS

La granja de Cultivo y el sistema de bombeo de agua de mar fue diseñada y construida por el experto de la FAO Manuel Martínez y el Ing. Jaime Aparicio respectivamente, en el año 1978 (MARTÍNEZ 1978). Comprendía una superficie de una ha (200 m por 50 m) subdividida en once estanques de 10, 20 y 40 m de ancho por 50 m de largo y 0,90 m de profundidad (Figs. 1 y 2); con paredes de concreto de 20 cm de ancho y fondos constituidos de sustrato natural: arena, conchilla y arcilla. El abastecimiento del agua de mar, inicialmente, fue provisto por un “tornillo de Arquímedes”, o tornillo sin fin, posteriormente reemplazado por dos bombas eléctricas de 10 HP emplazadas a un trayecto de 200 m hasta el canal de entrada de la granja por tuberías de 2½”. Lo cual distribuía agua a cada estanque vertiéndola mediante compuertas (inlet). Las compuertas fueron utilizadas solamente en el momento del llenado de los estanques y para recambios parciales del volumen de agua de los mismos. La entrada de agua estuvo protegida por una malla de tul de nylon a fin de evitar la entrada de especies marinas adultas, juveniles o alevines, larvas y postlarvas de peces y cangrejos que pudieran actuar como competidores o depredadores de los camarones en los estanques.

En el extremo opuesto a la entrada de agua se colocaron tubos de rebose o salida de agua (outlet), con tres aberturas de uso optativo: cercanas al fondo, a mitad de agua y en el extremo superior, facilitando tanto el recambio de agua diario, como reducir el volumen de agua, especialmente durante los momentos de pesca para los muestreos o vaciado total durante la cosecha final. El agua saliente se dirigía a un canal de “desagüe” exterior (eferente) que la conducía hacia un lugar alejado al de la toma, a fin de evitar introducir la misma agua ya utilizada durante las experiencias (Fig. 2).

La captura de semillas (juveniles) de las especies de camarones se efectuó en la laguna de manglar La Restinga, entre los años 1984 y 1985, obteniéndose un total de 30.612 camarones que fueron sembrados a una densidad de 10 ej/m² (cultivo semi-extensivo).

Los estanques 1, 2, 3 y 4 abarcaban una superficie de 500 m² cada uno, los estanques 5, 6, 7, 8, 9 y 10 de 1000 m² c/u y el estanque 11 de 2000 m².

Los camarones fueron alimentados con distintos tratamientos y con dietas diseñadas para peces y como



Fig. 1. Llenado inicial de los estanques de la Granja de Cultivos marinos mediante el "tornillo de Arquímedes". En primer plano a la izquierda el Ing. Jaime Aparicio.

para camarones. Tres de las dietas suministradas fueron elaboradas por Protinal de Venezuela: Trucharina, Cachamarina y Camaronarina, y dos por la empresa colombiana Ralston Purina: Camaronina 25% (C25) y Camaronina 35% (C35) de proteína respectivamente. Todas las dietas mencionadas fueron pelletizadas o comprimidas y se ofrecieron en raciones diarias equivalente al 10% de la biomasa de camarones en cada estanque.

El suministro de estas dietas permitió realizar estudios durante el lapso de 8-10 meses, excepcionalmente un año. Sin embargo la escasa disponibilidad de las dietas importadas, por limitaciones de importación, sólo permitió desarrollar ensayos de corta duración.

Con la finalidad de estimar el crecimiento de los camarones según la dieta, se capturaban cada dos semanas entre 100 y 300 ejemplares en cada estanque, por medio de un chinchorro o red de pesca. Los ejemplares eran medidos, pesados y determinado el sexo. El cálculo de biomasa se realizaba mediante la estimación de la sobrevivencia y del peso promedio. La ración de alimento ofrecida diariamente se modificaba según la biomasa de cada estanque. Luego del muestreo, los ejemplares vivos fueron devueltos a los estanques.

Las dietas nacionales estuvieron constituidas principalmente por los ingredientes: harina de pescado, harina de subproductos de aves, harina de soya, suplementos de vitaminas y minerales "trazas". Los estudios bromatológicos, de las dietas nacionales fueron realizados por la empresa Protinal de Venezuela (AGUIRRE

1984), y el de las dietas importadas por la empresa "Super S" de Venezuela por el Dr. N.W. Moody en los laboratorios de Minneapolis, EE.UU (tabla 1).

El biólogo Gonzalo Hernández y el técnico Eulogio Penoth (UDO) realizaron la toma y análisis de los principales parámetros físico y químicos del agua en el canal de entrada de agua (inlet) y en los estanques de la granja de cultivo en horas matutinas. La temperatura mediante un termómetro de 1° C de apreciación, los análisis químicos por el método de STRICKLAND & PARSONS (1972) y la salinidad con un refractómetro American Optical. Los valores promedios de los parámetros físico-químicos del canal de entrada se muestran en la tabla 2, y los valores de salinidad, temperatura y Oxígeno en los diferentes estanques en la tablas 3.

Tomando en cuenta que las "semillas" (juveniles) de los camarones para ser sembrados en la Granja de Cultivo fueron capturados del medio natural donde concurren varias especies de camarones peneidos (SCELZO 2018), la pequeña talla de colecta hizo difícil la identificación específica al momento de la siembra, por lo que en esa etapa no se pudo diferenciar juveniles de *F. brasiliensis* de *F. notialis*, sin sacrificar el ejemplar. Se pudo tener una estimación de su proporción en el momento de la cosecha, cuando ya fue posible su identificación por rasgos morfológicos externos.

Los datos de duración de cada experiencia, junto con los promedios y desvíos de los valores longitud, peso, inicial y final, los rangos de los camarones junto con la estimación de crecimiento diario y semanal se presentan en las tablas 4 y 5; y la estimación de la sobrevivencia por especie en la tabla 7.



Fig. 2. Vista general en operación de la Granja de cultivos Marinos. CIC/ECAM, UDO, Boca del Río, Isla Margarita, Venezuela.

Tabla 1. Composición proximal de las dietas importadas y nacionales.

Composición (%)	Dietas				
	Camaronina 25%	Camaronina 35%	Trucharina	Cachamarina	Camaronarina
Proteína cruda	29,95	36,93	36	25	33-35
Grasa cruda	3,42	10,94	4	3	4-5
Fibra cruda	4,70	2,10	5	6	4-5
Calcio	1,91	1,73	-	-	-
Fósforo	1,36	1,09	-	-	-
Humedad	9,50	9,70	-	-	-
Ceniza	8,30	7,52	-	-	-
Extractos libres de N	-	-	30	40	30
Materia seca	-	-	-	-	88
Relación Ca:P	1,4:1	1,6:1	-	-	1,5:1

RESULTADOS

En la tabla 3 se resumen los datos promedios y desvío de los tres principales parámetros (salinidad, temperatura y oxígeno). Estos parámetros tuvieron escasa variación en los estanques de cultivo aunque ello podría deberse a la sensibilidad de los instrumentos empleados en su determinación (*e.g.* refractómetro para salinidad).

A pesar de que la entrada de agua estuvo protegida por una malla de tul de nylon a fin de evitar la entrada de especies marinas adultas, juveniles o alevines, larvas y postlarvas de peces y cangrejos que pudieran actuar como competidores o depredadores de los camarones en los estanques, en ciertas épocas del año, el alto contenido de materia orgánica y detrito del agua de mar hizo rebasar las mallas protectoras, facilitando la entrada de especies indeseables.

Durante la manipulación de captura y de siembra de los juveniles de las especies de camarones capturados

en la laguna de manglar La Restinga, probablemente, debido al estrés se produjo cierta mortalidad, cuyo número en cada estanque no pudo estimarse, pero que necesariamente se vio reflejada en la sobrevivencia al finalizar las experiencias. La estimación porcentual de las especies de peneidos, específicamente de los juveniles *F. brasiliensis* y de *F. notialis*, que fueron de difícil identificación al momento de la siembra sin sacrificar el ejemplar, se realizó al momento de las cosechas, cuando fue posible su identificación por rasgos morfológicos externos. Por lo que de ellas un 73% correspondieron a la especie *F. brasiliensis*, 25% a *F. notialis*, 1,5% a *F. subtilis* y 0,5% a *L. schmitti*.

Las dietas específicas para camarones eran de hundimiento rápido, mientras que las dietas para peces Trucharina y Cachamarina eran “flotantes”, motivo por el cual debieron ser reprocesadas (pelletizadas o comprimidas) para aumentar el hundimiento y aprovechamiento por

Tabla 2. Valores promedios de los principales parámetros físico-químicos obtenidos en el canal de entrada de agua (inlet). (Datos cedidos por el Prof. Gonzalo Hernández).

PARÁMETROS	n	MÍNIMO	MÁXIMO	PROMEDIO	Desv. Est.
Salinidad (ups)	48	36,00	39,50	37,30	0,70
Temperatura (°C)	48	24,50	28,30	26,60	1,00
Oxígeno disuelto (ml/l)	48	3,60	6,00	4,60	0,60
pH	35	7,72	8,21	8,08	0,10
Amonio total	43	0,00	5,02	0,51	1,00
Amoniaco	31	0,00	0,27	0,03	0,07
Nitritos	44	0,00	0,12	0,03	0,03
Nitratos	44	0,02	2,56	0,22	0,41
Fosfatos	45	0,00	0,88	0,10	0,21
Clorofila a	45	1,00	16,63	3,69	4,10
Clorofila b	45	0,30	7,25	1,29	1,36
Clorofila c	45	0,00	10,35	1,87	2,34
Carotenoides	43	0,00	0,41	0,07	0,08

Tabla 3. Valores promedios de los principales parámetros físico-químicos obtenidos en los diferentes estanques durante el cultivo. (Datos cedidos por el Prof. Gonzalo Hernández).

Estanque	Salinidad (UPS)	Temperatura (°C)	Oxígeno (ml/l ⁻¹)
1	34,0 ±1,2	24,5 ±1,3	3,2 ±0,6
2	35,0 ±1,0	27,0 ±1,2	2,2 ±0,6
3	35,0 ±1,0	24,5 ±1,2	2,2 ±0,6
4	34,7 ±1,0	24,5 ±1,1	3,2 ±0,4
5	35,7 ±1,0	25,0 ±1,1	3,0 ±0,3
6	37,0 ±1,0	24,5 ±1,1	3,1 ±0,3
7	35,7 ±1,4	24,0 ±1,3	3,4 ±0,3
8	35,7 ±1,2	24,5 ±1,2	3,3 ±0,4
9	35,7 ±1,2	24,5 ±1,3	3,1 ±0,4
10	36,0 ±1,4	24,5 ±1,2	3,4 ±0,3
11	35,7 ±0,9	24,5 ±1,1	3,6 ±0,2

los camarones y relativamente evitar ser consumidas por aves y/o especies que pudieran desarrollarse en los mismos estanques e ingresadas accidentalmente durante el suministro de agua. Todas las dietas se ofrecieron en raciones diarias equivalente al 10% de la estimación de la biomasa de camarones en cada estanque.

El suministro frecuente de las dietas nacionales, Trucharina, Cachamarina y Camaronarina permitió el realizar estudios durante lapsos de 8-10 meses. En cambio la escasa disponibilidad de las dietas importadas, por limitaciones de importación, sólo permitió desarrollar ensayos de corta duración.

Crecimiento de camarones *F. brasiliensis* y *F. notialis*, según tratamiento alimenticio

Los datos del crecimiento en peso y en longitud total para el lapso de cada experiencia y tratamiento alimenticio son resumidos en las tablas 4 y 5 para las especies *F. brasiliensis* y *F. notialis*, respectivamente. Teniendo en cuenta que tanto los promedios iniciales de peso y longitud, al igual que la duración de las experiencias fueron diferentes entre tratamiento, consideramos más adecuado presentar los valores de crecimiento expresados como crecimiento promedio diario y semanal siendo resumidos en la tabla 6.

Control, sin alimento

Se llevaron a cabo tres experiencias durante un lapso de tiempo entre 87 hasta 251 días. El crecimiento promedio diario de *F. brasiliensis* osciló entre 9,4 hasta 20,1 mg/diario y entre 0,16 hasta 0,30 mm/día en longitud total. Al cabo de 251 días de cultivo los mayores ejemplares fueron

menores a 10 g. Para *F. notialis*, el crecimiento promedio obtenido fue de 33,6 mg/diarios en peso y de 0,18 mm en longitud. Debe destacarse que el número de ejemplares de *F. notialis* obtenidos al finalizar las experiencias ha sido escaso, por lo que dichos datos pueden inducir a cierto error de interpretación.

Dieta Camaronarina, Protinal

Las experiencias con la especie *F. brasiliensis* alimentados con dieta Camaronarina (Protinal) indican haber alcanzado pesos promedios finales entre 13,9-17,3 g. según estanque y con un ritmo de crecimiento promedio diario entre 64,9-75,6 mg/día. Los mayores ejemplares alcanzaron un peso cercano a los 30 g. El crecimiento promedio en longitud ha sido entre 0,25-0,29 mm/día.

Para *F. notialis* los resultados del crecimiento obtenidos con dieta Camaronarina (Protinal) indican haber alcanzado pesos promedios finales alrededor de los 11 g, con un ritmo de crecimiento promedio diario entre 41,7 y 76,6 mg/día. No se dispone de datos de crecimiento en longitud.

Dieta Trucharina, Protinal

Las experiencias con la especie *F. brasiliensis* tuvieron una duración entre 228 y 313 días. Al finalizar las experiencias se obtuvieron ejemplares con pesos promedios entre 8 y 12 g, los mayores ejemplares alcanzaron 21 g. El crecimiento promedio diario osciló entre 26 y 45 mg, promediando un crecimiento semanal entre 184-318 mg. El crecimiento en longitud promedio ha sido entre 0,26 y 0,32 mm/día, con valores semanales entre 2-2,2 mm/semana.

Dieta Cachamarina, Protinal

Las experiencias con la especie *F. brasiliensis* tuvieron una duración entre 228-280 días. Se obtuvieron ejemplares con pesos promedios entre 9 y 10 g. Los mayores ejemplares alcanzaron 16 g. El crecimiento promedio diario en peso de 38,4-46,0 mg/día. El crecimiento promedio en longitud ha sido entre 0,31-0,32 mm/día.

Dieta Camaronina (C-25%), Ralston Purina

Las experiencias con la especie *F. brasiliensis* tuvieron una duración entre 127-387 días. El crecimiento promedio diario en peso ha sido entre 48,9-103,5 mg/día. Los mayores ejemplares alcanzaron un peso de 34 g. El crecimiento promedio en longitud ha sido entre 0,222-0,785 mm/día.

Dieta Camaronina (C-35%), Ralston Purina

Las experiencias de crecimiento de la especie *F. brasiliensis* con la dieta Camaronina 35% tuvieron una

Tabla 4. Crecimiento en Peso (g) y Longitud Total (mm) del camarón *F. brasiliensis*, frente a diferentes tratamientos alimenticios. Promedio \pm Desvío estándar y Rango (mín-máx). Superficie Estanque: 1, 2, 3 y 4 =500 m² y 5, 6, 7, 8, 9 y 10 =1000 m². d.n.d.= dato no disponible.

DIETA-TRATAMIENTO	Peso		Longitud Total		Duración Días	Estanque N°
	Inicial	Final	Inicial	Final		
Control, sin alimento	0,37 \pm 0,28 0,08-1,6	1,18 \pm 0,26 0,77-2,14	38,75 \pm d.n.d. 13-67	102,22 \pm 9,45 86-113	87	2
Control, sin alimento	0,57 \pm 0,03 0,03-2,09	2,65 \pm 0,59 1,41-5,44	38,28 \pm 92,84 15-66	67,89 \pm d.n.d. 48-93	114	3
Control, sin alimento	0,62 \pm 0,49 0,06-2,43	5,66 \pm 1,23 2,60-9,70	40,59 \pm 7,67 19-66	86,82 \pm 6,03 71-103	251	4
Camaronina 25, R.Purina	0,61 \pm 0,39 0,11-1,96	18,97 \pm 4,45 9,20-34,30	41,44 \pm 0,39 d.n.d.	126,29 \pm 8,59 105-147	387	1-3
Camaronina 25, R.Purina	0,71 \pm 0,12 0,02-1,67	12,77 \pm 2,66 8,40-19,7	23,01 \pm 6,01 12-40	116,07 \pm 7,10 102-135	120	1
Camaronina 35, R.Purina	0,20 \pm 0,25 0,02-1,96	13,36 \pm 2,48 6,90-18,90	24,02 \pm 0,40 11-60	114,55 \pm 8,75 94-155	122	1
Camaronina 35, R.Purina	0,17 \pm 0,12 0,01-1,93	10,09 \pm 1,93 6,10-12,90	23,54 \pm 6,59 13-40	105,24 \pm 4,99 94-117	118	2
Camaronina 35, R.Purina	0,14 \pm 0,10 0,02-0,62	6,73 \pm 0,93 4,70-9,10	24,53 \pm 5,63 14-42	94,32 \pm 4,09 85-103	112	4
Camaronarina, Protinal	2,03 \pm d.n.d. 0,77-3,70	17,34 \pm 3,94 8,30-29,20	62,21 \pm 8,66 46-76	121,85 \pm 6,34 101-148	240	2
Camaronarina, Protinal	5,66 \pm 1,23 2,60-9,70	13,99 \pm 3,84 7,90-24,30	91,06 \pm 7,98 71-103	119,28 \pm 11,33 86-113	103	4
Trucharina, Protinal	0,29 d.n.d. 0,02-1,50	9,03 \pm 1,41 5,30-12,30	29,19 \pm d.n.d. 13-67	102,22 \pm 9,45 86-113	275	5
Trucharina, Protinal	0,27 \pm 0,19 0,05-1,42	12,28 \pm 1,95 8,50-21,30	31,58 \pm 6,38 15-32	115,77 \pm 7,07 101-136	313	6
Trucharina, Protinal	0,43 \pm 0,25 0,03-2,00	8,73 \pm 2,09 5,36-15,60	31,96 \pm 10,6 13-68	90,38 \pm d.n.d. 71-106	228	7
Trucharina, Protinal	0,30 \pm 0,346 0,01-1,91	12,57 \pm 1,84 7,30-21,80	28,40 \pm 7,02 11-63	114,72 \pm 5,19 93-132	306	8
Cachamarina, Protinal	0,15 \pm 0,164 0,02-1,74	10,42 \pm 1,71 8,00-15,90	25,43 \pm 7,02 9-62	109,70 \pm 5,52 97-120	280	9
Cachamarina, Protinal	0,59 \pm 0,298 0,16-1,79	9,60 \pm 1,54 5,00-14,20	40,5 \pm 7,14 24-60	104,15 \pm 6,50 77-118	228	10

duración entre 112-122 días. El crecimiento promedio diario en peso ha sido entre 58,89-102,17 mg/día. Los mayores ejemplares alcanzaron 19 g. El crecimiento promedio en longitud ha sido entre 0,62 y 0,74 mm/día.

Como síntesis de las experiencias, en la tabla 7 se indican el número y los porcentajes de cada una de las especies de camarones cosechadas en los estanques de la Granja, según cada tratamiento alimenticio. La especie más abundante ha sido el camarón rosado con manchas *F. brasiliensis* habiendo

representado entre el 83 y 94% del total de las especies cultivadas, excepto para los estanques sembrados con Camaronina (C-25%), Raltson Purina. En segundo orden de abundancia fue el camarón rosa *F. notialis*, habiendo sido hallado en todos los estanques, con un porcentaje entre 2,7 y 16%, excepto los estanques con dieta Camaronina (C-25%), Raltson Purina, que fueron sembrados específicamente con dicha especie, alcanzando porcentajes finales entre 92 y 96%. Los camarones marrón *F. subtilis* y blanco *L. schmitti*, fueron hallados ocasionalmente, con porcentajes de 10% y 0,5%,

Tabla 5. Crecimiento en Peso (g) y Longitud total (mm) del camarón *F. notialis*. Estanque Control sin agregado de alimento y Dieta Camaronarina Protinal. Promedio \pm Desvío estándar y Rango (mín-máx). Superficie Estanque: Números 2 y 4 =500 m². d.n.d.= dato no disponible.

DIETA-TRATAMIENTO	Peso		Longitud Total		Duración Días	Estanque N°
	Inicial	Final	Inicial	Final		
Control, sin alimento	0,62 \pm 0,49 0,06-2,43	6,53 \pm 1,58 3,80-9,90	40,59 \pm 7,67 19-66	91,06 \pm 7,98 71-103	251	4
Camaronarina, 35 Protinal	2,05 \pm 0,67 1,18-2,92	11,51 \pm 1,58 7,30-20,20	d.n.d	d.n.d	240	2
Camaronarina, 35 Protinal	6,53 \pm 1,58 3,80-9,90	d.n.d	d.n.d	d.n.d.	103	4

Tabla 6. Ritmo de crecimiento diario y semanal en Peso y Longitud total del camarón *F. brasiliensis*, frente a diferentes tratamientos alimenticios. Valores promedios \pm desvío estándar.

DIETA-TRATAMIENTO	Crecimiento en Peso		Crecimiento Longitud Total	
	mg/día	mg/sem.	mm/día	mm/sem.
Control, sin alimento	9,46 \pm 12,91	66,23	0,16 \pm 0,19	1,090
Control, sin alimento	18,3 \pm 14,94	128,1	0,30 \pm 0,33	2,084
Control, sin alimento	20,13 \pm 12,67	140,9	0,19 \pm 0,15	1,297
Camaronina 25, R.Purina	48,89 \pm 50,85	342,2	0,22 \pm 0,23	1,556
Camaronina 25, R.Purina	103,50 \pm 18,75	724,8	0,79 \pm 0,55	5,500
Camaronina 35, R.Purina	102,17 \pm 42,39	715,21	0,74 \pm 0,49	5,181
Camaronina 35, R.Purina	85,58 \pm 51,79	599,06	0,68 \pm 0,55	4,746
Camaronina 35, R.Purina	58,89 \pm 28,65	412,25	0,62 \pm 0,43	4,329
Camaronarina, Protinal	64,97 \pm 40,53	454,8	0,25 \pm 0,19	1,778
Camaronarina, Protinal	75,60 \pm 47,12	529,2	0,29 \pm 0,29	2,026
Trucharina, Protinal	31,75 \pm 21,32	222,25	0,26 \pm 0,27	2,063
Trucharina, Protinal	45,53 \pm 39,75	318,73	0,32 \pm 0,379	2,591
Trucharina, Protinal	45,67 \pm 82,91	184,19	0,26 \pm 0,27	2,103
Trucharina, Protinal	40,18 \pm 25,7	281,23	0,28 \pm 0,24	2,266
Cachamarina, Protinal	38,40 \pm 24,10	269,1	0,31 \pm 0,23	2,184
Cachamarina, Protinal	46 \pm 34,30	321,93	0,32 \pm 0,19	2,237

respectivamente. La especie *F. notialis* ha sido dominante cuando la captura de la semilla fue realizada en los últimos y primeros meses del año.

DISCUSIÓN

Como resumen del Proyecto a nivel de granja piloto experimental y por el lapso de tiempo entre 3 y 12 meses de cultivo, según tratamiento, los resultados alcanzados indican que el menor ritmo de crecimiento se ha logrado en las experiencias Control sin alimento, donde el camarón *F. brasiliensis* creció a un ritmo promedio diario entre 9-20 mg, equivalente entre 155-300 mm/día. De las dietas comerciales, los mejores resultados de

crecimiento se obtuvieron con la dieta Camaronina (C-25%) de Raltson Purina obteniéndose un crecimiento diario en peso entre 50-100 mg, equivalentes a 0,22 y 0,80 mm/día. Resultados similares del ritmo de crecimiento se obtuvieron con las dietas Camaronina (C-35%) de Raltson Purina y Camaronarina de Protinal, ambas con un tenor de proteína tabulado del 35%. En ambos casos se obtuvieron ritmos de crecimiento diarios entre 60-85 mg en peso, y de 0,25-0,7 mm/día en longitud. Las dietas que menor ritmo de crecimiento propiciaron fueron las dietas para peces denominadas Trucharina y Cachamarina, ambas indujeron un ritmo de crecimiento diario entre 26 y 46 mg equivalentes a 0,26-0,32 mm/día. Se alerta sobre el hecho

Tabla 7. Número y porcentaje de las especies de camarones cosechadas según tratamiento alimenticio.

EST.	DIETA-TRATAMIENTO	Nº Ej.	% <i>F. brasiliensis</i>	% <i>F. notialis</i>	% <i>F. subtilis</i>	% <i>L. schmitti</i>
E-1	Camaronina 25, R. Purina	1.072	7,56	92,44	-	-
E-1	Camaronina 25, R. Purina	344	91,86	6,69	1,45	-
E-1	Camaronina 35, R. Purina	1.072	7,56	92,44	-	-
E-2	Control, sin alimento	3.853	86,00	2,70	10,80	0,50
E-2	Camaronarina, Protinal	927	88,47	11,21	0,32	-
E-3	Control, sin alimento	4.200	89,72	7,48	2,80	-
E-4	Control, sin alimento	669	83,40	16,00	0,60	-
E-5	Trucharina, Protinal	1.521	93,88	6,05	0,07	-
E-6	Trucharina, Protinal	2.300	94,13	5,43	0,44	-
E-7	Camaronina 25, R. Purina	3.166	4,01	95,99	-	-
E-7	Trucharina, Protinal	1.794	93,92	5,69	0,39	-
E-8	Trucharina, Protinal	1.600	85,44	14,56	-	-
E-9	Cachamarina, Protinal	2.536	92,86	7,14	-	-
E-10	Cachamarina, Protinal	1.156	91,57	8,43	-	-

de que las experiencias fueron desarrolladas en base a la captura de la “semilla” del ambiente natural y en distintas épocas del año. Ello puede explicar los distintos ritmos de crecimiento logrados incluso entre réplicas con el mismo tratamiento alimenticio.

En términos de sobrevivencia, la especie *F. brasiliensis* ha sido la especie dominante cuando la captura fue realizada en los meses centrales del año, mientras que *F. notialis* lo ha sido en los meses iniciales y finales del año, respondiendo a un ciclo reproductivo diferencial y específico dando diferencias sobre la penetración de postlarvas al interior de la laguna de manglar La Restinga (SCELZO 2018).

El presente trabajo representa una parte importante de la historia del cultivo de camarones en Venezuela, especialmente en lo referente al proceso de “engorde” hasta tallas comerciales, en piscinas que conforman el sistema de una granja camaronera siendo el primer intento realizado en el país y, sobre todo, con especies nativas. Venezuela, al igual que otros países, durante la década de los años ‘70 se vio alentada a desarrollar esa industria incipiente pero con grandes expectativas debido a la gran aceptación del producto en los mercados tanto locales como internacionales. Los primeros resultados se realizaron sobre la “larvicultura” y han sido clásicos los trabajos de LARES (1974), GARCÍA & EWALD (1974) y ANGELL (1977), tanto en el occidente como en el oriente del país. El interés del sector privado se hizo

notar ya que en muchos casos se pretendía efectuar los cultivos con especies no-nativas pero reconocidas a nivel internacional por ser buenos candidatos, demostrando buenos ritmos de crecimiento, lo que aseguraría el éxito de la producción. Especies no-nativas como *P. monodon*, *P. japonicus*, *L. vannamei* y *L. stylirostris* fueron objeto de solicitud de permisos de importación. Las autoridades gubernamentales, especialmente a través del Ministerio de Agricultura y Cría debieron proponer acciones que garantizaran el posible ingreso de larvas o reproductores de esas especies, sin que llegaran a provocar desequilibrios ecológicos a través de competencias interespecíficas y sobre todo, la no introducción de agentes patógenos al ambiente, especialmente de enfermedades virósicas. Nuestra propuesta, por el contrario, fue realizar investigaciones básicas con especies nativas, demostrar su viabilidad y evitar así, los riesgos latentes en la introducción de epizootias.

Desde mediados de la década de los años ‘80, en Venezuela se han ido desarrollando cultivos de camarones tanto a nivel experimental como comercial. Luego de muchos años de iniciados los cultivos de camarones a escala comercial, se pudieron reconocer alrededor de 13 granjas camaroneras en Venezuela (POLANCO 1998). Según CABRERA & JORY (1997) y CABRERA *et al.* (1997), en Isla Margarita se lograron producciones entre 250.000 hasta un millón de postlarvas/mes.

CLIFFORD III (1977) destacó la importancia y el éxito de cultivo de camarones en Venezuela, señalando especialmente: que la estadística de producción no publicada sugiere que la gran producción de la industria en estanques (kg camarón entero/ha/año) en Venezuela fueron las mayores que en cualquier otro de los países de América Latina, y solo fueron excedidas en el Hemisferio Occidental por los EE.UU, las cuales estaban obligadas por una estación de crecimiento reducida y altos costos de producción para operar bajo estrategias de producción intensiva. La mayoría de las granjas en Venezuela producían entre 4500 y 5500 kg/ha/año de camarón entero, con algunas granjas sobrepasando los 6000 kg/ha/año. Todas esas granjas fueron clasificadas como semi-intensivas y no utilizaban aireación. El éxito de la cría de camarones en Venezuela para esos años pudo haber sido atribuida en parte a los siguientes factores:

- Condiciones de crecimiento y lugares de cultivo de camarones ideales.
- Ausencia de variaciones estacionales pronunciadas típicamente presentes en muchos otros países.
- Ausencia del virus Taura y otras enfermedades epidémicas catastróficas.
- Una casi total dependencia sobre ciclos cerrados, progenitores domesticados y larvas producidas en el país.
- Venezuela era un exportador de camarones vivos (reproductores, nauplii y postlarvas), y desalentaba la importación de toda forma de camarones vivos.
- Regulaciones gubernamentales relativamente estrictas y permisos requeridos que resultan en un crecimiento controlado de la industria sin consecuencias determinantes para los productores existentes que contribuyeron al éxito del cultivo de camarones en Venezuela
- La disponibilidad de recursos financieros adecuados, personal experimentado y asesoramiento técnico.

CLIFFORD III (1977) también destacó que en Venezuela, granjas con cultivos semi-intensivos empleando siembras entre 16-24 postlarvas/m² y dependiendo de la estación, obtuvieron entre 1500-2500 kg/ha/cosecha en 115-145 días. Además de que en la Isla de Coche, una granja privada en cultivos semi-intensivo de entre 15-25 Ej/m², logro producciones entre 3000-6000 kg/ha en periodos de 93-150 días.

La industria del cultivo de camarones es muy productiva pero sigue siendo de alto riesgo, tanto en la

producción, como en la comercialización, presentando grandes altibajos. Problemas de calidad del producto cuando es elaborado en países de clima tropical en la cual la alta temperatura puede ocasionar deterioro de la calidad del producto en poco tiempo, que incide en la comercialización o aceptación en el mercado, llegando a casos de rechazo o embargos de partidas, como ha sucedido en los EE.UU por infestación por el virus del Taura. La gravedad de este síndrome, dio lugar a foros internacionales y publicaciones con el objeto de difundir los síntomas y su tratamiento (AQUANOTICIAS 1994). Desde el punto de vista del impacto ecológico y posibilidades de introducir enfermedades infecto-contagiosas, la implementación de la cuarentena en desoves, larvas, postlarvas o adultos de especies no nativas ha sido muy eficaz. MIRANDA *et al.* (2010), citaron que en el año 2005 se confirmó la presencia del virus del Taura, que afectó un 67% del total de granjas camarones en Venezuela, específicamente las de los Estados Zulia, Falcón y Nueva Esparta.

Es muy limitada la comparación del ritmo de crecimiento de las especies nativas al no haber resultados previos publicados. MIRANDA *et al* (2010) han efectuado un estudio de crecimiento de la especie *L. vannamei*. En dicho estudio, partiendo de postlarvas alimentados con una dieta de 35% de proteína, luego de 97 días de cultivo obtuvieron ejemplares con pesos promedios de 10 g y 11 cm de longitud con excelentes valores de supervivencia (65,19 %), tasa de conversión y eficiencia alimenticia (1,01:1). El crecimiento semanal promedio varió entre 0,75 y 1,16 g/sem.

Durante la realización del estudio en la Granja de cultivos marinos en la UDO en Isla Margarita, se pudo observar que no obstante la colocación de las mallas tipo "red de zooplancton" en el canal de entrada del agua de mar a la Granja, en cierta época del año, el contenido de materia orgánica y detrito del agua de mar taponeó las mismas e hizo rebozar los filtros, facilitando la entrada de huevos, alevines de peces y larvas de cangrejos a los estanques con camarones.

Sobre la base de los resultados logrados en el ritmo de crecimiento principalmente del camarón *F. brasiliensis* con cinco dietas comerciales específicas para camarones y peces, en la granja de cultivo, CIC/ECAM, en Isla Margarita, y resumidos en la tabla 7, merece destacarse que en los tratamientos control, sin alimento adicional, se observaron los menores ritmos de crecimiento, tanto en longitud como en peso equivalente a 0,07 g/semana y los

mayores tasas de crecimiento con la dieta Camaronina 35 (Protinal) habiendo producido un crecimiento estimado de 0,71 g/semanales. Desafortunadamente los reducidos valores de supervivencia dieron como resultados pobres índices de tasa de conversión y producción.

Por ello, es lógico pensar que los organismos naturales que se hubieran podido desarrollar en los estanques, e integrantes de las comunidades de plancton y bentos, no han sido un complemento alimenticio cualitativa y cuantitativamente suficiente para inducir un buen ritmo de crecimiento. Otro aspecto destacable es la inconsistencia de los ritmos de crecimiento entre las réplicas del mismo tratamiento/dieta, hecho que refleja un aspecto bastante frecuente: cada estanque evoluciona en forma individual, especialmente cuando son actividades de larga duración, desarrollando organismos vegetales y animales, que contribuyen conjuntamente con las dietas suministradas a la nutrición de los camarones. Ciertos aspectos negativos, como el desarrollo excesivo de ciertas algas especialmente cianófitas tapizando el fondo de los estanques, impidiendo una adecuada oxigenación y reciclaje de exceso de materia orgánica en descomposición. Negativo también fue el desarrollo de especies competidoras por espacio y alimento como el lebranche *Mugil liza* y la lisa *M. curema*, ya que al estar cercanos a la superficie o en el cuerpo de agua consumían el alimento pelletizado suministrado antes de que éste llegara al fondo, donde estaban los camarones durante las horas del día. También fueron hallados depredadores de tres tipos: a) Acuáticos: peces carnívoros como el robalo *Centropomus undecimalis* y cangrejos *Callinectes danae* y *C. exasperatus*, fueron habitantes no muy frecuentes pero sí permanentes. Algunas de esas especies de peces y crustáceos lograron tallas considerables. b) Aéreos: aves como la cotúa o viguá *Phallacrocorax olivaceus* y la garza blanca *Casmerodius albus*, fueron hallados muy frecuentemente en los estanques. Las cotúas llegaron a formar verdaderas bandadas en ciertas épocas del año. Algunas de estas aves fueron capturadas y sacrificadas para ver sus contenidos estomacales hallándose alrededor de 10 camarones por cada ejemplar de cotúa. Por ser aves que anidaban en el Parque Nacional La Restinga se les ahuyentaba, y sólo fueron sacrificados algunos ejemplares para comprobar el contenido estomacal. La actividad depredadora de estas aves provocó una alta mortalidad de camarones que se reflejó en una baja productividad y eficiencia y alta tasa de conversión. Ello también fue hallado en el trabajo de MIRANDA *et al.* (2010) en el cultivo de *L. vannamei*. c)

La actividad humana de los pobladores también jugó un rol negativo, ya que en forma irregular pero consistente, sustraían camarones, especialmente durante horas de la noche en reparo de la oscuridad.

Probablemente el estrés causado por el tiempo de traslado de las semillas (juveniles) de camarones, desde su captura y posterior siembra produjo cierta mortalidad, cuyo número en cada estanque no pudo estimarse, pero que necesariamente se vio reflejada en la sobrevivencia al finalizar las experiencias. Tal cual lo destaca CLIFFORD III (1977) “La semilla salvaje podrá poseer algunas ventajas limitadas, no obstante, si uno adopta una visión a largo plazo de la industria, el uso de semilla salvaje caracterizado por una gran variabilidad en cualidad, abastecimiento y composición específica, origen genético desconocido y el riesgo de introducción enfermedades, ciertamente constituirá un motivo irresistible para promover el empleo de reproductores domesticados”. Coincidimos con dichos autores que para abastecer las granjas camaroneras en los cultivos semi-intensivos e intensivos, se hace necesario contar con la producción de larvas a nivel de hatchery.

El lógico desbalance entre la estimación de la biomasa de los camarones sobrevivientes y el alimento suministrado se vio reflejado en un exceso de alimento no consumido en ciertos estanques, acumulación de materia orgánica en descomposición, alta producción de ácido sulfhídrico y bajo tenor de oxígeno en ciertas horas, que pudo contribuir a la mortalidad o escaso ritmo de crecimiento de camarones en ciertos estanques. Aunque no ocurrieron epizootias graves, no se descarta que pudieran haber existido enfermedades o parásitos. Se presenciaron casos esporádicos de ejemplares con parálisis en el abdomen (“crumped condition”). Igualmente, durante los muestreos se observó cierta mortalidad provocada por deficiencia de oxígeno (por aumento de BOD y de amonio) debido a la remoción del fondo de los estanques. Esta mortalidad incidió sobre el porcentaje final de sobrevivencia. Luego del muestreo los ejemplares vivos eran devueltos a los estanques.

La comparación del ritmo de crecimiento de camarones con relación a las dietas comerciales analizadas indican que los mayores resultados de crecimiento, tanto en longitud como en peso, se lograron con las dietas C-25% y C-35% (Ralston Purina) y Camaronarina 35% (Protinal), aunque también se notaron grandes diferencias entre tratamientos. Los ritmos de crecimiento diario, equivalentes entre 0,6-0,7 mm/día obtenidos con las dietas C-25% y C-35%,

se consideran similares a los estimados en el ambiente natural (SCELZO 1999).

Los resultados obtenidos en el presente estudio no han demostrado haber logrado un ritmo de crecimiento de las especies de camarones nativas comparable a las especies introducidas y por ello no trata de reemplazar el cultivo actual de esas especies no-nativas por las especies nativas, sino complementar los cultivos. Los esfuerzos han sido grandes, pero quizás no suficientes como para demostrar fehacientemente el éxito del cultivo de las especies nativas. Un panorama similar ha sido puesto en evidencia en otros países de la cuenca del Caribe y el norte de Sudamérica, donde habitan esas especies. Para la optimización de la biotecnología del cultivo de especies de camarones nativas de aguas marinas venezolanas y del Caribe Sur, aún se requiere profundizar conocimientos, optimizando dietas y un mejor manejo de los estanques en lo que respecta a calidad de agua, prevención y tratamiento de posibles enfermedades. El control de los organismos competidores por el espacio y alimento puede lograrse también optimizando el policultivo con especies que se complementan, pero debe hacerse efectiva la eliminación de los principales depredadores. Un ejemplo de ello ha sido la experiencia de policultivo entre el pámpano *Trachinotus carolinus* (Carangidae) y el camarón *F. brasiliensis* (GÓMEZ & SCELZO 1982; SCELZO & GÓMEZ 1982). Una biotecnología como la acuicultura, especialmente marina o maricultura, está en continuo proceso de crecimiento. La adaptación de esas tecnologías debe ser tenida muy en cuenta para lograr el verdadero desarrollo de la industria local del cultivo de camarones con especies nativas. Aún queda un largo trecho para recorrer en lo concerniente al cultivo de camarones marinos en Venezuela. Hoy día, la situación de Venezuela y del Estado Nueva Esparta en particular ofrece un panorama muy diferente de lo que fue hace 33 años cuando este estudio se llevó a cabo. Se han desarrollado un sinnúmero de hatcheries donde se logran exitosas crías de larvas de camarones, independizándose del medio ambiente natural, permitiendo preservar el ambiente del impacto ambiental en la obtención de semilla. El mismo ambiente nos ha dado valiosísima información acerca del ciclo de vida de especies nativas de camarones peneidos, en diferentes áreas del territorio venezolano. Incluso, construir estanques con un sustrato recreando la comunidad natural, p.ej. sembrando praderas de fanerógamas como *Diplanthera*, sería un buen intento para lograr los altos crecimientos, similares a los estimados en la laguna de manglar La Restinga. La optimización de dietas experimentales, no ha

logrado aún los objetivos trazados y sigue siendo una de las mayores limitaciones para el cultivo de especies nativas. A pesar de que se han logrado interesantes resultados con dietas experimentales (MARCANO 1980; SCELZO *et al.* 1980 a, c; GÓMEZ & SCELZO 1982; SCELZO & GÓMEZ 1982), las dietas de bajo costo no produjeron resultados comparables (SCELZO & HERNÁNDEZ 1999), excepto por las dietas C-25% y C-35% cuyos resultados preliminares fueron presentados en reuniones científica nacionales e internacionales (SCELZO 1983 a, b, 2000; SCELZO & HERNÁNDEZ 1999). Los datos físico-químicos obtenidos son a título general y pueden presentar errores metodológicos, ya que la salinidad del agua ha sido obtenida mediante refractómetros y la temperatura durante las primeras horas de la mañana.

MIRANDA *et al.* (2010) han realizado un interesante trabajo sobre el cultivo y engorde de postlarvas del camarón *Litopenaeus vannamei*, especie no nativa e introducida en Venezuela. Dicho estudio ha tenido como novedoso, además, el haberse realizado en agua de baja salinidad, prácticamente en agua dulce. Desde hace algunos años, tanto en Isla Margarita como en la Isla de Coche se establecieron con éxito aunque no sin inconvenientes biotecnológicos el cultivo comercial de camarones peneidos, principalmente con especies introducidas de otros países sudamericanos (CABRERA & JORY 1997; CABRERA *et al.* 1997; MIRANDA *et al.* 2010).

Aunque Isla Margarita, parecería no disponer de terrenos para la instalación de granjas camaroneras de grandes superficies, sí podrían desarrollarse cultivos intensivos para engorde y especialmente hatcheries o criaderos de larvas (SCELZO & ROBAINA 1984). El éxito estaría garantizado por la ausencia de industrias de base contaminantes y la abundancia de buena calidad de agua de mar no contaminada. Tanto las granjas o criaderos pueden estar localizadas en áreas no productivas o no competitivas para la agricultura, o el turismo, ofreciendo alternativas de nuevas fuentes de trabajo a los habitantes, panorama que puede hacerse extensivo a otras islas y zonas del nororiente venezolano. Deseamos destacar, que en forma similar a la cría de ganado y de aves de corral, no todas las especies que son factibles de hacerlo alcanzan óptimos ritmos de crecimiento que puedan considerarse competitivas a nivel económico, y se deben seleccionar las más rendidoras en términos de producción de carne, leche y huevos. Criterios similares deben aplicarse en la cría y cultivo de camarones y otros animales acuáticos. Este trabajo se inscribe en la política de la FAO (2018) al ofrecer alternativas en la producción de alimentos de origen

acuático y subproductos por medio de la acuicultura con destino al ser humano, frente a las necesidades crecientes por el aumento demográfico y el limitado aporte de la pesca marina por haber logrado el cupo máximo de capturas realizado en los caladeros tradicionales.

Como lo señala MIRANDA *et al* (2010) “en marzo del 2005, la Organización Internacional de Epizootias (OIE) informó de granjas infectadas en Venezuela con el Síndrome del virus del Taura (TSV). El 67% de granjas resultaron afectadas en los estados Falcón, Zulia y Nueva Esparta”. Dichos autores aconsejaron realizar cultivos del camarón *L. vannamei* aclimatando previamente las postlarvas a bajas salinidades empleando agua dulce, proveniente de pozos lejos del ambiente marino para evitar el contagio de epizootias de origen marino. MIRANDA *et al.* (2010), citando a otros autores, indica que “dicha aclimatación requiere conocer la composición iónica del agua de pozo ya que, además de los parámetros físico-químicos habituales, como el oxígeno y la temperatura, los niveles de dureza (calcio y magnesio), alcalinidad, sodio y cloruros son críticos bajo condiciones de baja salinidad. El efecto de estos minerales puede ser decisivo porque participan directamente sobre la osmoregulación, facilidad de la muda y formación de exoesqueletos”. Dificilmente cultivos semi-intensivos en agua con baja salinidad puedan ser llevados a cabo en Isla Margarita ya que carece de ese tipo de ambiente y el abastecimiento de agua dulce proveniente del acueducto de tierra firme está reservado para uso prioritario de los seres humanos. Sólo sería aconsejable el cultivo de aquellas especies que presenten buen crecimiento en ambientes con salinidad similar o superior a las del agua de mar.

A nuestro juicio, alguno de esos inconvenientes sobre la presencia de patógenos no nativos de aguas marinas venezolanas, parecen haber surgido debido a no haberse respetado los períodos y normas de la cuarentena al introducir larvas y/o reproductores de especies no-nativas, por lo que se insiste en no olvidar las premisas básicas de los estudios de impacto ambiental “es nuestra obligación moral dejar a nuestros descendientes un ambiente igual o mejor que el que se nos ha legado”.

AGRADECIMIENTOS

A todos los estudiantes, colegas y amigos del CIC/ECAM/UDO que colaboraron en estos trabajos, especialmente al Dr. Alfredo Gómez. A los Licenciados y Masters: José Gerónimo Marcano (Yomo), y Gonzalo Hernández. A Marina Vargas[†] y Mauricio Soler y Rafael

Suárez por su amistad y apoyo durante la fase del cultivo en Isla Margarita. A Freddy Robletto y Jaime Mas y otros, estudiantes, quienes compartieron y fueron colaboradores muchos años de tediosos muestreos. A los amigos, técnicos Eulogio Penoth y Agustín Aguado[‡], por la determinación de los análisis químicos. A los pescadores, obreros y amigos de Isla Margarita, Régulo López, Jesús Marín (Chuchú), Elías Fernández, Julián Vázquez, y otros cuyos nombres se fueron borrando de la memoria, pero no sus rostros ni sus afectos. El Consejo de Investigaciones de la Universidad de Oriente, al CONICIT de Venezuela y al Centro de Fomento Beda por su apoyo incondicional a este Proyecto.

REFERENCIAS

- AGUIRRE, M. 1984. PROTINAL, C.A. al servicio de la Acuicultura en Venezuela. Diciembre, Venezuela. *Rev. Protinal*.
- ANGELL, C. 1976. Juveniles del complejo *Penaeus duorarum* y *P. brasiliensis* en la laguna de Punta de Piedras. Nueva Esparta, 1972-1973. *Mem. Soc. Cienc. Nat. La Salle* 36(104): 155-163.
- _____. 1977. El cultivo de larvas de los camarones *Penaeus brasiliensis* y *P. duorarum*. *Mem. Soc. Cienc. Nat. La Salle* 37(108): 231-248.
- AQUANOTICIAS. 1994. Perfil del país: Ecuador. El síndrome de Taura: la comunidad científica en búsqueda de soluciones. *Aquanoticias* (1): 15-18.
- BAUMGARTNER, M., M. SCELZO & P. HEVIA. 1983. Efecto de dietas en base a harinas de guacuco *Tivela mactroides* y sardinas de la familia Engraulidae en el cultivo de juveniles del camarón *Penaeus notialis* (Crustacea, Decapoda, Penaeidae). Resumen (AsoVAC) en: *Acta Científ. Venezol.* 2.
- BOSCHI, E. & M. SCELZO. 1974. Desarrollo larval y cultivo del camarón comercial de Argentina *Artemesia longinaris* Bate (Crustacea, Decapoda, Penaeidae). *FAO, Inf. Pesca* 159(1): 289-327.
- _____. 1975. Rearing the penaeid shrimp *Artemesia longinaris* from egg to juvenile in the laboratory. *Fifth Ann. Workshop World Maric. Soc.* 5: 443-444. USA.
- CABRERA, T. & D.E. JORY. 1997. Aquaculture in Venezuela: status and perspectives- a case study. Short communications and abstracts. *Isl. Aquacult. Trop. Aquacult.* 61.

- CABRERA, T., J. ROSAS & M. SILVA. 1997. The aquaculture in Margarita, Coche and Cubagua Island, Venezuela. Short communications and abstracts. *Isl. Aquacult. Trop. Aquacult.* 59-60.
- CLIFFORD III, H. 1977. *World Aquac.* 28(1): 60-61.
- COBO, M. 1994. El cultivo de camarón en Ecuador. *FAO, Inf. Pesca* 159(1): 249-265.
- FAO. 1999. *Estadísticas de la producción de acuicultura, 1988-1997*. FAO, Circular de Pesca N° 815, Revisión 11, 203 pp.
- _____. 2018. El estado mundial de la pesca y la acuicultura. *Cumplir los objetivos de desarrollo Sostenible*, 250 pp.
- GARCÍA, J. 1971. *Identificación de las postlarvas del camarón (género Penaeus) en el Occidente de Venezuela y observaciones sobre su crecimiento en laboratorio*. Proyecto de Investigación y Desarrollo Pesquero, MAC-PNUD-FAO. 39: 23 pp.
- _____. & J. EWALD. 1974. Desarrollo larval del camarón blanco *Penaeus schmitti* (Latreille) en Venezuela. *Bol. Cent. Investig. Biol. Univ. Zulia* 10: 36.
- GÓMEZ, A & M. SCELZO, 1982. Policulture experiments of Pompano *Trachinotus carolinus* (Carangidae) and spotted red shrimp *Penaeus brasiliensis* (Penaeidae) in concrete ponds, Margarita Island, Venezuela. *J. Maric. Soc.* 13: 146-153.
- HUNER, J. 1995. An overview of the status of freshwater crawfish culture. *J. Shellfish Res.* 14(2): 539-543.
- IORIO, M., M.A. SCELZO & E.E. BOSCHI. 1990. Desarrollo larval y postlarval del langostino *Pleoticus muelleri* Bate, mediante cultivos de laboratorio y muestras de plancton (Crustacea, Decapoda, Solenoceridae). *Sci Mar.* 54(4): 329-342.
- JORY, D. 1996. Marine shrimp farming development and current status, perspectives and the challenge of sustainability. *Aquac Mag, Buyer's Guide'96 and Industry Directory*, 35-44 p.
- _____. 1997a. *Status of marine shrimp farming*. *Aquac Mag, Buyer's Guide'97 and Industry Directory*, 39-46 p.
- _____. 1997b. *Aquaculture in Latin America and the Caribbean: An overview and perspectives. Status of aquaculture: regional profile*. *Aquac Mag, Buyer's Guide'97 and Industry Directory*, 27-37 p.
- _____. 1998. *A review of world shrimp farming in 1998*. *Aquaculture Magazine, Buyer's Guide'98 and Industry Directory*, 28th Annual Edition, 40-59 p.
- LARES, L. 1974. Descripción de los estados larvales de *Penaeus brasiliensis*, Latreille, criados en laboratorio. Universidad de Oriente, Venezuela. *Cuad. Azules* 14: 31.
- MARCANO, J. 1980. *Efecto del nivel de proteína en el crecimiento de juveniles del camarón Penaeus brasiliensis Latreille (Decapoda, Penaeidae) alimentados con dietas semipurificadas a base de harina de soya, suplementada con Metionina y Lisina*. Trab. Asc. Prof. Asistente, Universidad de Oriente, Venezuela, 56 pp.
- MARTÍNEZ, M. 1978. *Granja de Acuicultura Marina en la Isla de Margarita, Venezuela*. Centro de Investigaciones Científicas. Universidad de Oriente, 8 pp.
- MIRANDA, I., J. VALLES, R. SÁNCHEZ & Z. ÁLVAREZ. 2010. Cultivo del camarón marino *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) en agua dulce. *Rev. Cient. Univ. Zulia* 20(4): 339-346.
- MOCK, C. & R. NEAL. 1974. Sistemas de cultivo del camarón. *FAO, Inf. Pesca.* 159(1): 220-227.
- RODRÍGUEZ, M. 1974. Posibilidades del cultivo de camarón (*Penaeus*) en condiciones semicontroladas en el noroeste de México. *FAO, Inf. Pesca* 159(1): 356-364.
- ROHLF, F. & R. SOKAL, 1969. *Statistical Tables*, W.H. Freeman & Co. S.Fco., 253 p.
- ROJAS, R. 1977. Biologie de la phase lagunaire de quelques péneides de la Guadeloupe (Antille Française). *C. R. Acad. SC. Paris, 284, Ser. D.* 286: 2539-2542.
- _____. 1978. Opposition entre les saisons seche et humide dans la biologie de quelques crevettes Paneides juveniles de la mangrove guadeloupeene (Antille Francases). *C. R. Acad. Sc. Paris, Ser. D.* 286: 1519-1522.
- SCELZO, M. 1974. Técnicas para la producción y obtención de larvas, postlarvas y juveniles en el cultivo de crustáceos en Latinoamérica. *FAO, Inf. Pesca.* 159 (2): 56-72.
- _____. 1983a. Effect of commercial shrimp dieta (20% PC) on growth and survival of juvenile penaeid shrimp *Penaeus brasiliensis* Latreille and *P. notialis* Pérez Farfante, in Venezuela. *First International*

- Conference of Warm Water Aquaculture-Crustacea*. Brigham Young University, Laie, Hawaii.
- _____. 1983b. Resultados del efecto de dietas en el ritmo de crecimiento del camarón *Penaeus notialis* Pérez Farfante (Decapoda, Penaeidae). Resumen ASOVAC 31, Reunión Anual. Caracas. Venezuela.
- _____. 1983c. Crustáceos. Especies: camarones marinos. En: *La Acuicultura en Venezuela, Estado Actual y perspectivas*. Caracas. F. Cervigón, Ed., 57-63 pp.
- _____. 1985a. El cultivo de camarones marinos en Latinoamérica. Consideraciones Generales. *Bol. Inf. Asoc. Venezol. Acuicult., AVEA* (6): 22-25.
- _____. 1985b. Informe final del proyecto "Cultivo de camarones en cautiverio". CONICET/UDO/CEFEBEDA. Parte A: Aspectos biológicos del cultivo de camarones peneidos marinos, 84 pp. 87 tablas.
- _____. 1987. Posibilidades del cultivo de camarones y langostinos marinos en Argentina. En: *Cuaderno Universitario N° 17*, CRUB-Universidad Nacional del Comahue. Argentina, 23-34 pp.
- _____. 1999. Crustacea Decapoda Mediterranea. Book of Abstracts, 104-105 pp.
- _____. 2000. Culture experiments on the spotted red shrimp *Farfantepenaeus brasiliensis* feeding on commercial diets. Responsible Aquaculture in the new Millennium European Aquaculture Society. Spec. Publ.: Resumen *Aqua-2000* (28) 637.
- _____. 2018. Biodiversidad, abundancia y densidad de ejemplares juveniles de camarones capturados en la laguna La Restinga, Isla Margarita, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Venez.* Universidad de Oriente. Venezuela. (En prensa).
- _____. & E. BOSCHI. 1975. Cultivo del langostino, *Hymenopenaeus muelleri* (Crustacea, Decapoda, Penaeidae). *Physis, Sec. A* 34(88): 193-197.
- _____. & J. HERNÁNDEZ. 1999. Culture experiments of native species of penaeid shrimps in earthen ponds in Venezuela, feeding on commercial diets. *Aquaculture Venezuela '99*. Puerto La Cruz, Venezuela.
- _____. & A. GÓMEZ. 1982. Policultivo del camarón *Penaeus brasiliensis* (Penaeidae) con el pámpano *Trachinotus carolinus* (Carangidae) con dieta optimizada. *Memoria IV Simposio Latinoamericano de Acuicultura*. Panamá. 185-209 pp.
- _____. & G. ROBAINA, 1984. La Acuicultura como alternativa para incrementar la producción pesquera: criadero de larvas y juveniles para el cultivo y repoblación. Plan de instalación y necesidad de la sala de cría (hatchery) para Margarita. *Memorias 1er. Foro sobre Desarrollo Pesquero de Nueva Esparta*. Isla Margarita, Venezuela, 121-124 pp.
- _____. & F. ARRIGHETTI. 2018. Argentina, país de langostinos, Buenos Aires. *Cienc. Hoy* 27(161): 27-31.
- SCELZO, M., G. MARCANO & J. MILLÁN. 1980a. Efectos de dietas experimentales, elaboradas a base de animales marinos, en el crecimiento de juveniles del camarón comercial *Penaeus brasiliensis* (Decapoda, Penaeidae). *Actas del III Simposio Asociación Latinoamericana de Acuicultura*, Cartagena, Colombia.
- _____. 1980b. Resultados sobre el crecimiento de juveniles del camarón comercial *Penaeus brasiliensis* Latreille (Decapoda, Penaeidae) cultivados en estanques de concreto. *I Simposio Brasileiro de Aquicultura* (Academia Brasileira de Ciencias, R.J.) 397-412 pp.
- _____. 1980c. Efecto del nivel de proteína en juveniles del camarón *Penaeus brasiliensis*, alimentado con dietas semipurificadas. *Acta II Simposio Asociación Latinoamericana de Acuicultura*: Mexico. 1545-1563 pp.
- SNEDECOR, G. & W. COCHRAN. 1967. *Statistical Methods*. The Iowa State University Press.
- SOKAL, R. & F. ROHLF. 1969. *Biometry*. W.H. Freeman & Co. S.Fco., 776 p.
- STRICKLAND, J. & T. PARSONS. 1972. A practical hand book of seawater analysis. *J. Fish Sci. Board Can.* 167: 1-311.
- TORTI, M. 1976. Programa de Acuicultura Marina. *Informe de progreso 1975-76*. Centro de Investigaciones Científicas, (UDO-CORPORIENTE). Boca del Río, 81 pp.
- VILLEGAS, F. 1974. Informe preliminar sobre las posibilidades de cultivo de langostino *Penaeus paulensis* Pérez Farfante en lagunas salobres del Uruguay. *FAO, Inf. de Pesca* 159(1): 124-127.
- WEIDNER, D. & B. ROSBERRY. 1992. World shrimp farming. In: *Proceedings of the special session on shrimp farming*. Ed. J. Wyban, USA, 1-21 pp.
- ZAR, J. 1984. *Biostatistical Analysis*. Prentice-Hall, INC. Englewood Cliffs, N.J. USA, 716 p.

RECIBIDO: Mayo 2018.

ACEPTADO: Octubre 2018.

OSTEOLOGÍA COMPARADA EN TRES ESPECIES SIMPÁTRICAS DEL GÉNERO *Paralichthys* (PLEURONECTIFORMES, PARALICHTHYIDAE) DEL ATLÁNTICO SUROCCIDENTAL. ESQUELETOS AXIAL POSTCRANEAL Y APENDICULAR.

JUAN MARTÍN DÍAZ DE ASTARLOA

Laboratorio de Biotaxonomía Morfológica y Molecular de Peces, Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras, Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Mar del Plata, Funes 3350 B7602AYL, Mar del Plata, Argentina

E-mail: astarloa@mdp.edu.ar

RESUMEN: Se efectúa un análisis osteológico comparativo de los esqueletos axial, postcraneal y apendicular de tres especies del género *Paralichthys* presentes en aguas del Atlántico suroccidental: *P. isosceles*, *P. orbignyanus* y *P. patagonicus*. Se describen los huesos, y se detallan las diferencias morfológicas, morfométricas y merísticas encontradas, con el fin de aportar elementos diagnósticos para la identificación taxonómica de las especies. Se utilizaron técnicas de desarticulación de esqueletos, tanto en ejemplares frescos congelados, como en especímenes conservados en líquidos fijadores. También fueron usadas técnicas de clareado y tinción diferencial para ejemplares de pequeño tamaño. Las diferencias encontradas estuvieron dadas en el número de vértebras y de huesos intermusculares, y en la morfología y morfometría de vértebras, esqueleto caudal, huesos de la cintura pectoral y del basipterygium de la cintura pélvica. Se discuten las relaciones entre los huesos y se comparan sus características con las halladas en otras especies del género *Paralichthys*, en particular, y en otros Pleuronectiformes en general.

Palabras clave: Pleuronectiformes, *Paralichthys* spp., esqueleto axial postcraneal, esqueleto apendicular, Atlántico suroccidental.

ABSTRACT: A comparative osteological analysis of the postcranial, axial and apendicular skeletons of three flatfish species of the genus *Paralichthys* (*P. isosceles*, *P. orbignyanus* and *P. patagonicus*) from the south-western Atlantic recorded differences related to the number of vertebrae, intermuscular bones, morphology, vertebrae morphometry, caudal skeleton, pectoral girdle bones, basipterygium of the pelvic girdle; and with other bones of the same specie *Paralichthys* and Pleuronectiforme. The bones were described, and also detailed his morphology, morphometry and meristic characteristics by methods of preparing, clearing and staining disarticulated skeletons in dissected, fresh and alcohol-preserved specimens.

Key words: Pleuronectiformes, *Paralichthys* spp., postcranial axial skeleton, apendicular skeleton, southwestern Atlantic.

INTRODUCCIÓN

Una *conditio sine qua non* para iniciar estudios biológico-pesqueros de especies potencialmente explotables es la correcta identificación taxonómica de las mismas. La dificultad en el reconocimiento de las especies de Pleuronectiformes, en general y de las especies de *Paralichthys*, en particular, en aguas argentinas, ha impedido el inicio de los estudios biológicos básicos de las especies (reproducción, alimentación, desarrollo ontogenético, edad y crecimiento, entre otros), esenciales para iniciar estudios biológico-pesqueros. Debido a esto sólo ha sido posible realizar estudios preliminares en aquellas especies que presentan menores dificultades en

su identificación como *Paralichthys isosceles* JORDAN, 1891 y *Xystreurys rasile* JORDAN, 1891 (FABRÉ 1988, 1992; FABRÉ & COUSSEAU 1988, 1990; GARCÍA 1987a, b; GARCÍA & MENNI 1990), y más recientemente los estudios fueron extendidos a otras especies una vez que los problemas taxonómicos fueron clarificados (MACCHI & DÍAZ DE ASTARLOA 1996; DÍAZ DE ASTARLOA & MUNROE 1998; INCORVAIA & DÍAZ DE ASTARLOA 1998; DÍAZ DE ASTARLOA 2005).

Paralichthys isosceles, *P. patagonicus* JORDAN, en JORDAN & GOSS (1889), *P. orbignyanus* (VALENCIENNES, 1842) (Fig. 1) constituyen, junto a *X. rasile*, las especies más abundantes de los desembarques comerciales del

recurso lenguados en puertos argentinos (COUSSEAU & FABRÉ 1990; FABRÉ & DÍAZ DE ASTARLOA 1996, 2001; DÍAZ DE ASTARLOA 2002; RICO 2010). En los últimos años se ha incrementado considerablemente la extracción de estos lenguados, debido al aumento de la demanda de mercados extranjeros (WALSH *et al.* 2015). La carne es de alta calidad y por lo tanto el precio que alcanza en el mercado es alto (DÍAZ DE ASTARLOA & MUNROE 1998). Si bien la taxonomía de las especies del género presentes en aguas argentinas ha sido estudiada (DÍAZ DE ASTARLOA 1994), y algunas características externas para identificar a las especies están documentadas (DÍAZ DE ASTARLOA & MUNROE 1998), aspectos de la osteología del grupo no han sido tratados en su totalidad (DÍAZ DE ASTARLOA 2005).

El objetivo del presente trabajo es aportar características osteológicas comparativas en tres especies simpátricas del género *Paralichthys* presentes en el Atlántico suroccidental. En este caso se describen los esqueletos axial, postcranial y apendicular y constituye la segunda parte de un estudio osteológico comparado ya iniciado (DÍAZ DE ASTARLOA 2005).

MATERIALES Y MÉTODOS

Material empleado

Se examinaron 35 ejemplares de *Paralichthys patagonicus* de tallas comprendidas entre 25 y 48 cm, 23 ejemplares de *P. orbignyanus*, entre 39 y 103 cm, ambas especies colectadas en la Zona Común de Pesca Argentino-Uruguay (34°30'S, 39°30'S; entre 40 y 100 m de profundidad), 23 individuos adicionales de *P. orbignyanus* procedentes de la laguna costera Mar Chiquita, situada a los 37°46'S y 57°27'W, al NE de la ciudad de Mar del Plata, en la Provincia de Buenos Aires. También fueron analizados 23 ejemplares de *P. isosceles* con un rango de tallas de 13 a 37 cm y capturados en aguas patagónicas entre los 44°21'S y 46°54'S, a una profundidad entre 50 y 80 m.

Se consultó y examinó material comparativo procedente de diversas colecciones de peces (los datos para las muestras marcadas con un asterisco se tomaron directamente de radiografías). Los números entre paréntesis son medidas de longitud estándar (LE) en mm. Los acrónimos del museo corresponden a los que figuran en SABAJ-PÉREZ (2016).

Paralichthys adspersus (STEINDACHNER, 1867): NMW 42743, Holotipo (246*), Chinchas islands, Perú. NMW 9540, 1 (275*), Talcahuano, Chile. NMW 9541, 1 (228),

Talcahuano, Chile. NMW 9542, 1 (227), Talcahuano, Chile. NMW 42740, 1 (292*), Mazatlán. México.

Paralichthys aestuarius GILBERT & SCOTFIELD, 1898: USNM 48128, 2 Sintipos (158, 176*), Shoal Point, California Gulf, boca del río Colorado, Sonora, Mexico.

Paralichthys albigutta JORDAN & GILBERT, 1882: USNM 30818, Sintipo (162*), Laguna Grande, Pensacola, Florida, USA.

Paralichthys brasiliensis (RANZANI, 1842): MZUB 955, Holotipo, (325*). MNHN 1999-0437, 1 (273*), Bahia, Brasil. MCZ 4669, 1* (173), Bahia, Brasil. Porto Seguro, 1886. MCZ 11407, 2* (80, 85), Brasil, Espiritu Santo. Río São Matheus. Nov 1865. MCZ 11409, 1* (248), Brasil. Rio de Janeiro. Río Itabapoana, 1865. MCZ 11404, 1* (218), Brasil, Bahia. Camamu. Expedición Thayer. 13° 57'S, 039° 11'W, May 1866. MCZ 11403, 1* (174), Brasil. Para. Ponta Curuçá. 00° 43' S 047° 52'W Expedición Thayer. 29 Feb 1866.

Paralichthys californicus (AYRES, 1859): USNM 64039, 2 (130, 151*), San Diego, California. MNHN 1896-0151, 1 (226* mm), Colombia, Magdalena.

Paralichthys dentatus (LINNAEUS, 1766): USNM 187286, 1 (134*), Delaware. MNHN 1999-0458, 1 (121*), Nueva York, USA. MNHN 1999-0459, 1 (132*), Antillas, Cuba. MNHN 1999-0426, 3* (116-207), Antillas, Martinique. NMW 93988, 1* (esqueleto montado), Waquoit, Massachusetts, USA. *Paralichthys fernandezianus* STEINDACHNER, 1903: USNM 88831, 1 (374*), Holotipo de *Paralichthys schmitti* GINSBURG, 1933 (sinónimo junior de *Paralichthys fernandezianus* STEINDACHNER, 1903), Juan Fernández, Chile 17 diciembre 1927.

Paralichthys isosceles JORDAN, 1891: MACN 2520; 1* (106 mm); 45°08'S - 66°28'W. MACN 6312, 3* (87-198 mm), 37°37'S - 56°14'W, Barco "Hero", 26 agosto 1971. INIDEP 145, 8* (170-290), 42° 03'S - 60°48'W, 71 m, 7 enero 1971. INIDEP 146, 1* (276), 42°03'S - 60°48'W, 71 m, 7 enero 1971. USNM 43335, Tipo, 1* (211), Bahía, 1887. USNM 43368, Paralectotipo* (204), Bahia, Brazil, R/V Albatross, 1887. USNM 43371, Lectotipo* (203), Bahía, R/V Albatross, 1887.

Paralichthys lethostigma JORDAN & GILBERT, 1884: USNM 21279, Neotipo (234*), Río St. John. Florida. MNHN 1999-0458, 2 (98*, 151), USA, New York.

Paralichthys oblongus (MITCHILL, 1815): USNM 286122, 4 (171*-220), 29°54'N - 80°10'W, 9 Feb

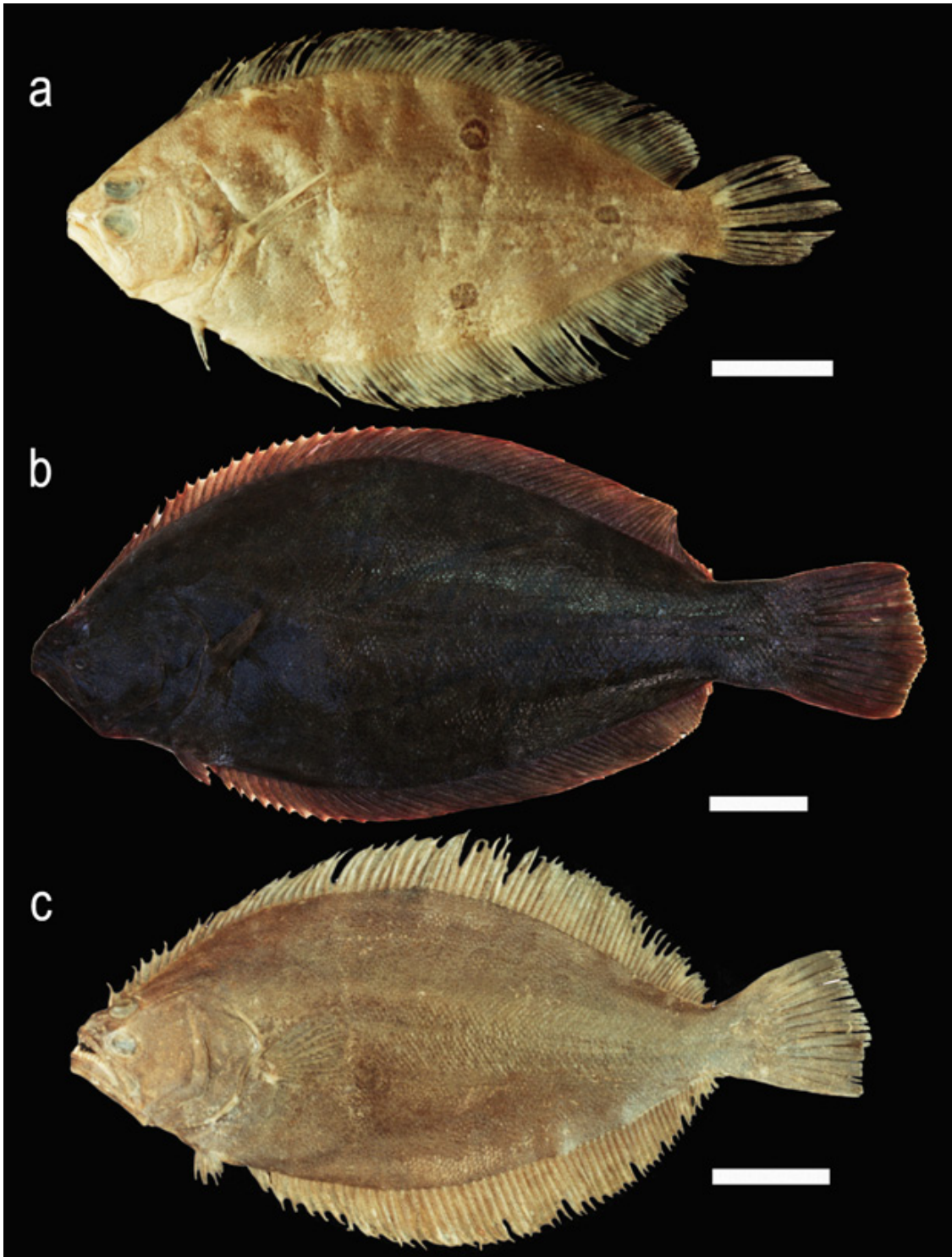


Fig. 1. Fotografías de tres especies lenguados del género *Paralichthys* del Atlántico suroccidental. a: *Paralichthys isósceles*, b: *Paralichthys orbignyana*, c: *Paralichthys patagonicus*. Escala: 5 cm.

1965. MNHN A 2428, 1* (193), USA, Massachusetts, Woods Hole, 1880.

Paralichthys olivaceus (TEMMINCK & SCHLEGEL, 1846): MNHN 1941-0205, 2* (43-48), Foutcheou, China. USNM 71996, 3 (158*-186), Japan. ZMB 5278, 1 (148), Yokohama, Japan.

Paralichthys orbignyanus (VALENCIENNES, 1839): MNHN 1999-0295, 1* Holotipo (345), Río de la Plata, Buenos Aires, Argentina. USNM 77389, 1* (140), Buenos Aires (Albatross, 1888) (mal identificado como *P. brasiliensis*). USNM 83404, 1* (161), Holotipo de *Xystreureys riberi* (sinónimo junior de *Paralichthys orbignyanus*). USNM 83399, 1* (123), Paratipo de *Xystreureys riberi* (sinónimo junior de *Paralichthys orbignyanus*).

Paralichthys patagonicus JORDAN, in JORDAN & GOSS, 1889: *MCZ 1139, Lectotipo (132), Puerto San Antonio, 1872 Expedición Hessler, *MCZ 135300, 2 Paralectotipos (135, 156); Puerto San Antonio, 1872 Expedición Hessler.

Paralichthys squamilentus JORDAN & GILBERT, 1882: USNM 30862, Holotipo*, 98, Pensacola, Florida.

Paralichthys triocellatus MIRANDA RIBEIRO, 1903: MNHN 1975-0294, 2 (146*, 173*), N.O. Calypso, Estación 137, Brasil, dic 1961. *MNHN 1975-0292, 3 (145-191), N.O. Calypso, Estación 104, Brasil, 2 Dic 1961. *MNHN 1975-0293, 1 (148), N.O. Calypso, Estación 130, Brasil, Dic 1961.

Paralichthys tropicus GINSBURG, 1933: MCZ 41042, 1* (258), Venezuela, Sucre, una milla a las afueras de Cumaná. *USNM 34919, Holotipo (259), Trinidad 10° 37'S, 61° 42'W.

Paralichthys vorax (GÜNTHER, 1862): *USNM 104260, 1 (85), sinónimo junior de *P. brasiliensis* (Ranzani). Recife (Pernambuco), Brasil, 1932.

Paralichthys woolmani JORDAN & WILLIAMS, 1897: *USNM 47575, Holotipo (196), Islas Galápagos, Ecuador. USNM 82698, 1 (198), Panamá. *USNM 81634, 1 (114), Panamá.

Métodos

Para la preparación de los esqueletos se siguió a OSSIAN (1970); MAYDEN & WILEY (1984) y DÍAZ DE ASTARLOA (1994). Las técnicas de clareado y tinción de tejidos óseos y cartilagosos se efectuaron de acuerdo con las indicaciones de DINGERKUS & UHLER (1977); POTTHOFF (1984) y KAWAMURA & HOSOYA (1991). Las disecciones,

observaciones y dibujos se realizaron macroscópicamente y con un microscopio estereoscópico marca Wild modelo M8, provisto de cámara clara. Para la nomenclatura de los huesos se siguió a CERVIGÓN (1985); ROJO (1988); HOSHINO & AMAOKA (1998); PATTERSON & JOHNSON (1995) para los huesos intermusculares, y a HOSHINO (2001) para el esqueleto caudal. Las abreviaturas usadas para los huesos fueron las siguientes, o han sido provistas directamente sobre las ilustraciones individuales: ba: basipterygium, ep: epineurales, ri: costillas, cl: cleithrum, Cp. 1-2: centra preurales, is: espina interhemal, hs: espina hemal, ns: espina neural, ep1-2: epurales 1 y 2, sca: escápula, H. 1-5: hipurales, lp: postcleitrum inferior, up: postcleitrum superior, phy: parhipural, PoZ: postzygapófisi, PrZ: prezygapófisis, dp: pterigióforo distal, pp: pterigióforo proximal, pra: radiales pectorales, pr: radios pectorales, sc: supracleitrum, uh: urohial, cv: vértebras caudales, pv: vértebras precaudales.

RESULTADOS

Esqueleto axial postcraneal

Esta sección está dividida en tres partes: columna vertebral, costillas y epineurales, y complejo caudal.

Columna vertebral

La columna vertebral está formada por 10 vértebras precaudales en las tres especies de *Paralichthys* estudiadas. Las tres especies difieren en los rangos de las vértebras caudales: siendo de 28-29 en *P. isosceles*, 25-26 en *P. orbignyanus* y 27-29 (raramente 26, un ejemplar de 177 examinados) en *P. patagonicus*.

La primera vértebra precaudal es pequeña en las tres especies de *Paralichthys* examinadas y la espina neural está soldada al proceso dorsal del centrum. Las espinas neurales de las vértebras precaudales están ligeramente curvadas hacia adelante. Sin embargo, a partir de la tercera o cuarta vértebra, las espinas neurales se adelgazan y desde las primeras vértebras caudales se orientan hacia atrás, siendo dicha inclinación más conspicua en las últimas vértebras caudales (Fig. 2). Las espinas hemales sólo están presentes en las vértebras caudales. Son elongadas como las espinas neurales, pero ligeramente más largas que ellas. La primera vértebra caudal presenta el arco y la espina hemal más desarrollados que el resto de las vértebras, con el fin de recibir el extremo superior del primer pterigióforo proximal de la aleta anal, que constituye el límite posterior de la cavidad visceral (Fig. 2d). Todas las vértebras son anficélicas con sus caras anterior y posterior cóncavas.

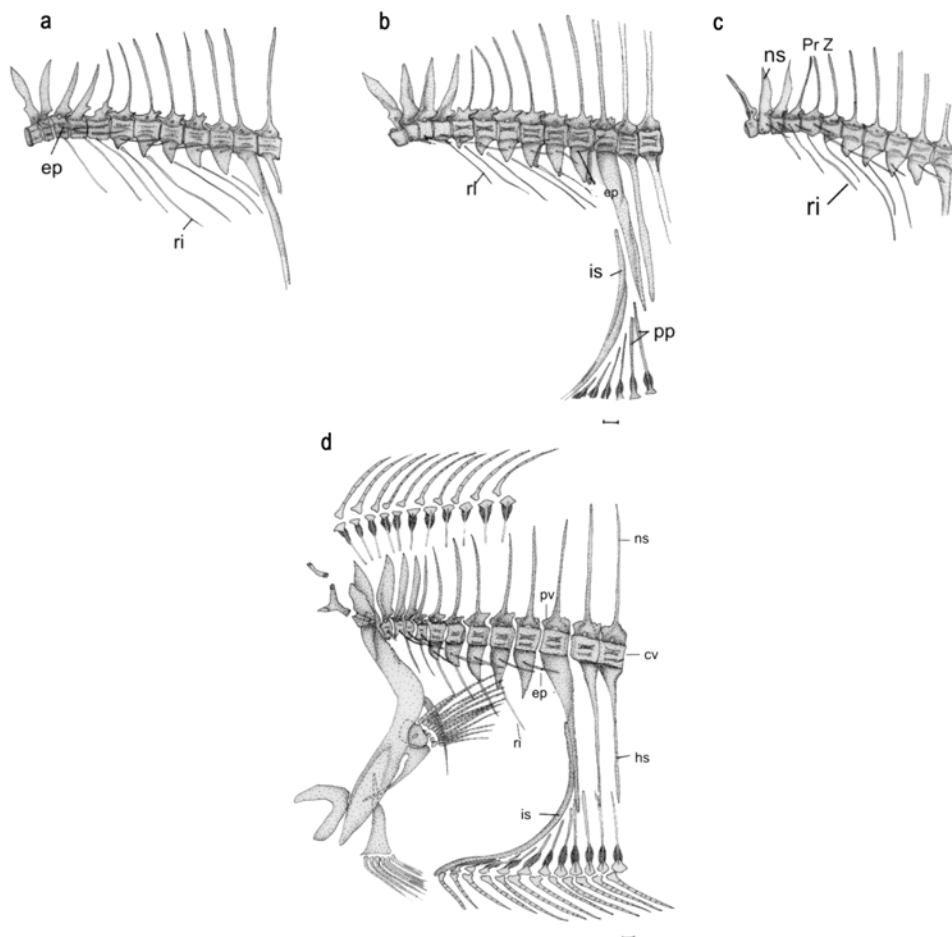


Fig. 2. Esqueleto de la región vertebral precaudal de a: *Paralichthys isosceles*, (b, d): *P. orbignyanus*, c: *P. patagonicus*. Ver abreviaturas en el texto. Escala: 1 mm.

En las tres especies de *Paralichthys* analizadas, se observaron una o dos pequeñas concavidades elípticas entre las porciones cóncavas dorsal y ventral solo en la última vértebra precaudal y la primera caudal. Esta característica no se observó en todas las vértebras; sólo en las últimas precaudales y las primeras caudales. A partir de la séptima y octava vértebra precaudal y continuando en todas las vértebras precaudales posteriores, aparecen parapósis pares. En la sexta o séptima a la última vértebra precaudal, los extremos distales de ambas parapósis se unen, formando un arco hemal cerrado, que AMAOKA (1969) denomina hemapósis (Fig. 2). Estas hemapósis presentan un extremo no bifurcado. Las hemapósis aparecen de la séptima a la décima vértebras caudales en *P. patagonicus*, en la séptima u octava a la décima vértebras en *P. isosceles*, y en la sexta o séptima a la décima vértebras en *P. orbignyanus*. Las pre y

postzigapósis neurales están desarrolladas en todas las vértebras en las tres especies, las mayores corresponden a la región abdominal (Fig. 2). En las vértebras caudales, las prezigapósis encajan en la concavidad delimitada por la postzigapósis de las vértebras precedentes. A partir de las caudales, son las postzigapósis las que se introducen en la concavidad formada por la prezigapósis de la vértebra posterior. La forma de las zigapósis varía según la especie. En *P. isosceles*, son angulosas y dispuestas horizontalmente. En *P. patagonicus*, las precaudales tienen forma de punta de flecha y presentan en su margen dorsal escotaduras. Las caudales son angulosas, sin tales escotaduras y levemente inclinadas hacia arriba. En *P. orbignyanus*, las abdominales presentan zigapósis más redondeadas con márgenes dorsales festoneados. Las caudales son angulosas, pero sus márgenes no son cóncavos como en *P. isosceles* y *P. patagonicus*, sino de

forma romboidal. No se ha observado desarrollo de pre y postzigapófisis hemales en *P. isosceles* y *P. patagonicus*. En cambio, se han verificado pequeñas zigapófisis en *P. orbignyanus* a partir de la segunda vértebra caudal (Fig. 3).

Costillas y epineurales

Las costillas (también denominadas costillas pleurales o ventrales) se dirigen hacia abajo siguiendo la línea de unión de los miosepta con la pared del celoma. En cambio, los epineurales [epipleurales o dorsales, *sensu* CERVIGÓN (1980)] se extienden hacia afuera a partir de los centra siguiendo el septo esquelético horizontal.

Las costillas están presentes desde la tercera a la novena en *P. isosceles* (Fig. 2a) y *P. patagonicus* (en un solo caso hasta la décima) (Fig. 2c) y desde la cuarta a la novena en *P. orbignyanus* (en un solo caso desde la tercera) (Fig. 2b, d). La primera o las dos primeras costillas están adheridas directamente a la parte anterolateral del centrum vertebral. Las restantes se articulan con el extremo de las parapófisis. *Paralichthys patagonicus* presenta el mayor número de costillas (rango 7-8; media 7,75 y n= 22), seguido de *P. isosceles* (7,7 y 15) y *P. orbignyanus* (6,6 y 25).

Los epineurales están presentes desde la segunda a la décima vértebras precaudales en las tres especies estudiadas (Fig. 2). Los tres primeros pares de epineurales se articulan a sus respectivos centra vertebrales. El primer par lo hace en sendas concavidades en la base de las prezigapófisis neurales. El segundo par se articula un poco más por debajo de las mencionadas prezigapófisis y el tercer par se une a la parte media anterior del centrum vertebral correspondiente, compartiendo dicha unión

con el segundo par de costillas. A partir del cuarto par, la unión se produce aproximadamente en la parte central de las parapófisis. *Paralichthys patagonicus* presenta el menor número de epineurales (9 pares, n= 22), seguido de *P. isosceles* (rango (9-10); media 9,6; n= 15) y *P. orbignyanus* [(10-11); 10,3; 25].

Complejo caudal

Las tres especies de *Paralichthys* estudiadas en este trabajo presentan un complejo hipural que responde al modelo apomórfico 6 (HENSLEY & AHLSTROM 1984) que está caracterizado por lo siguiente: 2 centra preurales (CP 1-2); un elemento parhipural autógeno (PHY); una placa hipural ventral (H 1+2) constituida por la fusión de los hipurales 1 y 2, y articulada al primer centrum preural; una placa hipural dorsal formada por la fusión de los hipurales 3 y 4 y el extremo del primer centrum preural (THC + H 3+4); un 5° hipural autógeno cuyo extremo proximal está cercano al 2° epural; ninguno, 1 ó 2 epurales; un número total de 18 radios caudales, de los cuales 13 son ramificados (Fig. 4a). En el presente trabajo se verificó la existencia de un segundo epural en todos los ejemplares de *P. isosceles* y *P. patagonicus* estudiados; en *P. orbignyanus* sobre 14 ejemplares examinados, sólo en cinco se encontró el segundo epural (Fig. 4b). Un solo ejemplar de *Paralichthys patagonicus* presentó dos elementos óseos no identificados situados junto a los dos epurales (Fig. 4b).

Una serie de cisuras o hendiduras están presentes en el extremo distal del parhipural y de las diferentes piezas de los hipurales (Tabla 1). De los 18 radios caudales, dos



Fig. 3. Cuarta vértebra caudal de a: *Paralichthys orbignyanus*, b: *P. patagonicus*. La flecha indica las zigapófisis hemales. Escala: 9 mm.

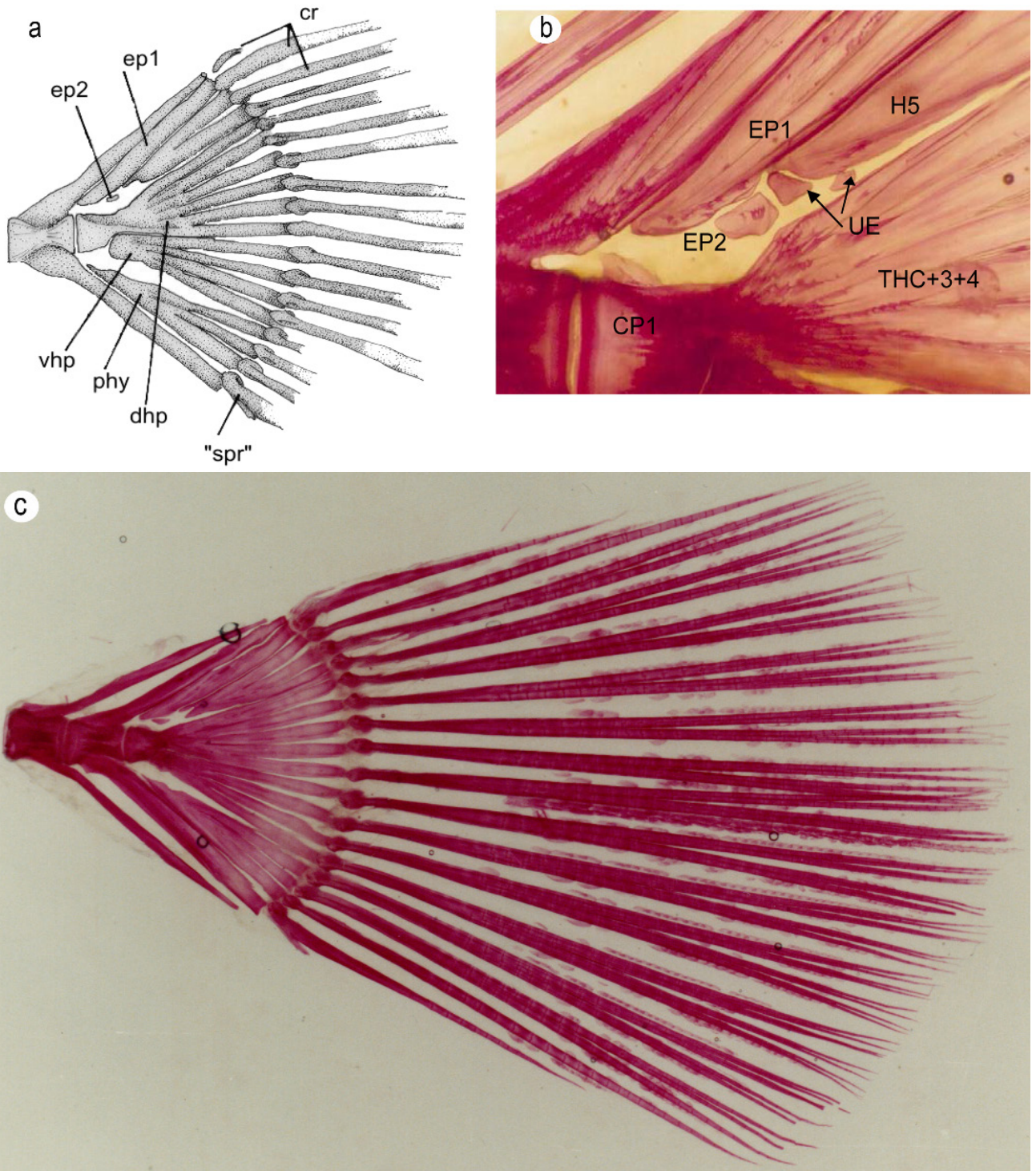


Fig. 4. Esqueleto caudal of de especímenes clareados y teñidos de a: *Paralichthys isosceles*, b: *P. patagonicus*, c: de un espécimen diseccionado de *P. isosceles*. CP1: preural centrum 1; EP1-2: epurales 1 y 2; H1+2: placa hipural ventral; Phy: pahipural; Rca: radios caudales; "Sp.r": "splinter ray"; H5: hipural 5; THC+3+4: placa hipural dorsal; UE: elementos no identificados.

radios segmentados están presentes en las partes distales superior e inferior de la aleta, 13 radios ramificados lo están en la región media y un radio no segmentado en cada uno de los extremos, superior e inferior de la aleta, también denominados “radios procurrentes” (*sensu* HOSHINO 2001) (Fig. 4c). El primer radio dorsal es muy pequeño, está sostenido por el arco neural del centrum preural 2 y se halla cubierto por la piel. Sólo es visible con tinción (Fig. 4c). El primer radio ventral también es muy pequeño y está fusionado al radio segmentado más próximo. No hubo diferencias en los radios de la aleta caudal en las tres especies estudiadas.

Esqueleto apendicular

Aletas dorsal y anal

Cada radio blando está articulado con un pequeño pterigióforo distal, constituido por dos mitades lentiformes, ubicadas a modo de rodamiento, en la parte basal de las dos mitades de cada radio. El pterigióforo proximal es alargado en sentido vertical, su extremo superior tiene forma de copa y presenta en su base dos expansiones laminares. Luego continúa un eje que interdigita entre las espinas neurales (los de la aleta dorsal) o hemales (los de la aleta anal) (Fig. 2d). Los primeros 8 pterigióforos proximales de la dorsal se articulan en la cara lateral del supraoccipital en *P. orbignyanus*. El anterior está ensanchado y posee un proceso anterior que es la continuación del eje longitudinal del pterigióforo. Soporta a los dos primeros radios dorsales. Los últimos pterigióforos son más pequeños. El último de ellos soporta a los dos últimos radios dorsales. En general hay dos pterigióforos en cada espacio interneural; sin embargo a veces existen 3 (Fig. 2d). El primer pterigióforo proximal de la aleta anal está modificado en un elemento semicurvo que constituye el límite posterior de la cavidad abdominal. En *Paralichthys isosceles* dicho elemento sostiene a los tres primeros radios anales. Además, los siguientes 11 pterigióforos proximales están apoyados en la cara posterior de la varilla abdominal (“abdominal rod”). En *P. patagonicus* los 11 pterigióforos proximales se apoyan sobre el primero. En *P. orbignyanus* solamente

los 8 ó 9 se apoyan sobre el primero (Fig. 2b, d). No existieron diferencias en la morfología y disposición de los pterigióforos dorsales y anales en las tres especies examinadas. Se observó que dos pterigióforos proximales se ubican en el septo esqueletógeno medio entre dos espinas hemales adyacentes. Algunas veces, se observaron tres (Fig. 2d).

Cintura escapular

La cintura escapular consiste en la cintura propiamente dicha (cleitrum, coracoides y escápula), cuatro radiales y una serie de pequeños cartílagos asociados a los radios pectorales y una cadena de huesos que conectan la cintura con el cráneo (supracleitrum y dos postcleitra). Algunos autores incluyen en la serie al posttemporal (BALART 1985; COLLETTE & GILLIS 1992). En este trabajo dicho hueso fue descrito en la región ótico-occipital del neurocráneo. Todos los huesos de la serie son pares.

El cleitrum es un hueso en forma de media luna con una rama dorsal dirigida anteriormente y una rama ventral dirigida hacia abajo. Ambos brazos terminan en punta. El inferior presenta una concavidad en su cara externa. Por el lado interno, dicha rama presenta una cresta media bien desarrollada que delimita una profunda concavidad o surco al cual se inserta el músculo *sternohioideus*. El extremo superior del hueso está en relación con la parte posterior del neurocráneo. Dicho extremo se halla cubierto parcialmente por el supracleitrum. En el ángulo posterior de unión de las ramas superior e inferior existe una proyección articular para la escápula. Por encima de dicha proyección y por debajo, el cleitrum está en contacto por su lado interno con el extremo anterior del primer postcleitrum y con el coracoides respectivamente. Las proyecciones anteriores del basipterigio de la cintura pélvica quedan encerradas entre la parte inferior de los cleitra de cada lado. Por su parte anterior, este hueso se contacta con los elementos de la serie opercular y con las expansiones membranosas del urohial (Fig. 5a). En las tres especies estudiadas los huesos derecho e izquierdo son levemente asimétricos. El brazo inferior del hueso derecho

Tabla 1. Patrón de cisuras del complejo caudal de tres especies del género *Paralichthys*. PHY: parhipural autógeno, H1+2: placa hipural ventral, THC+H3+4: placa hipural dorsal, H5: Hipural 5 autógeno.

	<i>P. patagonicus</i>	<i>P. isosceles</i>	<i>P. orbignyanus</i>
PHY	0-1	2	1-2
H1+2	4	3	3-4
THC+H3+4	5	5	5
H5	0-3	1-2	0-1

es un poco más ancho que en el izquierdo, siendo el valor medio de dicha relación de 1,05 en *P. orbignyana*, 1,2 en *P. isosceles* y 1,1 en *P. patagonicus* (Fig. 5b, c, d). Las relaciones morfométricas entre la longitud total y el ancho del hueso no mostraron diferencias entre las especies.

La escápula es un pequeño hueso endocondral de forma más o menos cuadrangular. Su borde anterior se une a la proyección escapular del cleitrum. Ventralmente, y a través de una conexión cartilaginosa, se relaciona con el coracoides. De los cuatro radiales pectorales dos o tres, se alinean en el borde posterior. Presenta un gran foramen anteroventralmente (Fig. 5a). No se observaron diferencias en los huesos de las tres especies de *Paralichthys* observadas.

El coracoides es un hueso delgado, laminar anteriormente y con un eje longitudinal en su margen posterior. En su superficie dorsal se articula, por medio de una conexión cartilaginosa, con la escápula y uno o dos de los cuatro radiales pectorales (Fig. 5a). Anterodorsalmente se contacta con una concavidad de la cara interna del cleitrum. Los dos coracoides son asimétricos respecto a su tamaño, siendo el derecho más pequeño que el izquierdo. Esa asimetría se manifestó en las tres especies analizadas. El borde anterior laminar del hueso resultó ser aproximadamente liso en *P. patagonicus* y con sinuosidades o escotaduras en las otras dos especies.

El supracleitrum es un hueso alargado con el extremo superior redondeado y cubierto parcialmente por el

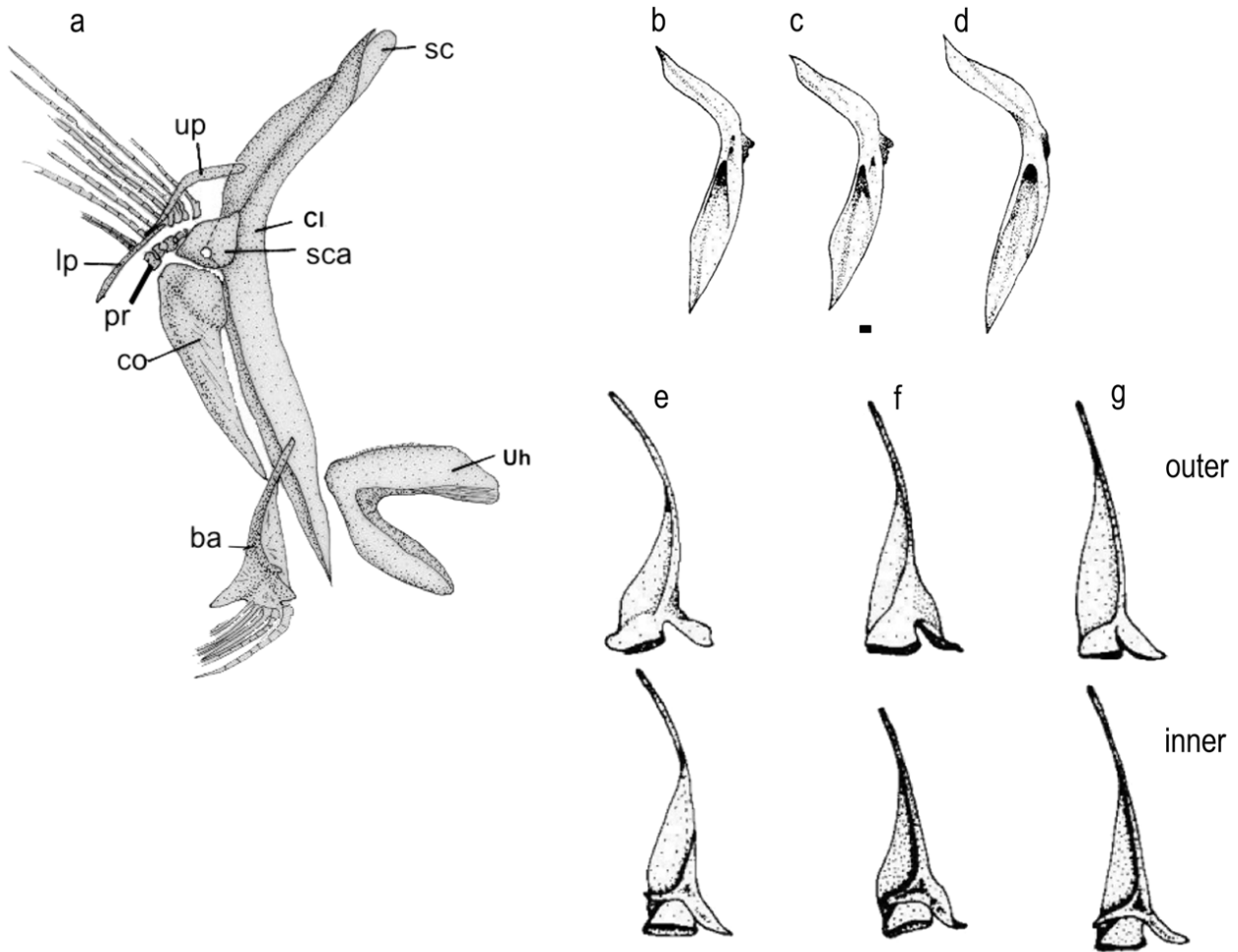


Fig. 5. Vista interna de la cintura pectoral izquierda de a: *Paralichthys patagonicus*, b: Cleitros izquierdos de *Paralichthys patagonicus*, c: *P. orbignyana*, d: *P. isosceles*. Basipterygios izquierdos y derechos en vistas externa e interna de e: *Paralichthys patagonicus*, f: *P. orbignyana*, g: *P. isosceles*. Ver abreviaturas en el texto. Escala: 1 mm.

posttemporal al cual se une a través de un cóndilo articular. El extremo inferior es puntiagudo. El supracléitrum se superpone a la parte dorsal del cleitrum. Los dos huesos son prácticamente simétricos en las tres especies. En *Paralichthys isosceles* el supracléitrum es más ancho, en relación a su longitud [rango (21-23%), media 22%], que en *P. patagonicus* [(16-18%), 17,2%] y *P. orbignyanus* [(15-19%), 16,7%].

Los dos postcleitra son huesos delgados situados posteriormente al cleitrum y cubiertos parcialmente por los radios de la aleta pectoral (Fig. 5a). El extremo anterior del postcleitrum superior se ubica en la cara interna del cleitrum, por encima del punto de articulación de este hueso con la escápula. En *P. isosceles* la forma del hueso es curva, elongada, con el extremo posterior puntiagudo. En *P. orbignyanus*, los dos extremos son aguzados y presentan una expansión laminar lateral. En *P. patagonicus* la forma también es curva con ambos extremos puntiagudos. El postcleitrum inferior se articula con el extremo posterior del postcleitrum superior. En *P. patagonicus* es un hueso más o menos recto con una pequeña expansión laminar lateral, que no llega a extenderse completamente a lo largo de todo el hueso. En las otras dos especies, la forma es semejante al postcleitrum de *P. patagonicus* (Fig. 5).

Cintura pélvica

Está constituida por un par de basipterigios situados en posición vertical. Cada basipterigio consta de una porción superior, elongada y curvada anteriormente que se sitúa entre medio de la parte inferior de los cleitra; una basal ensanchada que presenta un disco cartilaginoso que soporta a los seis radios pélvicos; un fuerte proceso posterior y otro proceso espinoso dirigido anteriormente y ubicado en la cara interna del basipterigio (Fig. 5). Los dos basipterigios están unidos por la línea media; son simétricos entre sí. El proceso posterior es espinoso en *P. isosceles* (Fig. 5g). En *P. patagonicus* es más ancho y no termina en punta (Fig. 5e). En *P. orbignyanus* presenta una curvatura que hace que el proceso se dirija hacia arriba (Fig. 5f). La expansión laminar anterior está más desarrollada en *P. isosceles* que en las otras dos especies. El proceso anterior de la cara interna del basipterigio es delgado y espinoso en *P. isosceles* y *P. patagonicus*, siendo más ancho y terminando en punta de flecha en *P. orbignyanus* (Fig. 5e, f, g).

DISCUSIÓN

Comparaciones con otras especies congénéricas

En las tres especies de *Paralichthys* del Atlántico sudoccidental examinadas en el presente trabajo, la

primera espina neural está fusionada al centrum vertebral. En otros Pleuronectiformes, la espina es autógena (CERVIGÓN 1985) o está ausente (AMAOKA 1969). AMAOKA (1969) hace una distinción entre los géneros *Paralichthys* y *Pseudorhombus* tomando, entre otras características, la forma de las primeras espinas neurales. El autor establece que las tres primeras vértebras son anchas y chatas en el género *Pseudorhombus*. En cambio, afirma que de la primera a la cuarta vértebras son anchas y chatas en las especies del género *Paralichthys*. En este trabajo se observó que las espinas neurales amplias estuvieron presentes en *P. isosceles*, *P. triocellatus* y *P. oblongus*. Contrariamente, todas las otras especies de *Paralichthys*, incluyendo a *P. patagonicus* y *P. orbignyanus*, presentaron espinas amplias y chatas en las primeras cuatro vértebras precaudales (Fig. 3).

Las hemapófisis sólo están presentes de la séptima a la décima vértebras precaudales en *P. patagonicus*, de la séptima u octava a la décima vértebras en *P. isosceles*, y en la sexta o séptima a la décima vértebra en *P. orbignyanus*. En otras especies del género, el arco hemal queda completamente formado a partir de la séptima vértebra abdominal, como ocurre con *Paralichthys albigutta*, *P. lethostigma* y *P. dentatus* (WOOLCOTT *et al.* 1968). Las costillas se unen directamente a la cara anterolateral del centrum vertebral, mientras que las otras costillas se unen a los extremos distales de las hemapófisis. Las costillas están presentes en todos los miembros de la familia Paralichthyidae, pero supuestamente no están presentes en las especies de la familia Bothidae (AMAOKA 1969). Sin embargo, HENSLEY & AHLSTROM (1984) concluyó que los elementos denominados “hipomerales abdominales” por AMAOKA (1969) son en realidad costillas pleurales (PATTERSON & JOHNSON 1995). CHANET *et al.* (2004) presentaron una tabla del número de costillas anteriores que se encuentran en miembros de diferentes familias de peces planos, incluidos los de Paralichthyidae y Bothidae. AMAOKA (1969) notó la presencia de costillas en la 3ª a 10ª vértebras precaudales en *Paralichthys*, sin embargo, encontramos diferencias y más variación de esta disposición entre las especies de *Paralichthys* que examinamos. Por ejemplo, encontramos costillas que ocurren solo en la 3ª a la 9ª vértebra precaudal en *P. isosceles*, y en la 10ª vértebra (una muestra) en *P. patagonicus*, y en la 4ª a 9ª vértebra (un caso que comienza en la 3ª vértebra) en *P. orbignyanus*.

El esqueleto caudal en *Paralichthys* ha sido ilustrado y discutido por varios autores (WOOLCOTT *et al.* 1968;

AMAOKA 1969; BALART 1985; DÍAZ DE ASTARLOA 1991; HOSHINO 2001).

El complejo hipural de los Paralichthyidae responde al tipo acentral stegural (tipo V-b2) descrito por MONOD (1968); sin embargo, y de acuerdo a ciertos patrones de fusión que ocurren en relación a los hipurales 1 a 4, HENSLEY & AHLSTROM (1984) ubican al género *Paralichthys* en el modelo apomórfico 6 que está caracterizado por lo siguiente: 2 centra preurales (CP 1-2); un elemento parhipural autógeno (PHY); una placa hipural ventral (H 1+2) constituida por la fusión de los hipurales 1 y 2, y articulada al primer centrum preural; una placa hipural dorsal formada por la fusión de los hipurales 3 y 4 y el extremo del primer centrum preural (THC + H 3+4); un 5° hipural autógeno cuyo extremo proximal está cercano al 2° epural; ninguno, 1 ó 2 epurales; un número total de 18 radios caudales, de los cuales 13 son ramificados (Fig. 45A y B). HOSHINO (2001) considera la pequeña espina de la superficie ventral del primer radio ventral caudal, llamada “splinter ray” (HENSLEY & AHLSTROM 1984), como un radio no segmentado fusionado a un radio segmentado en el lóbulo ventral de la aleta caudal. De este modo, según HOSHINO (2001), *Paralichthys* tendría 19 radios caudales. BALART (1985) menciona para *Paralichthys olivaceus* la presencia de 2 epurales: uno anterior elongado y otro posterior muy reducido en tamaño y algo cubierto por el primer epural. WOOLCOTT *et al.* (1968) también se refieren a la presencia de 2 epurales autógenos por encima del centrum urostilar (centrum preural 1). Sin embargo, los autores señalan en su trabajo a los hipurales 3, 4 y 5 denominándolos erróneamente epurales. DÍAZ DE ASTARLOA (1991) encuentra un solo epural libre para dos formas nominales de *Paralichthys*. En el presente trabajo se verificó la existencia de un segundo epural en todos los ejemplares de *P. isosceles* y *P. patagonicus* estudiados; en *P. orbignyanus* sobre 14 ejemplares examinados, sólo en cinco se encontró el segundo epural (Fig. 4). Un solo ejemplar de *Paralichthys patagonicus* presentó dos elementos óseos no claramente definidos (Fig. 4b). AMAOKA (1969) denomina uroneural 1 a un pequeño hueso de *P. olivaceus* cuya ubicación coincide con el segundo epural. Los uroneurales son huesos pares, y este elemento, descrito por AMAOKA pareciera ser impar (HENSLEY & AHLSTROM 1984). BALART (1985) realiza una descripción del desarrollo del esqueleto caudal de *P. olivaceus* y denomina a dicho hueso como segundo epural. El mencionado autor agrega que conforme a la

evidencia del desarrollo osteológico, *P. olivaceus* carece de uroneurales.

A través de imágenes radiográficas efectuadas en otras especies del género, también se ha verificado la presencia del 2° epural como por ejemplo en: *Paralichthys aestuarius* (USNM 48128), *P. squamilentus* (USNM 30862), *P. tropicus* (USNM 34919, MCZ 41042), *P. woolmani* (USNM 47575), *P. adspersus* (USNM 128153), *P. dentatus* (USNM 187286) y *P. californicus* (USNM 64039). Una serie de cisuras o henduras están presentes en el extremo distal del parhipural y de las diferentes piezas de los hipurales.

CONCLUSIONES

Las diferencias encontradas en el número, morfología y morfometría de los elementos óseos de los esqueletos axial postcraneal y apendicular son menos marcadas que las halladas en el esqueleto craneal (DÍAZ DE ASTARLOA 2005). Sintéticamente, las principales diferencias osteológicas entre las tres especies de *Paralichthys* estudiadas fueron: 1) la presencia de espinas neurales amplias y chatas en las tres primeras vértebras precaudales de *P. isosceles*, y de las primeras cuatro en *P. orbignyanus* y *P. patagonicus*. 2) Las hemapófisis ocurrieron desde la séptima a la décima vértebra precaudal en *P. patagonicus*, desde la octava a la décima en *P. isosceles*, y desde la sexta a la décima en *P. orbignyanus*. 3) Las costillas estuvieron presentes desde la tercera a la novena vértebra precaudal en *P. isosceles*, desde la tercera a la décima en *P. patagonicus*, y desde la cuarta a la novena en *P. orbignyanus*. 4) El número de vértebras caudales mostró diferencias entre las tres especies de *Paralichthys*: *P. isosceles* tuvo un rango de 28-29, *P. orbignyanus* de 25-26 y *P. patagonicus* de 27-29. Otra de las diferencias estuvo vinculada con el proceso de calcificación del esqueleto. Se observó una mayor osificación en *P. orbignyanus* y *P. patagonicus*, respecto a *P. isosceles*, que mostró un esqueleto menos osificado. Los elementos esqueléticos, son útiles como herramientas para la identificación de huesos en contenidos estomacales de organismos ictiófagos y que incluyen en su dieta a lenguados del género *Paralichthys*. Estos resultados no sólo aportan conocimiento en la descripción anatómica del esqueleto de especies del género *Paralichthys*, sino que también proveen información que puede ser aplicada en estudios de ecología trófica y relaciones filogenéticas entre especies congénicas y dentro de la familia a la que pertenecen.

AGRADECIMIENTOS

Muchas personas han ayudado desinteresadamente para hacer posible este trabajo. Mi especial agradecimiento al Prof. Dr. Fernando Cervigón, cuyo homenaje es la presente contribución, y quien me ha iniciado en los primeros pasos de la ictiología Marina en el año 1988 y quien fuera mi Director de Tesis Doctoral. A la Prof. Dra. María Berta Cousseau, quien tuviera una entrañable Amistad con el Dr. Cervigón y quien haya sido Co-directora de mi tesis Doctoral y quien continuó con las enseñanzas en la Ictiología, tanto de peces marinos como dulceacuícolas. Mi más sincero agradecimiento a los Dres. Atila Gosztonyi, Amalia Miquelarena, Ricardo Perrotta (fallecido) y Martine Desoutter por los valiosos comentarios y sugerencias en las primeras versiones del manuscrito.

También deseo expresar mi más profundo agradecimiento a los siguientes curadores en jefe por la cálida asistencia y sostén recibidos en sus respectivas instituciones: A. Palandacic (Naturhistorisches Museum in Vienna, Austria), P. Bartsch (Museum für Naturkunde Leibniz Institute for Evolution and Biodiversity Science, Berlin), Patrick Campbell and Oliver Crimmen (Natural History Museum of United Kingdom), Patrice Pruvost and Romain Causse (Museum national d'histoire naturelle, Paris), Gustavo Chiaramonte (Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia", Buenos Aires Argentina), S. Jewett (National Museum of Natural History, Washington, D.C.), K. Hartel (Museum of Comparative Zoology, Harvard University), I. Nakamura (Faculty of Agriculture [Department of Fisheries], Kyoto University, Maizuru, Japan), el difunto G. Nunan (Museo Nacional, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brazil), N. Menezes y J.L. de Figueiredo (Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo, São Paulo, Brazil), M.B. Cousseau (Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero fish collection, Mar del Plata, Argentina). S. Grosjean y M. Silvain (MNHN) amablemente asistieron en la preparación de fotografías y radiografías. Deseo agradecer además al Pr. Guy Duhamel, Director del Département Milieux et Peuplements Aquatiques, Muséum national d'Histoire naturelle, Paris por proveer espacio y equipamiento en pasados y recientes visitas al MNHN de París. La asistencia técnica de C. Ferrara, Z. Gabsi and L. Duque-Vélez para proveer material examinado en el MNHN es grandemente apreciada.

B.B. Collette supervisó, proveyó asistencia y apoyó la concreción de una beca para investigadores visitantes en el National Museum of Natural History, Smithsonian Institution. A mi gran amigo Tom Munroe con quien discutimos largas charlas sobre la sistemática y Anatomía de los peces planos. Por otro lado, se extiende mi aprecio y gratitud al Muséum National d' Histoire Naturelle, Paris (MNHN) por la asistencia financiera para realizar las investigaciones en su respectiva colección de peces y bibliotecas. M. Herrera and C. Milloc asistieron en los dibujos originales y M. Tobío en la toma de fotografías. Mi más sincero agradecimiento a los Revisores cuyos comentarios y sugerencias contribuyeron a mejorar sustancialmente la primera versión del manuscrito enviada.

Por último, mi más entrañable recuerdo a todos mis colegas y amigos de la Universidad Simón Bolívar y de la Universidad Central de Venezuela con quienes compartimos y disfrutamos el Curso de Anatomía y Sistemática de Peces Marinos dictado por el Dr. Cervigón en el verano de 1988.

REFERENCIAS

- AMAOKA, K. 1969. Studies on the sinistral flounders found in the waters around Japan. Taxonomy, anatomy and phylogeny. *J. Shimonoseki Univ. Fish.* 18: 65-340.
- BALART, E.F. 1985. Development of median and paired fin skeleton of *Paralichthys olivaceus* (Pleuronectiformes: Paralichthyidae). *Jap. J. Ichthyol.* 31: 398410.
- CERVIGÓN, F. 1980. *Ictiología Marina*. Vol. 1. Ed. Arte, Caracas, Venezuela.
- _____. 1985. Las especies de los géneros *Achirus* y *Trinectes* (Pisces: Soleidae) de las costas de Venezuela (Osteología, Musculatura y ligamentos fasciales, y Sistemática). *Fundación Científica Los Roques. Monografía N° 2*. Caracas (Venezuela). 83 pp.
- COLLETTE, B.B. & G.B. GILLIS. 1992. Morphology, systematics and biology of the double-lined mackerels (*Grammatorcynus*, Scombridae). *Fish. Bull.* 90: 13-53.
- COUSSEAU, M.B. & N.N. FABRÉ. 1990. *Lenguados*. En: *Muestreo bioestadístico de desembarque del Puerto de Mar del Plata 1980-1985*. Ed. M.B. Cousseau. Contribución INIDEP. Mar del Plata. N° 585. 219 pp.
- CHANET, B., F. CHAPLEAU & M. DESOUTTER. 2004. Os et ligaments intermusculaires chez les poisson plats (Teleostei: Pleuronectiformes): Interprétations phylogénétiques. *Cybiu*. 28 (Supplement): 9-14.

- DÍAZ DE ASTARLOA, J.M. 1991. Estudios osteológicos del sincraneo y complejo caudal en dos formas nominales de *Paralichthys*: *Paralichthys patagonicus* y *Paralichthys bicyclophorus*. *Frente Marítimo* 9, Secc. A: 1527.
- _____. 1994. *Las especies del género Paralichthys del mar Argentino (Pisces, Paralichthyidae). Morfología y sistemática*. Trab. Grad. Doctoral. Universidad Nacional de Mar del Plata, Mar del Plata, Argentina, 194 pp.
- _____. 2002. A review of the flatfish fisheries of the south Atlantic Ocean. *Rev. Biol. Mar. Oceanog.* 37: 113-125.
- _____. 2005. Osteología craneal comparada de tres especies de lenguado del género *Paralichthys* (Pleuronectiformes, Paralichthyidae) del Atlántico suroccidental. *Rev. Chil. Hist. Nat.* 78: 343-391.
- _____. & T.A. MUNROE. 1998. Systematics, distribution and ecology of commercially important paralichthyid flounders occurring in Argentinean-Uruguayan waters (*Paralichthys*, Paralichthyidae): An overview. *J. Sea Res.* 39: 1-9.
- DINGERKUS, G. & L.H. UHLER. 1977. Enzyme clearing of alcian blue stained whole small vertebrates for demonstration of cartilage. *Stain Tech.* 52: 229-232.
- FABRÉ, N.N. 1988. Estudio morfológico y morfométrico de los otolitos de dos especies de lenguados, *Xystreuris rasile* y *Paralichthys isosceles* (Pisces, Bothidae). *Physis, Secc. A* 46: 714.
- _____. 1992. *Análisis de la distribución y dinámica poblacional de lenguados de la Provincia de Buenos Aires (Pisces, Bothidae)*. Trab. Grad. Doctoral. Universidad Nacional de Mar del Plata, Mar del Plata, Argentina, 266 pp.
- FABRÉ, N.N. & M.B. COUSSEAU. 1988. Primeras observaciones sobre edad y crecimiento en el lenguado (*Xystreuris rasile*). *Publ. Com. Téc. Mix. Fr. Mar.* 4: 107116.
- _____. 1990. Sobre la determinación de la edad y el crecimiento del lenguado *Paralichthys isosceles* aplicando retrocálculo. *Rev. Bras. Biol.* 50: 345354.
- FABRÉ, N.N. & J.M. DÍAZ DE ASTARLOA. 1996. Pleuronectiformes de importancia comercial del Atlántico Sudoccidental, entre los 34° 30' y 55°S. Distribución y consideraciones sobre su pesca. *Rev. Invest. Des. Pesq.* 10: 45-55.
- _____. 2001. Distributional patterns and abundance of paralichthyid flounders in the south-west Atlantic (Pleuronectiformes: Paralichthyidae). *Thalassas* 17: 45-55.
- GARCÍA, M.L. 1987a. Régimen alimentario de *Xystreuris rasile* (Jordan, 1890) (Teleostei, Bothidae). *Invest. Pesq.* 51: 155 166.
- _____. 1987b. Pleuronectiformes de la Argentina, IV. Alimentación de *Paralichthys isosceles* (Bothidae, Paralichthyinae). *Notas Mus. La Plata XXI, ser. zool.* 207: 111125.
- _____. & R.C. MENNI. 1990. Studies on Argentine Pleuronectiformes V: Morphometrics and other biological aspects of *Xystreuris rasile* (Bothidae, Paralichthyinae). *Gayana Zool.* 54: 6777.
- HENSLEY, D.A. & E.H. AHLSTROM. 1984. *Pleuronectiformes: Relationships*. En: *Ontogeny and Systematics of Fishes: 670687*. Ed. Moser *et al.* American Society of Ichthyologists and Herpetologists Special Publication Number 1. Allen Press.
- HOSHINO, K. 2001. Homologies of the caudal fin rays of Pleuronectiformes (Teleostei). *Ichthyol. Res.* 48: 231-246.
- _____. & K. AMAOKA. 1998. Osteology of the flounder, *Tephrinectes sinensis* (Lacèpede) (Teleostei: Pleuronectiformes), with comments on its relationships. *Ichthyol. Res.* 45: 69-77.
- INCORVAIA, I.S. & J.M. DÍAZ DE ASTARLOA. 1998. Estudio de los nematodos parásitos de *Paralichthys orbignyanus* y *Paralichthys patagonicus* (Pisces, Paralichthyidae). *Bol. chil. parasitol.* 53: 38-42.
- KAWAMURA, K. & K. HOSOYA. 1991. A modified double staining technique for making a transparent fish-skeletal specimen. *Bull. Nat. Res. Inst. Aq.* 20: 11-18.
- MACCHI, G.J. & J.M. DÍAZ DE ASTARLOA. 1996. Ciclo reproductivo y fecundidad del lenguado, *Paralichthys patagonicus*. *Rev. Invest. Des. Pesq.* 10: 73-83.
- MAYDEN, R.L. & E.O. WILEY. 1984. A method of preparing disarticulated skeletons of small fishes. *Copeia* 1984: 230-232.
- MONOD, T. 1968. Le complexe urophore des poissons Teleosteens. *Mem. Instit. Fr. du Africa du Noire* 81: 1705.
- OSSIAN, C.R. 1970. Preparation of disarticulated skeletons using enzyme-based laundry "pre-soakers". *Copeia* 1970:190-200.

- PATTERSON, C. & G.D. JOHNSON. 1995. The intermuscular bones and ligaments of teleostean fishes. *Smithsonian Contribution to Zoology* 559. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C. 83 pp.
- POTTHOFF, T. 1984. *Clearing and staining techniques*. In: *Ontogeny and Systematics of Fishes: 35-37*. Ed. H. Moser *et al.* American Society of Ichthyologists and Herpetologists Special Publication Number 1. Allen Press.
- RICO, M.R. 2010. Pesquería de lenguados en el ecosistema costero bonaerense al norte de 39°S. *Fr. Mar.* 21: 129-135.
- ROJO, A.L. 1988. *Diccionario enciclopédico de anatomía de peces*. Monografía del Instituto Español de Oceanografía N° 3. 566 pp.
- SABAJ-PÉREZ, M.H. 2016. Standard symbolic codes for institutional resource collections in herpetology and ichthyology. [Electronic version]. American Society of Ichthyologists and Herpetologists. Washington, DC. Version 6.5 (16 August 2016). Disponible en: <http://www.asih.org/>.
- WALSH, S.J., J.M. DÍAZ DE ASTARLOA & J.J. POOS. 2015. *Atlantic Flatfish Fisheries*. En: *Flatfishes: Biology and exploitation (2nd. Edition)*. Eds. R.N. Gibson, R.D.M. Nash, A.J. Geffen & H.W. van der Veer. John Wiley & Sons, Ltd. 346-394 pp.
- WOOLCOTT, W.S., C. BEIRNE & W.M. HALL Jr. 1968. Descriptive and comparative osteology of the young of three species of flounders, Genus *Paralichthys*. *Ches. Sci.* 9: 109120.

RECIBIDO: Septiembre 2018.
ACEPTADO: Octubre 2018.

PECES CRIPTOBENTÓNICOS ARRECIFALES DE ISLA DE AVES: NUEVOS REGISTROS Y/O DESCRIPCIONES PARA VENEZUELA

JOSÉ G. RODRÍGUEZ-QUINTAL^{1*}, CARMEN TERESA-RODRÍGUEZ¹ & ESTRELLA VILLAMIZAR²

¹ *Laboratorio de Biología Marino Costera (BioMaC-UC), Departamento de Biología, FACYT, Universidad de Carabobo, Valencia-Venezuela*

*E-mail: stegastes@hotmail.com

² *Laboratorio de Ecología de Sistemas Acuáticos, IZET, Facultad de Ciencias, Universidad Central de Venezuela, Caracas-Venezuela*

RESUMEN: La ictiofauna marina de Venezuela está bien documentada, sin embargo existen aún localidades que han sido muy poco estudiadas, entre estas el Refugio de Fauna Silvestre Isla de Aves. En tal sentido se realizó una salida de campo a Isla de Aves, en la cual se colectaron pequeños peces criptobentónicos arrecifales. Se reportan 23 especies representadas en 7 familias, encontrándose 5 nuevos registros para Venezuela pertenecientes a las familias Gobiesocidae (*Acyrtus rubiginosus*), Chaenopsidae (*Acanthemblemaria maria*, *A. cf paula* y *Emblemariopsis carib*) y Labrisomidae (*Starksia cf lepicoelia*).

Palabras Clave: Nuevos registros, peces criptobentónicos, arrecifes coralinos, Isla de Aves, Venezuela.

ABSTRACT: Venezuelan marine fishes are well documented, however some locations are little studied as Refugio de Fauna Silvestre Isla de Aves; for that reason in a field work, 23 small cryptobenthic fishes were collected in this island, finding five new species for Venezuela, belonging to seven families: Gobiesocidae (*Acyrtus rubiginosus*), Chaenopsidae (*Acanthemblemaria maria*, *A. cf paula* and *Emblemariopsis carib*), and Labrisomidae (*Starksia cf lepicoelia*).

Key words: New records, cryptobenthic fish, coral reef, Isla de Aves, Venezuela.

INTRODUCCIÓN

La biodiversidad íctica del Caribe Venezolano está relativamente bien documentada, lo que puede evidenciarse en la obra Peces Marinos de Venezuela de CERVIGÓN (1991, 1993, 1994, 1996, 1999 y 2011), donde además se encuentra el listado taxonómico más completo de pequeños peces criptobentónicos de los sub-ordenes Gobiesocoidei, Blennioidei y Gobioidi (CERVIGÓN 1994), el cual reporta 86 especies. Si bien sus muestreos se concentran en la zona oriental del país y algunas zonas insulares como Margarita y el archipiélago de Los Roques, publicaciones de otros autores con reportes del occidente de Venezuela complementan esta información (AGUILERA 1998; RODRÍGUEZ & VILLAMIZAR 2000, 2008; RODRÍGUEZ 2002, 2008; LÓPEZ-ORDAZ & RODRÍGUEZ-QUINTAL 2010, 2012; RODRÍGUEZ-QUINTAL *et al.* 2011).

Existen sin embargo localidades que han sido pobremente estudiadas en el país, siendo un caso particular Isla de Aves Norte, punto más septentrional

de Venezuela dentro del grupo de islas que conforman la fachada insular, representando un sitio de avanzada geográfica y estratégica en el Mar Caribe el cual genera 75.000 km² de espacio marítimo para el país (COLOMINE 1999). Por su ubicación es una de las Dependencias Federales más importantes de Venezuela, sin embargo existe un conocimiento muy básico sobre la diversidad de organismos que se encuentran asociados a sus ambientes marinos, debido en buena parte a lo complejo que resulta la logística de muestreo para esta localidad, localizada a aproximadamente 548 km del Litoral Central.

Entre los trabajos con peces realizados en la isla, tenemos que ALMEIDA & GODDARD (1974) reportan 46 especies, mientras que BROWNELL & GUZMÁN (1974) en un trabajo descriptivo en el que hacen énfasis en los peces, reportan un total de 123 especies pertenecientes a 43 familias. Entre ambos trabajos totalizan 129 especies de peces. Más recientemente CERVIGÓN (1992) reporta 123 especies de peces para la localidad, probablemente del

listado de BROWNELL & GUZMÁN (1974), pero al revisar estos trabajos las especies de pequeños peces criptobentónicos están pobremente representadas. Estos grupos de peces suelen ser excluidos de las caracterizaciones regionales (BELLWOOD & HUGHES 2001; DEPCZYNSKI & BELLWOOD 2003), en parte por su pequeño tamaño y comportamiento críptico, lo que dificultan su observación y colecta en el campo (ACKERMAN & BELLWOOD 2000; WILLIS 2001) por lo que es frecuente encontrar nuevos registros en una localidad al incrementar el esfuerzo de muestreo.

Isla de Aves por su posición hacia el Caribe Centro-Norte debe presentar una fauna marina similar a la de las Antillas, por lo que deben existir especies de pequeños peces crípticos que aún no han sido reportados para la ictiofauna marina de Venezuela. El objetivo principal del presente trabajo es estudiar este grupo de peces y obtener un registro más amplio y completo de los peces criptobentónicos de esta región y del país.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó una salida de campo de 15 días de duración en agosto de 2010 a Isla de Aves Norte, ubicada en la región centro-oriental del mar Caribe (15°40' N, 63°37' W)

El muestreo incluyó varios ambientes arrecifales que rodean la isla (norte, nor-oeste y sur). En cada uno de estos ambientes, y con la ayuda de equipo de buceo autónomo, se realizaron inspecciones visuales en forma aleatoria a lo largo del gradiente de profundidad, ubicando y capturando las diferentes especies de peces crípticos.

La colecta se realizó en forma selectiva y el método estuvo condicionado al comportamiento de cada especie, siendo utilizada la succión para peces que se encontraban en oquedades o grietas, y redes de mano para peces más errantes (RODRÍGUEZ 2008). Una vez en el laboratorio los peces se fotografiaron vivos, y posteriormente se preservaron con formaldehído al 10% para su identificación. El estatus taxonómico de las especies se verificó en ESCHMEYER (2018) y en FROESE & PAULY (2018).

RESULTADOS

Producto del muestreo realizado se reporta un total de 23 especies pertenecientes a siete familias, de las cuales una pertenece a la familia Gobiesocidae, dos a la Blenniidae, cinco a la Chaenopsidae, siete a la familia Labrisomidae, una a la Tripterygiidae, una a la Callionymidae y seis representan a la familia Gobiidae.

De acuerdo al ordenamiento filogenético que sigue CERVIGÓN (1994), se señalan las especies colectadas, código de museo (CPCUC: Colección de Peces Crípticos de la Universidad de Carabobo), número de ejemplares colectados (N), longitud estándar (LE) y referencia de identificación (Id):

Suborden Gobiesocoidei

Familia Gobiesocidae

Acyrtus rubiginosus (POEY, 1868). CPCUC- 00079; N: 1; LE: 16,6 mm; Id: BÖHLKE & CHAPLIN 1993, y BUSSING & LÓPEZ 2010.

Suborden Blennioidei

Familia Blenniidae

Entomacrodus nigricans GILL, 1859. CPCUC-00075, 00091; N: 3; LE: 34,2-55,7 mm; Id: BÖHLKE & CHAPLIN (1993), CERVIGÓN (1994).

Ophioblennius macclurei (SILVESTER, 1915). CPCUC-00089, 00090; N: 2; LE: 37,8 y 62,9 mm; Id: BÖHLKE & CHAPLIN (1993), CERVIGÓN (1994).

Familia Chaenopsidae

Acanthemblemaria maria BÖHLKE, 1961. CPCUC-00059, 00060, 00061, 00062; N: 4; LE: 25,5-33,4 mm; Id: BÖHLKE & CHAPLIN (1993), STEPHENS (1963).

Acanthemblemaria cf paula JOHNSON & BROTHERS, 1989. CPCUC-00063; N: 2; LE: 15,6 y 16,0 mm; Id: JOHNSON & BROTHERS (1989).

Acanthemblemaria spinosa METZELAAR, 1919. CPCUC-00056, 00057, 00058; N: 4; LE: 22,3-28,4 mm; Id: STEPHENS (1970), SMITH-VANIZ & PALACIO (1974).

Emblemaria pandionis EVERMANN & MARSH, 1900. CPCUC-00065; N: 1; LE: 18,7 mm; Id: BÖHLKE & CHAPLIN (1993).

Emblemariopsis carib (VICTOR, 2010). CPCUC-00051, 00052, 00054, 00055; N: 4; LE: 15,8-18 mm; Id: VICTOR (2010).

Familia Labrisomidae

Labrisomus gobio (VALENCIENNES, 1836). CPCUC-00073, 00074; N: 2; LE: 29,7 y 33,5 mm; Id: BÖHLKE & CHAPLIN (1993).

Labrisomus cf. kalisherai (JORDAN, 1904). CPCUC-00072; N: 1; LE: 24,1 mm; Id: CERVIGÓN (1994).

Labrisomus nuchipinnis (QUOY & GAIMARD, 1824). CPCUC-00093; N: 1; LE: 110 mm; Id: BÖHLKE & CHAPLIN (1993), CERVIGÓN (1994).

Malacoctenus aurolineatus SMITH, 1957. CPCUC-00069, 00070, 00071, 00092; N: 5; LE: 16-26,2 mm; Id: BÖHLKE & CHAPLIN (1993), CERVIGÓN (1994).

Malacoctenus gilli (STEINDACHNER, 1867). CPCUC-00066, 00067, 00068; N: 3; LE: 30,2-31,8 mm; Id: BÖHLKE & CHAPLIN (1993), CERVIGÓN (1994).

Starksia lepicoelia BÖHLKE & SPRINGER, 1961. CPCUC-00078; N: 1; LE: 21,4 mm; Id: BÖHLKE & CHAPLIN (1993).

Starksia ocellata (STEINDACHNER, 1876). CPCUC-00076, 00077; N: 2; LE: 11,5 y 17,7 mm; Id: BÖHLKE & CHAPLIN (1993), CERVIGÓN (1994).

Familia Tripterygiidae

Enneanectes pectoralis (FOWLER, 1941). CPCUC-00080, 00081; N: 4; LE: 9,6-18,4 mm; Id: BÖHLKE & CHAPLIN (1993), CERVIGÓN (1994).

Suborden Callionymoidei

Familia Callionymidae

Callionymus bairdi JORDAN, 1888. CPCUC-00082; N: 1; LE: 19,5; Id: BÖHLKE & CHAPLIN (1993), CERVIGÓN (1994).

Suborden Gobioidae

Familia Gobiidae

Bathygobius soporator (VALENCIENNES, 1837). CPCUC-00088; N: 5; LE: 17,6-83,9 mm; Id: BÖHLKE & CHAPLIN (1993), CERVIGÓN (1994).

Coryphopterus eidolon BÖHLKE & ROBINS, 1960. CPCUC-00064; N: 1; LE: 14,4 mm; Id: BÖHLKE & CHAPLIN (1993).

Elacatinus chancei (BEEBE & HOLLISTER, 1931). CPCUC-00084; N: 2; LE: 12,5 y 23,2 mm; Id: CERVIGÓN (1994).

Elacatinus evelynae (BEEBE & HOLLISTER, 1931). CPCUC-00083; N: 2; LE: 9,1 y 16,9 mm; Id: CERVIGÓN (1994).

Tigrigobius pallens (GINSBURG, 1939). CPCUC-00085, 00086; N: 3; LE: 7,2-12,5 mm; Id: BÖHLKE & ROBINS (1960), BÖHLKE & CHAPLIN (1993), CERVIGÓN (1994).

Gnatholepis thompsoni JORDAN, 1902. CPCUC-00087; N: 1; LE: 15,6 mm; Id: BÖHLKE & CHAPLIN (1993), CERVIGÓN (1994).

De estas especies de peces criptobentónicos arrecifales, cinco representan nuevos reportes para Venezuela, específicamente de las familias Gobiesocidae, Chaenopsidae y Labrisomidae. Adicionalmente una sexta especie (*Labrisomus gobio*), si bien ya ha sido reportada para la isla, no existe descripción de la misma en la literatura para el país, por lo que se detalla a continuación la descripción de estas seis especies:

Orden Gobiesociformes

Familia Gobiesocidae

Acyrtus rubiginosus (POEY, 1868)

Material examinado: Un ejemplar (CPCUC-00079) de 15,6 mm de LE, colectado en Isla de Aves Norte, en agosto de 2010.

Caracteres merísticos: Dorsal: VI, Anal: 7, Pectoral: 22.

Identificación: BÖHLKE & CHAPLIN 1993 y BUSSING & LÓPEZ 2010.

Coloración y caracteres distintivos: Presenta bandas de color marrón-rojizo alternadas con espacios blancos a lo largo del cuerpo. La parte superior del cuerpo tiene lunares azules tanto sobre las bandas oscuras como las claras, incluyendo el rostro. Cirro nasal ramificado en el borde (Fig. 1).

Hábitat: Se colectó sobre coral muerto, debajo de un erizo del género *Echinometra*, de los que es un cohabitante regular (MONROY & SOLANO 2005), a 1 m de profundidad, en el lado de sotavento de la isla.

Distribución: Bahamas, Antillas Mayores y Menores, Gran Cayman, Isla de Providencia y en el Oeste del Caribe desde México hasta Honduras (SMITH 1997).

Comentarios: Existe otro ejemplar colectado para Venezuela en el Archipiélago de Los Roques en julio de 1958 por P. Bottome & W. W. Wallis, depositado en la colección de la división de peces del Museo Nacional de Historia Natural del Smithsonian bajo el código USNM-179286. No se encontró sin embargo ningún trabajo publicado que describa ni haga referencia de la presencia de esta especie para el país.

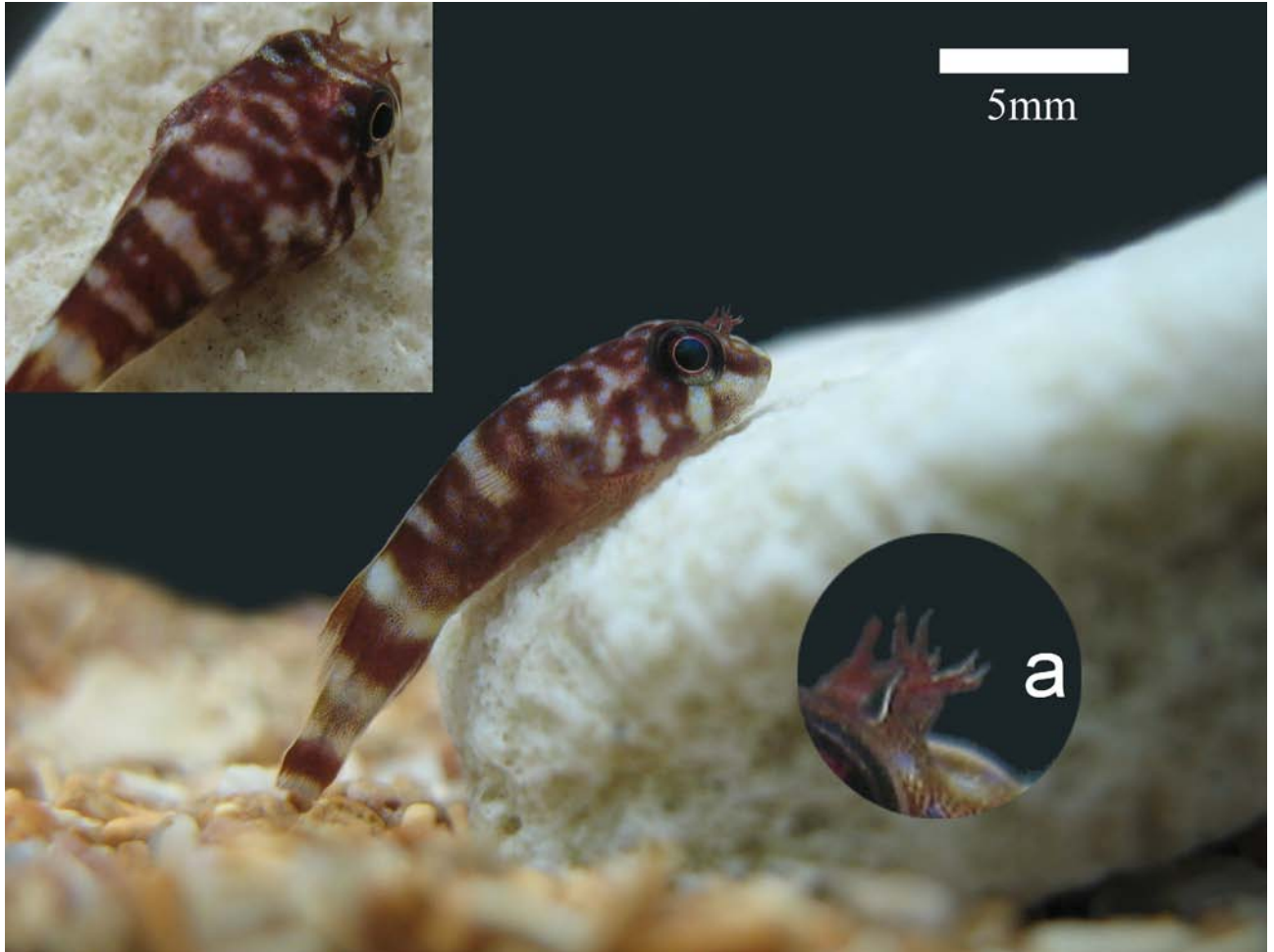


Fig. 1: *Acyrtus rubiginosus*. a: detalle del cirro nasal.

Suborden Blennioidei

Familia Chaenopsidae

Acanthemblemaria maria BÖHLKE, 1961

Material examinado: Cuatro ejemplares (CPCUC-00059, 00060, 00061, 00062) entre 25,5 y 33,4 mm de LE, colectados en Isla de Aves Norte, entre julio y agosto de 2010.

Caracteres merísticos: Dorsal: XIII-(12-14), Anal: II-24, Pectoral: 13.

Identificación: BÖHLKE & CHAPLIN 1993 y STEPHENS 1963.

Coloración y caracteres distintivos: Presenta bandas verdosas claras en el cuerpo, alternadas con bandas más claras que tienden a ser redondeadas y blancas hacia la

mitad inferior. Adicionalmente se presentan unas manchas pardas oscuras en la mitad superior del cuerpo, que se hacen más pequeñas hacia la región caudal (Fig. 2). El rostro es oscuro presentando un manchón blanco en la mejilla. La especie más similar en morfología es *A. spinosa*; sin embargo, *A. maria* presenta menos espinas en el tope de la cabeza, aunque las mismas son más largas.

Hábitat: Se colectaron dentro de oquedades en colonias muertas de coral entre 1 y 3 m de profundidad.

Distribución: Desde Bahamas hasta Tobago (BÖHLKE & CHAPLIN 1993).

Observaciones: Esta especie aparece reportada para Venezuela en el Archipiélago de Los Roques (RAMÍREZ & CERVIGÓN 2003; CERVIGÓN & RAMÍREZ 2012). Su identificación está basada en un ejemplar fotografiado en



Fig. 2: *Acanthemblemaria maria*

la localidad, del cual no hubo colecta (No está reportada en CERVIGÓN 1993, ni 2011). La variación morfológica dentro de estas especies suele estar presente y el ejemplar fotografiado puede perfectamente describir a *A. spinosa*, especie presente y abundante en el archipiélago (CERVIGÓN 1994; RODRÍGUEZ-QUINTAL 2010). Las espinas craneales no son largas como en *A. maria* y además en la descripción que realizaron RAMÍREZ & CERVIGÓN (2003) y CERVIGÓN & RAMÍREZ (2012), hacen referencia a la presencia en el rostro de “una pincelada blanca a partir de la parte posterior de la órbita hacia atrás” lo que sumado a la mancha negra de la mejilla, hacen pensar en una *A. spinosa*, morfología que se puede observar en fotos reportadas en HUMANN & DELOACH (2002). Sin embargo, no se puede asegurar que sea *A. spinosa*, y no *A. maria* la que describen RAMÍREZ & CERVIGÓN (2003) y CERVIGÓN & RAMÍREZ (2012), ya que es

un registro fotográfico, por lo que el reporte de este estudio representa el primer registro y descripción de ejemplares colectados para el país, confirmando su presencia.

Acanthemblemaria cf paula JOHNSON & BROTHERS, 1989

Material examinado: Dos ejemplares (CPCUC-00063) entre 15,6 y 16,0 mm de LE, colectados en Isla de Aves Norte, en agosto de 2010.

Caracteres merísticos: Dorsal: XX-16, Anal: II-24, Pectoral: 12.

Identificación: JOHNSON & BROTHERS (1989).

Coloración y caracteres distintivos: Su pequeño tamaño, que no supera los 18 mm de longitud es una de sus características resaltantes. Adicionalmente, la cabeza y



Fig. 3: *Acanthemblemaria cf paula*

la parte anterior del cuerpo incluyendo la porción pélvica y proximal de la aleta pectoral, están predominantemente pigmentadas de blanco con amarillo verdoso (Fig. 3). Otra característica importante es la presencia de una mancha blanca que cubre la parte anterior de la aleta dorsal espinosa. Posterior al ano, se presenta una alternancia de marcas blancas y verdosas a lo largo de la línea media y en la base de la aleta anal. Se pueden observar una serie de rectángulos blancos acostados internamente a lo largo de la columna vertebral. El cirro supraorbital se presenta con ramificaciones complejas.

Hábitat: Se colectaron dentro de oquedades de la plataforma rocosa a 8 m de profundidad.

Distribución: Belize (JOHNSON & BROTHERS 1989).

Emblemaropsis carib (VICTOR, 2010)

Material examinado: Cuatro ejemplares (CPCUC-00051, 00052, 00054, 00055) entre 15,8 y 18 mm de LE, colectados en Isla de Aves Norte, en agosto de 2010.

Caracteres merísticos: Dorsal: XX-(11-12), Anal: II-20, Pectoral: 13.

Identificación: VICTOR (2010).

Coloración y caracteres distintivos: Uno de los caracteres más resaltante, es la mayor longitud de la primera espina de la aleta dorsal, particularmente notorio en los machos (Fig. 4). Esta aleta es translúcida, aunque en su porción anterior tiende a ser negra, con una coloración roja intensa en la parte superior del lóbulo que alcanza las primeras 4 espinas, separada de la banda negra inferior por una banda blancuzca. El cuerpo es translucido con reticulaciones rojizas a lo largo del mismo, siendo la región anterior más oscura, particularmente en los machos, y en la misma se pueden presentar manchas pardo-rojizas, particularmente notorias en el rostro.

Su morfología es muy similar a *E. signifer* y *E. arawak*, diferenciándose de la primera especie por presentar un menor número de elementos en la aleta dorsal, así como una menor longitud estándar, que no supera los 18 mm en individuos machos; mientras que *E. signifer* presenta una longitud estándar entre 18,8 y 27,8 mm (VICTOR 2010). De *E. arawak* se diferencia por un menor número

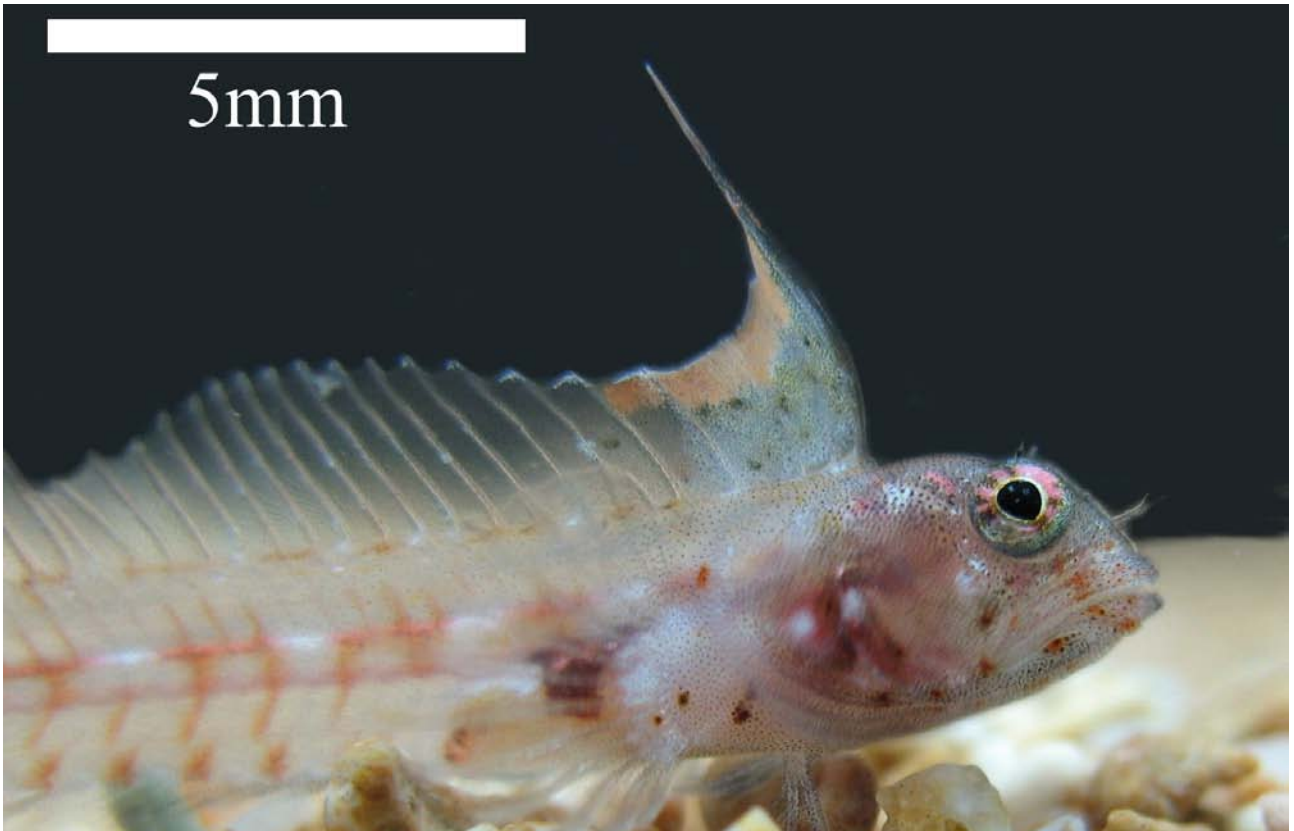


Fig. 4: *Emblemariopsis carib*

de elementos en la dorsal y por presentar un cirro nasal mucho más desarrollado (VICTOR 2010).

Hábitat: Se colectaron en oquedades de colonias de coral vivo de la especie *Siderastrea siderea* entre 9 y 17 m de profundidad.

Distribución: reportada para Puerto Rico, Islas Vírgenes US, República Dominicana y Haití (VICTOR 2010).

Familia Labrisomidae

Labrisomus gobio (VALENCIENNES 1836)

Material examinado: Dos ejemplares (CPCUC-00073, 00074) entre 29,5 y 33,5 mm de LE, colectados en Isla de Aves Norte, en agosto de 2010.

Caracteres merísticos: Dorsal: XVIII-I, (9-10), Anal: II-18, Pectoral: 13.

Identificación: BÖHLKE & CHAPLIN 1993.

Coloración y caracteres distintivos: Cuerpo blancuzco con bandas pardo verdosas verticales a lo largo del

mismo (Fig. 5). Aleta dorsal translúcida con numerosas manchas redondeadas verdosas a lo largo de las espinas y radios. Rostro predominantemente blanco con manchas pardo oscuras.

Hábitat: Se colectaron debajo de escombros coralinos cercanos a la playa de sotavento, a 2 m de profundidad.

Distribución: Desde el sureste de Florida, Bahamas y México, Cuba y Antillas menores, así como la costa oeste de Centro América (BÖHLKE & CHAPLIN 1993; FROESE & PAULY 2018). En Venezuela solo ha sido reportada anteriormente para Isla de Aves.

Starksia cf lepicoelia BÖHLKE & SPRINGER 1961

Material examinado: Un ejemplar (CPCUC-00078) de 21,4 mm de LE, colectado en Isla de Aves Norte, en agosto de 2010.

Caracteres merísticos: Dorsal: XVIII-10, Anal: 19, Pectoral: 13.

Identificación: BÖHLKE & CHAPLIN 1993.



Fig. 5: *Labrisomus gobio*

Coloración y caracteres distintivos: Presenta una coloración rojiza en el cuerpo con bandas verticales ligeramente más oscuras (Fig. 6). En la mejilla destaca una gran mancha negruzca. Cirro ocular largo y simple que presenta bandas rojo intenso a lo largo del mismo.

Hábitat: Se colectó dentro de una oquedad de coral muerto a 9 m de profundidad.

Distribución: Desde Bahamas hasta la costa de Centro América, así como Cuba y otras islas de las Antillas llegando hasta Trinidad y Tobago (BÖHLKE & CHAPLIN 1993; FROESE & PAULY 2018).

DISCUSIÓN

La riqueza de peces criptobentónicos asociados a los ambientes arrecifales de Isla de Aves, hallados en este estudio, puede considerarse de valor intermedio cuando se compara a las estimadas en otras localidades del Caribe venezolano. En tal sentido, los mayores valores de riqueza de especies para este grupo de pequeños peces arrecifales se han reportado para el Parque Nacional (PN) Archipiélago de Los Roques (RODRÍGUEZ-QUINTAL 2010)

y PN Morrocoy (RODRÍGUEZ 2008), con 31 y 30 especies respectivamente. Sin embargo, existen localidades de baja diversidad como el PN San Esteban con 19 especies (RODRÍGUEZ-QUINTAL 2012), Las Isletas de Píritu con 15 especies (RODRÍGUEZ 2010) y el PN Mochima con 14 especies (MOLINS & RODRÍGUEZ 2014).

El valor de riqueza de estas comunidades de peces criptobentónicos en Isla de Aves puede sin embargo, considerarse alto, si se toma en cuenta que el área que cubre esta pequeña isla es muy inferior a cualquiera de las otras áreas estudiadas, lo que se traduce en una menor disponibilidad de hábitats para estos peces, pero que seguramente se ve compensado por la baja actividad antrópica de la zona, traduciéndose en estos valores de riqueza de especies.

Isla de Aves, por ser el punto más septentrional del país y estar ubicada a unos 548 km del Litoral Central en la ecoregión del Caribe Oriental (COLOMINE 1999), pudiese presentar una composición íctica ligeramente diferente al resto de las islas que conforman la fachada insular de Venezuela. En tal sentido se presentan especies características de esta ecoregión, no reportadas en las islas



Fig. 6: *Starksia cf. lepicoelia*

venezolanas ubicadas en la ecoregión del Caribe Sur. Esto se evidencia en este aporte de 5 nuevos registros para Venezuela, y adicionalmente, al comparar con el trabajo de BROWNELL & GUZMÁN (1974) quienes reportan solo 10 especies de estos pequeños peces crípticos, hay un aporte de 13 nuevas especies para la Isla. Incrementar el esfuerzo de muestreo en los alrededores de la isla seguramente generará nuevos aportes al conocimiento de la fauna marina en esta localidad, siendo necesario caracterizar la abundancia relativa de los diferentes grupos de la ictiofauna, lo que permitirá entender mejor los patrones de distribución de estas especies en el Caribe Venezolano.

AGRADECIMIENTO

Al personal de la Base Científica Naval Simón Bolívar, y al Servicio de Hidrografía y Navegación (DHN) por el apoyo logístico, que permitió desarrollar el trabajo de campo y al Ministerio de Ecosocialismo y Aguas por la permisología otorgada.

REFERENCIAS

- AGUILERA, O. 1998. Los peces marinos del occidente de Venezuela. *Acta Biol. Venez.* 18(3): 43-57.
- ALMEIDA, P. & D. GODDARD. 1974. Biología y geología del fondo alrededor de Isla de Aves hasta 10 m de profundidad. *Bol. Soc. Venez. Cienc. Nat.* 31: 135-162.
- ACKERMAN, J.L. & D.R. BELLWOOD. 2000. Reef fish assemblages: a re-evaluation using enclosed rotenone stations. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 206: 227-237.
- BELLWOOD, D. & T. HUGHES. 2001. Regional-scale assembly rule and biodiversity of coral reefs. *Science* 292: 1532-1535.
- BÖHLKE, J.E. & C.C. CHAPLIN. 1993. *Fishes of the Bahamas and adjacent tropical waters*. 2nd ed. University of Texas Press, Austin, 771 pp.

- BÖHLKE, J.E. & C.R. ROBINS. 1960. Western atlantic gobioid fishes of the genus *Lythrypnus*, eight notes on *Quisquilius hipoliti* and *Garmania pallens*. *Proc. Acad. Nat. Sci. Phil.* 112: 73-101.
- BROWNELL, W. & C. GUZMÁN. 1974. Ecología de Isla de Aves con especial referencia a los peces. *Mem. Soc. Cienc Nat. La Salle* 34: 91-168.
- BUSSING, W. & M. LÓPEZ. 2010. Peces costeros del Caribe de Centroamérica Meridional. *Rev. Biol. Trop.* 58(2): 1-234.
- DEPCZYNSKI, M. & D. BELLWOOD. 2003. The role of cryptobenthic reef fishes in coral reef trophodynamics. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 256: 183-191.
- CERVIGÓN, F. 1991. *Los Peces Marinos de Venezuela*. Tomo I. Cromotip. 2ª edición. 425 pp.
- _____. 1992. *Las Dependencias Federales*. Ex-Libris. 1ª edición. 156 pp.
- _____. 1993. *Los Peces Marinos de Venezuela*. Tomo II. Cromotip. 2ª edición. 497 pp.
- _____. 1994. *Los Peces Marinos de Venezuela*. Tomo III. Ex-Libris. 2ª edición. 295 pp.
- _____. 1996. *Los Peces Marinos de Venezuela*. Tomo IV. Ex-Libris. 2ª edición. 254 pp.
- _____. 1999. *Los Peces Marinos de Venezuela*. Tomo V. Ex-Libris. 2ª edición. 230 pp.
- _____. 2011. *Los Peces Marinos de Venezuela*. Tomo VI. Ex-Libris. 2ª edición. 130 pp.
- _____. & H. RAMÍREZ. 2012. *Peces marinos de las costas de Venezuela*. Editorial Arte. 1ª edición. Caracas, Venezuela. 296 pp.
- COLOMINE, F. 1999. Importancia geoestratégica de las Dependencias Federales e Isla de Aves. *Aldea Mundo* 5(9): 63-72.
- JOHNSON, G.D. & E.B. BROTHERS. 1989. *Acanthemblemaria paula*, a new diminutive chaenopsid (Pisces: Blennioidei) from Belize, with comments on life history. *Proc. Biolog. Soc. Washington* 102: 1018-1030.
- LÓPEZ-ORDAZ, A. & J.G. RODRÍGUEZ-QUINTAL. 2010. Ictiofauna asociada a un arrecife somero en el Parque Nacional Morrocoy, Venezuela. *Rev. Biol. Trop.* 58(3): 163-174.
- ESCHMEYER, W.N. 2018. Catalog of Fishes. California Academy of Sciences (Consultado enero 2018, www.calacademy.org).
- FROESE, R. & D. PAULY. Editors. 2018. FishBase. World Wide Web electronic publication (Consultado enero 2018, www.fishbase.org).
- HUMANN, P. & N. DELOASH. 2002. *Reef fish identification, Florida Caribbean Bahamas*. New World Publication, INC. 3ª edición. Florida, USA. 481 pp.
- MOLINS, L. & J. RODRÍGUEZ-QUINTAL. 2014. Peces criptobentónicos de los subordenes Blennioidei y Gobioidi en algunos de los arrecifes coralinos del Parque Nacional Mochima, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Venez.* 53(1): 57-64.
- MONROY, M. & O. SOLANO. 2005. Estado poblacional de *Echinometra lucunter* (Echinoida: Echinometridae) y su fauna acompañante en el litoral rocoso del Caribe Colombiano. *Rev. Biol. Trop.* 53(3): 291-297
- RAMÍREZ, H. & F. CERVIGÓN. 2003. *Peces del Archipiélago Los Roques*. Intenso offset. 1ª edición. Caracas, Venezuela. 304 pp.
- RODRÍGUEZ, J. 2002. *Gobiosoma dilepis* (Robins & Böhlkem, 1964) y *Gobiosoma saucrum* (Robins, 1960), nuevos registros para la ictiofauna marina en Venezuela. *Acta Biol. Venez.* 22(3-4): 71-73.
- _____. 2008. Pequeños peces crípticos de arrecifes coralinos y áreas adyacentes en el Parque Nacional Morrocoy y Refugio de Fauna de Cuare, Venezuela. *Rev. Biol. Trop.* 56(1): 247-254.
- _____. 2010. Diversidad de peces criptobentónicos arrecifales en las Isletas de Píritu, Edo. Anzoátegui, Venezuela. *Faraute* 5(2): 37-43.
- RODRÍGUEZ, J. & E. VILLAMIZAR. 2000. Estructura de la comunidad de peces arrecifales de Playa Mero, Parque Nacional Morrocoy, Venezuela. *Rev. Biol. Trop.* 48(1): 107-113.
- _____. 2008. Estructura de la comunidad íctica en dos arrecifes con diferente grado de afectación en el Parque Nacional Morrocoy, Venezuela. *Acta Biol. Venez.* 28(2): 61-69.
- RODRÍGUEZ-QUINTAL, J. 2010. Peces criptobentónicos de arrecifes coralinos en el Parque Nacional Archipiélago de Los Roques, Caribe de Venezuela. *Rev. Biol. Trop.* 58: 311-324.

- _____. 2012. Caracterización de los peces criptobentónicos arrecifales del Parque Nacional San Esteban, Venezuela. *Interciencia* 37:93-98.
- _____, A. HERRERA, M. COLMENARES & C. RODRÍGUEZ. 2011. Estructura de la comunidad ictica arrecifal en el Parque Nacional San Esteban. *Bol. Inst. Oceanogr. Venez.* 50(1): 31-40.
- SMITH, C.L. 1997. *National Audubon Society field guide to tropical marine fishes of the Caribbean, the Gulf of México, Florida, the Bahamas, and Bermuda*. Alfred A. Knopf, Inc., New York. 720 pp.
- SMITH-VANIZ, W.F. & F.J. PALACIO. 1974. Atlantic fishes of the genus *Acanthemblemaria*, with description of the three new species and comments on Pacific species (Clinidae: Chaenopsidae). *Proc. Ac. Nat. Sci. Phil.* 125: 197-224.
- STEPHENS, J.S. 1963. *A revised classification of the blennioid fishes of the American family Chaenopsidae*. University of California Press, Los Angeles. 165 pp.
- _____. 1970. Seven new Chaenopsid blennies from the Western Atlantic. *Copeia* 2: 280-309.
- VICTOR, B. 2010. *Emblemariopsis carib* and *Emblemariopsis arawak*, two new chaenopsid blennies from the Caribbean Sea: DNA barcoding identifies males, females, and juveniles and distinguishes sympatric cryptic species. *J. Ocean Sci. Found.* 4: 1-30.
- WILLIS, T.J. 2001. Visual census methods underestimate density and diversity of cryptic reef fishes. *J. Fish Biol.* 59: 1408-1411.

RECIBIDO: Abril 2018.
ACEPTADO: Julio 2018.

CRISIS DE LA PESCA DE SARDINA EN VENEZUELA: POSIBLE CAUSA UN CAMBIO DE RÉGIMEN

ALFREDO GÓMEZ GASPAR

Museo Marino de Margarita & Universidad de Oriente (Nueva Esparta), Venezuela

E-mail: agomezgaspar@yahoo.com

RESUMEN: La sardina *Sardinella aurita* es el recurso pesquero más importante de Venezuela, las capturas disminuyeron marcadamente desde mediados de 2005 iniciando una crisis sardinera que puede tener causas ecológicas pero se atribuye a los pescadores por sobreexplotación o sobrepesca. Este estudio plantea que la crisis es consecuencia de un cambio de régimen que ha ocasionado modificaciones en la comunidad planctónica y verificado por la abundancia del zooplancton, como también ocurre en otras áreas de surgencia donde se explotan pequeños pelágicos. Durante 15 años (2002-2016) se visitaron dos estaciones fijas localizadas a cinco (5) millas de la costa este de Isla Margarita para colectas de mesozooplancton utilizando una red con diámetro de 1,7 m y longitud de 3,5 m (apertura de malla de 400 micras) arrastrada horizontalmente a profundidad de 10-15 m durante 20 min. Se colectaron y estudiaron 655 muestras. La abundancia del zooplancton se estimó por su densidad mediante conteo directo, el volumen sedimentado y el peso seco. El estudio verifica que entre 2002-2004 y 2014-2016 fue menor la abundancia del zooplancton mientras que entre los años 2005 a 2013 fue notablemente mayor. Lo cual permite plantear que desde 2005 hasta el 2013 se presentó un cambio de régimen que afectó al recurso sardinero. Además, durante los años de crisis fue baja la abundancia de huevos de sardina en el plancton y en consecuencia su reclutamiento.

Palabras clave: zooplancton, cambio régimen, *Sardinella aurita*, Venezuela

ABSTRACT: The sardine *Sardinella aurita* is the most important fishing resource in Venezuela, the catches decreased sharply in 2005, initiating a sardine crisis. The crisis may have ecological causes but is attributed to overfishing. This study suggests that the crisis is the consequence of a regime shift that affects the planktonic community. The abundance of zooplankton was estimated determining its density using methods as direct counting, sedimented volume, and dry weight. Mesozooplankton collections were carried out at 2 stations in the east coast of Margarita Island during 15 years (2002-2016). The abundance was lower in the periods 2002-2004 and 2014-2016, whereas between 2005-2013 was noticeably higher, which suggests that a regime shift occurred in this last period that affected the sardine resource. In addition, the abundance of sardine eggs in the plankton and its recruitment were low during the years of crisis.

Key words: zooplankton, regime shift, *Sardinella aurita*, Venezuela

INTRODUCCION

El plancton es componente clave en la trofodinámica pelágica porque es el recurso alimenticio más importante (BEAUGRAND 2005) y fundamental para el funcionamiento de ecosistemas marinos y ciclos biogeoquímicos (ROEMMICH & MCGOWAN 1995). Las series de tiempo de largo término (>10 años) aportan información vital para la mejor comprensión del ecosistema pelágico, determinar alteraciones temporales, los cambios y posibles causas (RICHARDSON 2008) y es conocido que cambios en la abundancia y composición del plancton indican modificaciones en el ecosistema que generalmente se conocen como “cambios de régimen”.

Para describir las distintas configuraciones de poblaciones, de comunidades o del ecosistema se utilizan las palabras “régimen” o “estado” por lo tanto las alteraciones entre estadios de los regímenes son “cambios

de régimen o fase de transición” o la combinación de ambas (MÖLLMAN *et al.* 2015). Se prefiere el término “cambio de régimen” por su amplia utilización y porque los diferentes estados del ecosistema siempre son dinámicos, lo que se refleja mejor con la palabra “régimen” en lugar de “estado” que tiene una connotación más estática. Así, el cambio de régimen ecológico indica modificaciones abruptas o marcadas en la estructura de la comunidad que persisten en el tiempo, incluye especies, grupos estructurales y variables independientes de los mecanismos que causan los cambios, los cuales pueden ser provocados por fuerzas muy pequeñas hasta pasar un umbral crítico y el sistema requerirá fuerzas de impulsión más fuertes para retornar al estado inicial, este proceso es denominado histéresis (SHEFFER & CARPENTER 2003).

Se considera que las modificaciones en el plancton son mejores indicadores de los cambios de régimen que las

alteraciones físicas (PERRY *et al.* 2004). Así, en los 1980's en el Atlántico norte y el Pacífico los cambios ambientales fueron acompañados por variaciones en el zooplancton (MACKAS *et al.* 2001; BEAUGRAND & REID 2003) de tal manera que el cambio de régimen puede reconocerse por modificaciones rápidas y/o de larga duración que afectan la estructura y función del plancton (DE YOUNG *et al.* 2008; SCHEFFER 2009; MÖLMANN & DIEKMANN 2012; MÖLLMAN *et al.* 2015) y ocurren en ecosistemas de todo el mundo (HARE & MANTUA 2000; OGUZ *et al.* 2003; PETERSON & SCHWING 2003; ALHEIT & NIQUEN 2004; CURY & SHANNON 2004; ALHEIT *et al.* 2005; WEIJERMAN *et al.* 2005; KASAI & ONO 2007). El zooplancton es buen indicador de los efectos climáticos porque tiene ciclos de vida cortos que propician respuestas rápidas al cambio ambiental (HAYS *et al.* 2005) y en general hidrometeorológico (BEAUGRAND & REID 2003) y lo sugieren como señal de cambio climático (REID & EDWARDS 2001).

En las aguas superficiales, la temperatura es clave para el plancton porque afecta sus tasas fisiológicas (*e.g.* reacciones enzimáticas, respiración y alimentación), su crecimiento, la talla del cuerpo y el tiempo intergeneracional (PETERS 1983; MAUCLINE 1998). Asimismo, el viento causa la turbulencia del agua lo cual influye en el comportamiento individual, el encuentro entre predador y presa (MACKENZIE & LEGGET 1991) y su metabolismo (ALCARAZ 1997; MARGALEF 1997). A nivel de microescala, el continuo forzamiento hidroclimático sobre las especies planctónicas integra sus efectos en el tiempo y los transfiere a la siguiente generación, en consecuencia el clima que afecta a los individuos puede tener impacto en todo el ecosistema. De esta manera el plancton con base a indicadores de su abundancia total, de grupos individuales, de su diversidad y el ensamble de especies o grupos pueden informar sobre el estado del ecosistema pelágico (BEAUGRAND 2005). El cambio de régimen no siempre ocasiona gran modificación del ecosistema, sino que la variación puede ser leve y/o persistente y relacionada con cambios en la retroalimentación, asimismo ocasionan cambios drásticos en los servicios del ecosistema, por ejemplo el colapso de pesquerías (WORM *et al.* 2006; JIAO 2009).

La sardina *Sardinella aurita* hace parte de los peces llamados pequeños pelágicos que tienen gran importancia en la trama trófica porque son transmisores energéticos del plancton a los predadores pelágicos, los mamíferos y aves marinas (CURY *et al.* 2000; PIKITCH *et al.* 2014) abundan en los ecosistemas de surgencia por su plasticidad en la dieta

para explotar el plancton (NIKOLIUDAKIS *et al.* 2015). Son filtradores omnívoros y cambian de alimentación particulada a filtradora (JAMES 1988; VAN DER LINGEN *et al.* 2006; GARRIDO *et al.* 2007). Su ciclo de vida corto, la fecundidad relativa alta y su dependencia trófica al plancton permiten que respondan rápidamente a los cambios en los océanos, además se caracterizan porque sus biomásas fluctúan en décadas o centurias, lo cual se asocia con los cambios de régimen (ALHEIT *et al.* 2009). En todo el mundo las poblaciones de sardinas tienen ciclos de abundancia y de crisis; en la costa de California esta dinámica aparece en los registros sedimentarios desde mucho antes que comenzara la explotación humana, lo cual hace considerar que las condiciones ambientales cambiantes impulsan los colapsos de sardina y sus cambios en distribución (DEYLE *et al.* 2013). El zooplancton tiene ciclos de vida cortos y sensibles a los cambios ambientales, al aumentar la temperatura en la comunidad dominan los copépodos pequeños, los cambios en composición y tallas afectan la pesquería de peces pelágicos (KELLY *et al.* 2016).

En Venezuela la crisis sardinera se atribuye a sobreexplotación de crecimiento (GONZÁLEZ *et al.* 2007) o sobrepesca (RUEDA 2012; MENDOZA 2015) pero también se mencionaron variadas causas como el aumento de la temperatura del agua en los caladeros, la disminución de la producción primaria y otros factores ecológicos (GÓMEZ 2006, 2007; GÓMEZ *et al.* 2008) también se reconoce que ha disminuido la fertilidad acuática regional (GÓMEZ *et al.* 2012, 2014; TAYLOR *et al.* 2012; GÓMEZ & BARCELÓ 2014) y en consecuencia menor abundancia de fitoplancton desde 2005 (GÓMEZ *et al.* 2014) afectando la sardina y su biomasa disminuyó como recurso pesquero presentándose una marcada fluctuación, como es bien conocido en otras áreas marinas caracterizadas por la abundancia de clupeidos y engráulidos que tienen notorios cambios poblacionales con duración incierta.

La sardina *S. aurita* es el recurso pesquero más importante de Venezuela, el cual se ha explotado durante 90 años (GÓMEZ 2018) a comienzos del presente siglo la captura nacional fluctuó alrededor de las 200.000 toneladas métricas, a mediados de 2005 la pesca disminuyó notablemente comenzando una crisis sardinera con duración de una década, en el 2016 las capturas mostraron cierta recuperación alcanzando unas 100.000 toneladas (INSOPESCA *com. per.*) y en Nueva Esparta superaron las 40.000 t (Fig. 1). Se menciona que la desaparición de la sardina o disminución drástica de capturas ha ocurrido en

otras ocasiones, pero no fueron reconocidas (GÓMEZ *et al.* 2014; GÓMEZ 2016). Este trabajo presenta los resultados obtenidos durante 15 años sobre la abundancia del mesozooplankton al sureste de Isla Margarita y plantea que la crisis de la sardina puede ser por un cambio de régimen ocurrido en el área de surgencia del nororiente de Venezuela. Las series de tiempo a largo termino (>10 años) del zooplankton aportan información esencial para la mejor comprensión del ecosistema y por comparaciones evaluar los cambios en el ecosistema (RICHARDSON 2008) e incluso la capacidad predictiva de los mismos (CHURCH *et al.* 2013).

MATERIALES Y MÉTODOS

Área estudio: El nororiente de Venezuela incluye a los estados Sucre y Nueva Esparta, éste último formado por las islas de Margarita, Coche y Cubagua. Es la región pesquera más fértil del mar Caribe (GÓMEZ 1996) por varios factores el más importante es la surgencia de aguas subtropicales evidentes indirectamente por la temperatura del agua en superficie durante los primeros meses del año, propiciando la presencia de valiosos recursos pesqueros pelágicos como la sardina *S. aurita*, el principal recurso marino del país. En el estado Nueva Esparta la crisis sardinera fue muy acentuada y en comparación con los años 2003-2004 durante el periodo 2006-2015 las capturas disminuyeron >90% (Fig. 1).

Durante 171 meses octubre/2002 a diciembre/2016 se visitaron dos estaciones fijas (Fig. 2) localizadas a cinco (5) millas de la costa este de Margarita: aguas afuera de playa Guacuco (11°03'19" N - 63°45'53" W) y de la ciudad de Porlamar (10°52'13" N - 63°50'29" W) en ambas la profundidad máxima alcanza los 30 m. Hasta febrero

de 2016 las colectas fueron quincenales y actualmente mensuales. En el lapso 2002-2011 los muestreos se hicieron entre las 8 y 10 de la noche, en 2012-2016 entre 5:30 pm (atardecer) y 8 pm. Para las colectas de mesozooplankton se ha utilizado una red con diámetro de 1,7 m y longitud de 3,5 m (apertura de malla de 400 micras) que es arrastrada horizontalmente a profundidad de 10-15 m durante 20 min. Se estimó que en cada arrastre se filtró un volumen aproximado de 650 m³ de agua (según distancia recorrida por embarcación). Las muestras están conservadas con formol al 5% en el Museo Marino de Margarita. En el laboratorio utilizando un fraccionador de plancton Folsom se subdividió la muestra en dos partes, una para determinar la abundancia del zooplankton por estimación de la densidad mediante conteo directo al microscopio estereoscópico (Zeiss M7) contabilizando por lo menos el 10% de la submuestra de volumen conocido y extraída con pipeta Stempel, según pautas generales (BOLTOVSKOY 1981); el volumen sedimentado y el peso seco del zooplankton se estimó según técnicas previamente utilizadas (GÓMEZ & HERNÁNDEZ 2008; GÓMEZ 2015, 2016). Los resultados fueron comparados mediante análisis de varianza multifactorial y con la prueba de rangos múltiples se determinó homogeneidad de grupos de años. Se utilizó el programa estadístico Statgraphics Plus, en casos necesarios se hicieron transformaciones logarítmicas (log n+1). Con la otra mitad de la muestra se determinó la composición general del mesozooplankton siendo objeto de trabajo complementario.

RESULTADOS

El estudio considera muestreos realizados durante 15 años, se analizaron 655 muestras de mesozooplankton;

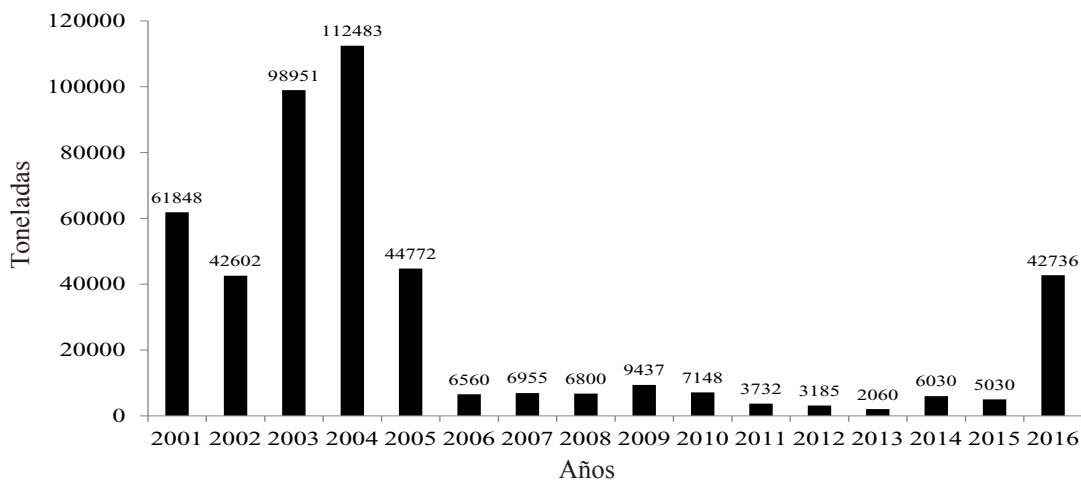


Fig. 1. Captura de sardina *Sardinella aurita* en el estado Nueva Esparta, Venezuela (2001-2016).

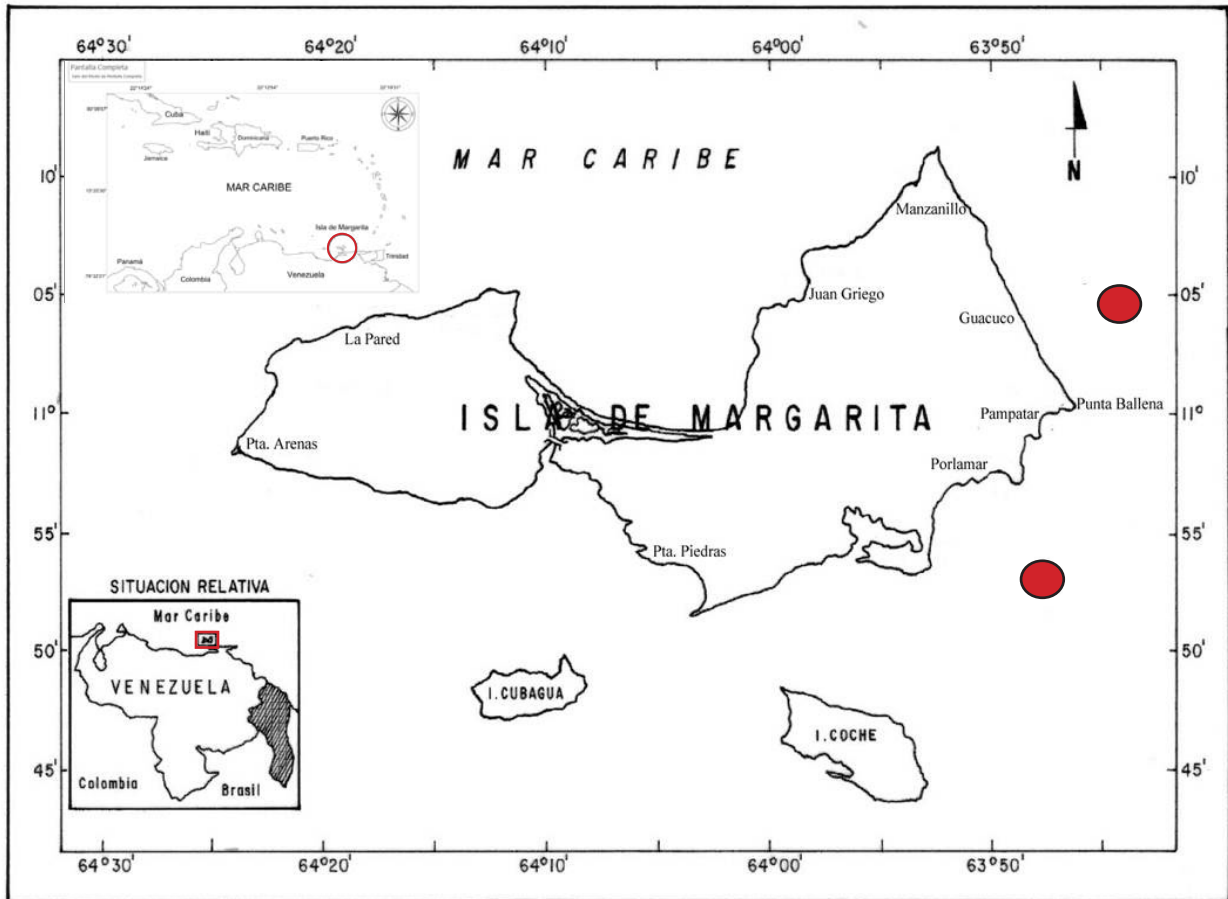


Fig. 2. Estaciones de muestreo (●) al sureste de Isla Margarita (Venezuela).

el análisis de varianza multifactorial simple y con datos transformados indico diferencia estadística significativa entre los años de estudio ($p < 0,01$) pero no entre las estaciones, por lo cual se analizaron en conjunto.

Abundancia de mesozooplankton

Densidad: el promedio anual vario entre 30,96 y 223,27 ind./m³ en 2015 y 2008 respectivamente; en los 15 años el promedio total fue 113,73 ind./m³. En los periodos 2002-2004 y 2014-2016 se encontraron los menores promedios anuales (entre 30,96 y 72,90 ind./m³) mientras que en periodo comprendido entre 2006 y 2013 los promedios fueron más elevados fluctuando entre 83,81 y 223,27 ind./m³. Se considera que los años 2005 y 2013 podrían ser de quiebre de tendencia, de los promedios bajos en 2005 y de los promedios altos en 2013. En la Fig. 3 se observa la variación interanual y muestra la tendencia antes mencionada y en la Tabla 1 se indica el promedio

anual y error estándar. La prueba de rangos múltiples para la densidad anual indica que los años 2002, 2003, 2004, 2014, 2015 y 2016 forman un grupo homogéneo; 2005 y 2013 otro grupo (años quiebre) y 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2010, 2011 y 2012 otro grupo de años con promedios homogéneos. En la Tabla 2 se muestra la matriz del test de rangos múltiples para la densidad anual, el asterisco (*) indica que valores del par de años tienen diferencia estadística significativa al nivel de confianza del 95%; se observa que durante los años 2002 a 2004 y 2014 a 2016 entre ellos no se determinó diferencia estadística significativa, a diferencia de su comparación con los valores anuales del periodo 2006 a 2012; asimismo, entre estos años los promedios anuales no tienen diferencia estadística significativa.

Peso seco: el promedio anual fluctuó entre 0,34 y 3,76 mg/m³ en 2016 y 2008 respectivamente; en los 15 años de estudio el promedio total fue 1,97 mg/m³. Aunque menos

marcado que en la densidad, los menores promedios anuales (rango 0,34 a 2,57 mg/m^3) se determinaron entre los años 2002-2004 y 2014-2016, mientras que en el periodo 2006 a 2012 los promedios fueron más altos (rango 1,45 a 3,76 mg/m^3). Los años 2005 y 2013 se consideran de quiebre en la tendencia. En la Fig. 4 se muestra la variación del promedio anual y en la Tabla 1 los valores del promedio anual y error estándar.

Volumen sedimentado: el promedio anual oscilo entre 0,02 y 0,43 ml/m^3 en 2015-2016 y 2006 respectivamente; en los 15 años de estudio el promedio total fue 0,17 ml/m^3 . Los promedios anuales más bajos se determinaron en los años 2002 a 2004 y 2014 a 2016 (rango 0,02 a 0,12 ml/m^3) y los mayores valores (rango 0,17 a 0,43 ml/m^3) durante el periodo 2006 a 2012. Aunque menos acentuados, los años 2005 y 2013 pueden considerarse años de quiebre en la tendencia de altos y bajos. En la Fig. 5 se observa la variación del promedio anual y la Tabla 1 muestra los valores obtenidos. La prueba de rangos múltiples para el promedio anual del plancton sedimentado indica que los años 2016, 2015, 2014, 2004, 2003 y 2002 forman un grupo homogéneo; en el periodo 2006 a 2011 se encontraron los valores más elevados.

DISCUSION

El presente estudio de 15 años al este de Margarita sobre la abundancia del mesozooplancton verifica que entre 2002-2004 y 2014-2016 se determinaron promedios anuales que variaron entre 30,96 y 72,90 $\text{ind.}/\text{m}^3$ mientras que entre los años 2006 a 2013 los promedios fueron mayores fluctuando entre 83,81 y 223,27 $\text{ind.}/\text{m}^3$; los años 2005 y 2013 podrían ser de quiebre de tendencia, de promedios bajos en 2005 y de promedios altos en 2013 (Fig. 3). En el sureste de Margarita la crisis sardinera, en el sentido de la disminución acusada de capturas del recurso se presentó a partir de mediados de 2005 y más evidente desde 2006 cuando aumentaron marcadamente los valores en la abundancia del zooplancton lo cual se mantuvo hasta el 2013 (Figs. 3, 4, 5). Lo cual hace plantear que desde el 2005 hasta el 2013-2014 se presentó un cambio de régimen verificado por la mayor abundancia del zooplancton en el este de Margarita. En la misma área, estudios previos concluyen que ha aumentado la temperatura del agua superficial, disminuido la concentración de nutrientes inorgánicos, la producción primaria y la biomasa del fitoplancton lo cual ha afectado la fertilidad acuática regional (GÓMEZ & BARCELÓ 2014; GÓMEZ *et al.* 2014; GÓMEZ 2016). Lo cual es consecuencia de surgencias

poco intensas por causa del debilitamiento de los vientos Alisios (TAYLOR *et al.* 2012; PINCKNEY *et al.* 2015) durante los años de crisis sardinera.

El cambio de régimen modifica la estructura trófica del ecosistema, la composición y abundancia de comunidades, también causa la variación poblacional de especies ícticas explotadas como respuesta a los cambios oceánicos (POLOVINA 2005) y se presentan cambios en el zooplancton (MACKAS *et al.* 2001; LANDRY *et al.* 2001; BLANCO *et al.* 2006). Está bien documentado que los cambios de régimen conllevan al aumento del zooplancton, por ejemplo en

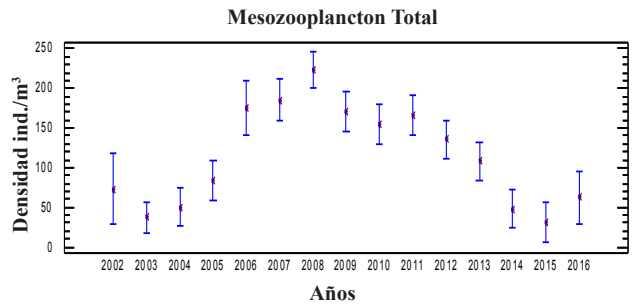


Fig. 3. Densidad total (ind./m³) de zooplancton al este de Isla Margarita, Venezuela (2002-2016).

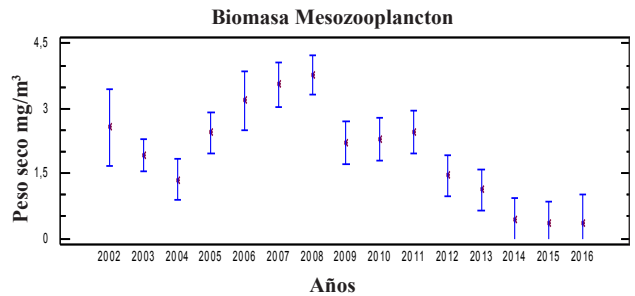


Fig. 4. Peso seco (mg/m³) del zooplancton al sureste de Isla Margarita, Venezuela (2002-2016).

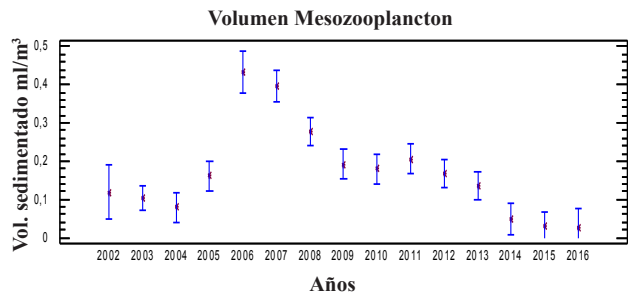


Fig. 5. Volumen sedimentado (ml/m³) del zooplancton al sureste de Isla Margarita, Venezuela (2002-2016).

Tabla 1. Abundancia promedio anual y error estándar del mesozooplankton al este de Isla Margarita, Venezuela (2002-2016).

Año	n	Densidad (ind./m ³)	Peso seco (mg/m ³)	Volumen sed. (ml/m ³)
2002	14	72,90 ± 32,19	2,57 ± 0,64	0,12 ± 0,05
2003	76	37,29 ± 13,81	1,91 ± 0,27	0,10 ± 0,02
2004	48	50,25 ± 17,38	1,35 ± 0,34	0,08 ± 0,03
2005	48	83,81 ± 17,38	2,44 ± 0,34	0,16 ± 0,03
2006	24	175,47 ± 24,58	3,18 ± 0,40	0,43 ± 0,04
2007	42	185,64 ± 18,58	3,56 ± 0,37	0,40 ± 0,03
2008	52	223,27 ± 16,70	3,56 ± 0,37	0,28 ± 0,03
2009	46	171,14 ± 17,76	2,22 ± 0,35	0,19 ± 0,03
2010	46	155,01 ± 17,76	2,29 ± 0,35	0,18 ± 0,03
2011	44	165,73 ± 18,16	2,46 ± 0,36	0,20 ± 0,03
2012	48	135,85 ± 17,38	1,45 ± 0,34	0,17 ± 0,03
2013	48	108,32 ± 17,38	1,12 ± 0,34	0,13 ± 0,03
2014	46	48,07 ± 17,76	0,45 ± 0,35	0,05 ± 0,02
2015	47	30,96 ± 17,57	0,35 ± 0,25	0,03 ± 0,01
2016	26	62,31 ± 23,62	0,34 ± 0,27	0,02 ± 0,01

Tabla 2. Matriz del test de rangos múltiples para la densidad anual del mesozooplankton al este de Isla Margarita, Venezuela. * Indica que valores del par de años tienen diferencia estadística significativa al nivel de confianza del 95%.

	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
2002				*	*	*	*	*	*	*				
2003				*	*	*	*	*	*	*	*			
2004				*	*	*	*	*	*	*	*			
2005				*	*	*	*	*	*	*			*	
2006											*	*	*	*
2007										*	*	*	*	*
2008							*	*	*	*	*	*	*	*
2009											*	*	*	*
2010												*	*	*
2011											*	*	*	*
2012												*	*	*
2013												*	*	
2014														
2015														
2016														

el Atlántico noroccidental (Georges Bank) desde 1989 aumentó la abundancia de zooplankton (densidad por contaje) lo cual se mantuvo hasta el 2004, todos los grupos aumentaron abruptamente en especial los copépodos (KANE 2007) y ocurrió un cambio de especies grandes a especies más pequeñas (PERSHING *et al.* 2005) y en esos años también aumento el zooplankton al este de Canadá (SAMEOTO 2001). En el mar del Norte estudios a largo plazo (1970 a 2008) indican cambios de régimen en 1978, 1989 y en 1998 vario la abundancia de copépodos y dinoflagelados, los conductores potenciales del cambio fueron la temperatura,

la velocidad del viento y las corrientes que causaron disminución de los nutrientes disueltos y afectaron la comunidad planctónica (ALVAREZ *et al.* 2012) y se considera que en áreas de surgencia las fluctuaciones decadales en la biomasa de peces explotados, son causadas por la variabilidad ambiental (RYKACZEWSKY & CHECKLEY 2008).

En seis ecosistemas del Atlántico se determinaron variaciones a largo término en la biomasa y composición del zoo y las especies tuvieron cambios de dominancia con tendencia hacia una talla menor (DAEWEL *et al.* 2014);

además se ha planteado que el tipo de control descendente (top-down) o ascendente (bottom-up) afecta la estructura de tallas (SUTHERS *et al.* 2006). Lo que también tiene su efecto en las poblaciones ícticas explotadas, por ejemplo en el Mediterráneo (Golfo de Lyon) desde 2008 se observó decrecimiento en talla y condición de la sardina, pero en años previos (1994 y 2007) tuvo crecimiento y condición altos y los estómagos contenían alta proporción de copépodos grandes y cladóceros mientras que en 2011 y 2012 los copépodos pequeños fueron dominantes (BROSSET *et al.* 2016) y plantean que los cambios en talla, la condición y la biomasa de pequeños pelágicos pueden deberse al control ascendente (bottom-up) caracterizado por cambios en la disponibilidad de alimento adecuado. El aumento de copépodos puede ser el signo inicial del cambio en la estructura del plancton, por causa de la disminución de peces planctófagos (BODE *et al.* 2013) y en regiones sardineras la disminución de la sardina coincide con el aumento en la densidad de los copépodos (VERHEYE & RICHARDSON 1998; VERHEYE 2000; CURY *et al.* 2000) lo que también se verificó en el este de Margarita (GÓMEZ & HERNÁNDEZ 2008).

En el caso de la fluctuación sardinera venezolana es notorio que durante los años de fuerte crisis (2006-2013) fue mayor la abundancia de zooplancton (Fig. 3, 4, 5) que puede ser debida a escasez de peces filtradores como la sardina. Pero también es posible que durante este periodo la producción biológica (plancton) tuvo características diferentes a la ocurrida en los años 2003 y 2004. En estos años se determinaron temperaturas mínimas de 21,6 °C en las aguas superficiales, lo cual indica el ascenso de aguas subtropicales y surgencia intensa, como es conocido (OKUDA 1978, 1981) y aceptado (ASTOR *et al.* 2003, 2004; GÓMEZ 2006; GÓMEZ *et al.* 2008, 2012). Las surgencias intensas o fuertes favorecen al fitoplancton de mayor tamaño el cual sería el apropiado para la sardina, especialmente para los jóvenes reclutas que cambian su alimentación de selectiva a filtradora (GÓMEZ 2015). En los años de crisis sardinera la surgencia fue débil en intensidad o poco perceptible por el debilitamiento de los vientos Alisios que impulsan la surgencia en el este de Venezuela (TAYLOR *et al.* 2012; PINCKNEY *et al.* 2015) lo cual incide en la fertilidad marina regional (GÓMEZ *et al.* 2012; GÓMEZ & BARCELÓ 2014; GÓMEZ 2015, 2016) favoreciendo al fitoplancton de talla pequeña que quizás puede ser inapropiado como alimento para los jóvenes reclutas filtradores y en consecuencia colapsaron.

Al respecto es pertinente mencionar que en Venezuela, en la Estación Cariaco durante el periodo 1996-2008 se determinó incremento en la temperatura y la surgencia disminuyó su intensidad y ocurrieron cambios en la composición del fitoplancton variando de diatomeas grandes a pequeñas durante la primera década del siglo 21 (ASTOR *et al.* 2013) y entre los años 1996 y 2010 el microplancton (talla >20 μm) disminuyó más de cinco veces y durante las surgencias la abundancia de diatomeas grandes se redujo cuatro veces lo que sugiere una reorganización del fitoplancton y concluyen que la homogeneidad temporal y el aumento de las tallas pequeñas fueron una respuesta directa a la disminución en intensidad de la surgencia (PINCKNEY *et al.* 2015). Por lo cual, también es posible plantear que el predominio y abundancia de diatomeas pequeñas fueran la causa de la crisis sardinera venezolana durante ~ 9-10 años.

En las surgencias del Pacífico tropical la talla media de las células del fitoplancton varía con el fenómeno de El Niño durante estos eventos las tallas son menores, así entre 1998 y 2007 la talla global disminuyó 2% y 4% en el mar del Norte (POLOVINA & WOODWORTH 2013). Al respecto, es obvio que en el fitoplancton de aguas oligotróficas predominen células pequeñas y la temperatura explica la variabilidad de talla (LÓPEZ & MORAN 2016). En la crisis sardinera venezolana se verificó aumento de la temperatura superficial, la disminución de sales nutritivas, de la producción primaria y de la biomasa fitoplanctónica, por lo cual podría considerarse que durante los años de crisis sardinera, fueron predominantes condiciones oligotróficas al sureste de Margarita y en general en la región nororiental donde está presente el recurso sardinero. Al respecto debe recordarse que estudios sedimentológicos en California verifican que los cambios en abundancia de la sardina ocurren desde 2000 años antes de comenzar la pesca comercial (BAUMGARTNER *et al.* 1992) y sus fluctuaciones verifican la hipótesis que el tamaño del zooplancton tiene relación con la intensidad de la surgencia y se demuestra como un mecanismo físico actúa sobre los peces, relacionando a escala interanual y/o decadal los cambios ambientales con la producción de sardina (RYKACZEWSKY & CHECKLEY 2008). Sucede así porque en el fitoplancton la demanda de nutrientes depende del volumen celular y la entrada máxima a la célula es según su superficie, por esta razón las células pequeñas con alta relación superficie-volumen tienen ventaja competitiva cuando los nutrientes son escasos (MARGALEF 1978; FALKOWSKI & OLIVER 2007) mientras que en las surgencias intensas o fuertes con

nutrientes en exceso se favorece el fitoplancton de talla más grande (MOLONEY & FIELD 1991). De esta manera, la variabilidad temporal del tipo de surgencia influencia la producción de plancton pequeño o grande y afecta las poblaciones de peces planctófagos, como puede ser el caso de la sardina venezolana. Así por ejemplo en la sardina europea, en la dieta de juveniles el fitoplancton es escaso, pero en la dieta de los adultos abundan los copépodos (>1 mm) (NIKOLIUDAKIS *et al.* 2012) y se menciona que las sardinias por su capacidad para cambiar de alimentación particulada a filtradora (JAMES 1986) abundan en áreas con surgencia (VAN DER LINGEN *et al.* 2006).

Es interesante apreciar que durante los años de la crisis sardinera venezolana, fue mayor la densidad del zooplancton, lo cual puede deberse a la menor abundancia de sardina pero también es posible que por causa del cambio de régimen, el tamaño del zooplancton predominante no fuera adecuado para la alimentación de reclutas, juveniles y/o adultos de sardina. También es pertinente mencionar que en las relaciones depredador-presa cuando las condiciones son favorables por la abundancia de presas, se asegura la alimentación y la reproducción de los predadores, pero esta suposición no es estrictamente válida entre especies porque en Golfo de Maine (noreste de Norteamérica) el atún aleta azul *Thunnus thynnus* disminuyó su condición somática cuando era abundante su alimento preferencial, esta situación paradójica se explica por el cambio en la talla de su presa (GOLET *et al.* 2015).

En otras latitudes se ha planteado que el aumento de la temperatura promedio indica cambio en el estado termal del ecosistema e identificarse como “cambio de régimen” (regime shift) que puede estar paralelo con otros eventos como las lluvias o disminución de la salinidad (MÖLLMANN *et al.* 2005) y se verifica relación entre ambiente y la composición del zooplancton (MÖLLMANN *et al.* 2000, 2002, 2003). En el presente estudio la temperatura anual promedio ha tenido un marcado aumento desde 2005 hasta el 2016 (Fig. 6) sin determinar disminución o valores similares a los de años 2003-2004 cuando ocurrieron las capturas máximas de sardina. Por lo cual el aumento de las capturas sardineras durante 2016 no puede adscribirse a disminución de temperatura, porque esta no ha ocurrido marcadamente. Sin embargo el relativo aumento en las capturas sardineras durante 2016 y también en 2017 podría relacionarse con aumento de la biomasa del fitoplancton apropiado para la sardina en estos años (Fig. 7) a diferencia del periodo 2005-2013 cuando se determinaron las menores biomásas. También

es lícito plantear que en la surgencia venezolana el control es ascendente (bottom-up) es decir físico. Asimismo, en el este de Margarita se ha verificado que durante los años de crisis sardinera fue menor la abundancia de huevos de sardina en el plancton (Fig. 8) lo que indirectamente puede indicar que paralelamente ocurrió un menor reclutamiento del recurso, a diferencia de los años 2002 a 2004 cuando fueron muy abundantes los huevos de sardina (GÓMEZ 2015) y en consecuencia un mayor reclutamiento y las capturas máximas de sardina durante esos años.

Los pequeños pelágicos tienen gran importancia en la red trófica pelágica y además aportan grandes beneficios a la sociedad porque constituyen el 30% de la pesca global y sostienen importantes pesquerías mundiales, benefician la industria alimenticia y la acuicultura por la

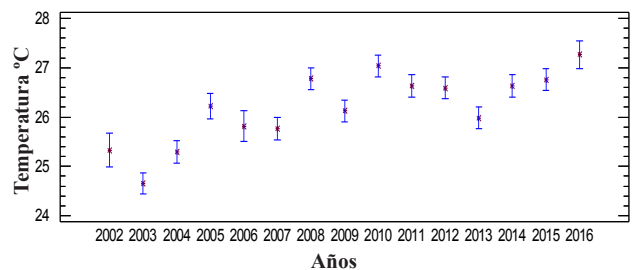


Fig. 6. Rango y promedio anual de temperatura °C (0-20 m) al sureste de Isla Margarita, Venezuela (2002-2016).

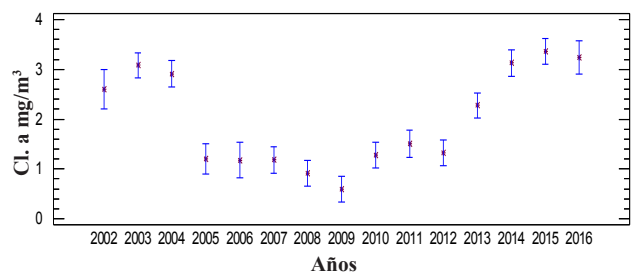


Fig. 7. Rango y promedio anual de la biomasa de fitoplancton (Cl. a mg/m³) al sureste de Isla Margarita, Venezuela (2002-2016).

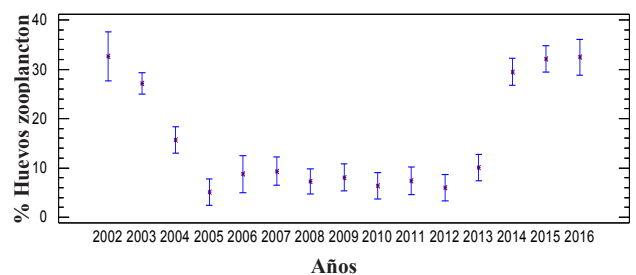


Fig. 8. Representación (%) anual de huevos de sardina en el zooplancton en el sureste de Isla Margarita (2002-2016).

producción de harina y aceite de pescado (CAMPBELL *et al.* 2008). Es conocido que los colapsos poblacionales tienen características comunes, entre ellas la fuerte caída en la producción natural (biomasa) de la población por menor reclutamiento y respuesta tardía en el manejo del recurso para reducir la pesca lo que acentúa la magnitud de la fluctuación natural poblacional de los stocks, por lo que es difícil atribuir los colapsos a la pesca o determinar que los haga más frecuentes, graves y prolongados (ESSINGTON *et al.* 2015). Al respecto, en Venezuela se ha planteado que la crisis sardinera fue causada por la sobreexplotación de crecimiento (GONZÁLEZ *et al.* 2007) o la sobrepesca (RUEDA 2012; MENDOZA 2015), este punto de vista ha sido muy utilizado por los biólogos pesqueros que consideran las especies explotadas como unidades que operan independientemente del ambiente, cuando en realidad son componentes integrales en la función del ecosistema y las intervenciones de manejo dirigidas a una especie determinada pueden tener consecuencias en otras especies objeto de pesquerías (CURY & CHRISTENSEN 2005) y actualmente existe amplio consenso para avanzar hacia una aproximación de la pesca al ecosistema (GARCÍA 2000).

Se ha propuesto que el cambio de régimen en el plancton puede originarse por la interacción entre el nicho ecológico de las especies y el clima que induce cambios ambientales a gran escala (BEAUGRAND 2015) esta teoría rechaza posibles estados alternativos estables en algunos cambios de régimen, pero al menos ofrece una vía para predecir futuros cambios en la comunidad inducidos por el clima y potenciales cascadas tróficas asociadas y/o amplificadas, además en los cambios de régimen proponen descartar la falsa dicotomía entre conductores bióticos descendentes (top-down) versus conductores físicos ascendentes (bottom-up) y más bien enfocarse en conductores individuales sencillos, intentando identificar mecanismos y procesos que causan los cambios o afectan la resiliencia del ecosistema (CONVERSI *et al.* 2015; MÖLLMAN *et al.* 2015). En el hemisferio norte, en 11 ecosistemas pelágicos se determinó la importancia del forzamiento físico ascendente (bottom-up) en los cambios de régimen ocurridos desde finales de 1980's y su sincronía causada por la temperatura y la circulación atmosférica (BEAUGRAND 2015; MÖLLMAN *et al.* 2015). Los cambios de régimen son causados por conductores múltiples, casi impredecibles por su inesperada ocurrencia y tienen fuertes implicaciones económicas, su manejo exitoso se asocia con el monitoreo periódico del ecosistema (ROCHA *et al.* 2015).

CONCLUSIONES

La crisis sardinera venezolana iniciada a mediados de 2005 puede ser debida a un cambio de régimen verificado por variación en la abundancia del zooplancton, lo que también ha ocurrido en otras áreas de surgencia y tienen una duración ~ decadal.

El cambio de régimen fue propiciado por la poca intensidad o debilidad de la surgencia costera regional durante el periodo 2005 a 2013 que causó cambios en la estructura de tallas de la comunidad planctónica, lo cual afectó a la población sardinera.

Durante los años de crisis sardinera también se ha verificado una acusada disminución de huevos de sardina en el zooplancton que indica un bajo reclutamiento del recurso en años de crisis.

AGRADECIMIENTOS

Trabajo en homenaje al Dr. Fernando Cervigón, profesor y amigo durante 47 años, quien siempre propició y estimuló mi actividad científica en el Instituto de Investigaciones Científicas de la Universidad de Oriente y en el Museo Marino de Margarita. Se agradece al Prof. Ernesto Mata (Universidad de Oriente, Nueva Esparta) su colaboración en análisis de clorofila y elaboración de mapa del Caribe. Los pescadores sardineros del Morro de Porlamar facilitan embarcaciones para los muestreos desde el 2002 al presente año.

REFERENCIAS

- ALCARAZ, M. 1997. Copepods under turbulence: grazing, behavior and metabolic rate. *Scientia Marina* 61(Suppl 1): 177-195.
- ALHEIT, J., C. ROY & S. KIFANI. 2009. Decadal-scale variability in populations. In: Climate change and small pelagic fish. Eds. D. Checkley, J. Alheit, Y. Oozeki, C. Roy. Cambridge University Press, Cambridge. pp. 64-87.
- ALHEIT J., C. MÖLLMANN, J. DUTZ, G. KORNILOVS, P. LOEWE, V. MOHRHOLZ & N. WASMUND. 2005. Synchronous ecological regime shifts in the central Baltic and the North Sea in the late 1980s. *ICES J. Mar. Sci.* 62: 1205-1215.
- ALHEIT J. & M. NIQUEN. 2004. Regime shifts in the Humboldt Current ecosystem. *Prog. Oceanogr.* 60: 201-222.

- ALVAREZ, S., H. LINDEBOOM & E. MEESTERS. 2012. Temporal changes in plankton of the North Sea: community shifts and environmental drivers. *Mar. Ecol. Prog. Series* 462: 21-38.
- ASTOR, I., L. LORENZONI, R. THUNELL, R. VARELA, F. MULLER, L. TROCCOLI, G. TAYLOR, M. SCRANTON, E. TAPPA & D. RUEDA. 2013. Interannual variability in sea surface temperature and fCO₂ changes in the Cariaco Basin. *Deep Sea Research Part II* 93: 33-43.
- ASTOR, Y., F. MULLER-KARGER, R. BOHRER, L. TROCCOLI & J. GARCIA. 2004. Variabilidad estacional e interanual del carbono inorgánico disuelto y nutrientes en la fosa de Cariaco. *Mem. Soc. Cien. Nat. La Salle* 161-162: 235-252.
- ASTOR, Y., F. MULLER-KARGER & M. SCRANTON. 2003. Seasonal and interannual variation in the hydrography of the Cariaco Basin: implications for basin ventilation. *Continental Shelf Res.* 23: 125-144.
- BAUMGARTNER, T., A. SOUTAR & V. FERREIRABARTRINA. 1992. Reconstruction of the history of Pacific sardine and northern anchovy populations over the past 2 millennia from sets of the Santa-Barbara Basin, California. *CalCOFI Rep.* 33: 24-40.
- BEAUGRAND, G. 2015. Theoretical basis for predicting climate-induced abrupt shifts in the oceans. *Phil. Trans. R. Soc. B* 370, 20130264. (doi:10.1098/rstb.2013.0264)
- _____. 2005. Monitoring pelagic ecosystems using plankton indicators. *ICES J. Mar. Sci.* 62: 333-338.
- _____. & P. REID. 2003. Long-term changes in phytoplankton, zooplankton and salmon linked to climate change. *Global Change Biol.* 9: 801-817.
- BODE, A., M. ALVAREZ, A. MIRANDA & M. RUIZ. 2013. Shifts between gelatinous and crustacean plankton in a coastal upwelling region. *ICES J. Mar. Sci.* 70: 934-942.
- BOLTOVSKOY, D. 1981. *Atlas del zooplancton del Atlántico Sudoccidental y métodos de trabajo con el zooplancton marino*. INIDEP, Mar del Plata. 936 pp.
- BLANCO, L., F. ALVAREZ & J. CABAL. 2006. Changes in the zooplankton community associated with the hydrography off the northwestern Iberian Peninsula. *ICES J. Mar. Sci.* 63: 799-810.
- BROSSET P., B. LE BOURG, D. COSTALAGO, B. BANARU, E. VAN BEVEREN, J. BOURDEIX, J. FROMENTIN, F. MENARD & C. SARAUX. 2016. Linking small pelagic dietary shifts with ecosystem changes in the Gulf of Lyons. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 554: 157-171.
- CAMPBELL, A., V. KARPOUZI, K. KASCHNER & D. PAULY. 2008. Forage fish: from ecosystems to markets. *Annu. Rev. Environ. Resour.* 33: 153-166.
- CONVERSI, A., V. DAKOS, A. GÄRDMARK, S. LING, C. FOLKE, P. J. MUMBY, C. GREENE, M. EDWARDS, T. BLECKNER, M. CASINI, A. PERSHING & C. MÖLLMANN. 2015. A holistic view of marine regime shifts. *Phil. Trans. R. Soc. B* 370: 20130279.
- CURY, P. & V. CHRISTENSEN. 2005. Quantitative ecosystems indicators for fisheries management. *ICES J. Mar. Sci.* 62: 307-310.
- CURY, P. & L. SHANNON. 2004. Regime shifts in upwelling ecosystems: observed changes and possible mechanisms in the northern and southern Benguela. *Prog. Oceanogr.* 60: 223-243.
- CURY, P., A. BAKUN, R. CRAWFORD, A. JARRE, R. QUIÑONES, L. SHANNON & H. VERHEYE. 2000. Small pelagiques in upwelling systems: patterns of interaction and structural changes in “waspwaist” ecosystems. *ICES J. Mar. Sci.* 57: 603-618.
- CHURCH, M., M. LAMAS & F. MULLER. 2013. Sea change: charting the course for biogeochemical ocean time-series research in a new millennium. *Deep Sea Res. Part II* 93: 2-15.
- DAEWEL, U., S. HJOLLO, M. HURET, R. JI, M. MAAR, S. NIIRANEN, M. TRAVERS, M. PECK & K. VAN DER WOLFSHAAR. 2014. Predation control of zooplankton dynamics: a review of observations and models. *ICES J. Mar. Sci.* 71: 254-271.
- DE YOUNG B., M. BARANGE, G. BEAUGRAND, R. HARRIS, R. PERRY, M. SCHEFFER & F. WERNER. 2008. Regime shifts in marine ecosystems: detection, prediction and management. *Trends Ecol. Evol.* 23: 402-409.
- DEYLE, E., M. FOGARTY, C. HSIEH, L. KAUFMAN, A. MACCALL, S. MUNCH, C. PERRETI, H. YE & G. SUGIHARA. 2013. Predicting climate effects on Pacific sardine. *Proc. Nat. Acad. Sci., USA.* 110: 6430-6435.
- ESSINGTON, T., P. MORIARTY, H. FROELICH, E. HODGSON, L. KOEHN, K. OKEN, M. SIPLE & C. STAWITZ. 2015. Fishing amplifies forage fish population collapses. *Proc. Nat. Acad. Sci., USA* 112: 6648-6652.

- FALKOWSKI, P. & M. OLIVER. 2007. Mix and match: How climate selects phytoplankton. *Nat. Rev. Microbiol.* 5: 813-819.
- GARCIA, S. 2000. The FAO definition of sustainable development and the Code of Conduct for Responsible Fisheries: an analysis of the related principles, criteria and indicators. *Mar. Fresh. Res.* 51: 535-541.
- GARRIDO, S., A. MARCALO, J. ZWOLINSKY & C. VAN DER LINGEN. 2007. Laboratory investigations on the effect of prey size and concentration on the feeding behavior of sardine *Sardinella pilchardus*. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 330: 189-199.
- GOLET, W., N. RECORD, S. LEHUTA, M. LUTCAVAGE, B. GALUARDI, A. COOPER & A. CAMPBELL. 2015. The paradox of the pelagics: why the blue fin tuna can go hungry in a sea of plenty. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 527: 181-192.
- GÓMEZ, A. 2018. Análisis del manejo de la crisis de sardina *Sardinella aurita* en Venezuela y comentario sobre artes de pesca y estadísticas. *Bol. Invest. Mar. Cost.* 47(1): 85-106.
- _____. 2016. Densidad de huevos de sardina *Sardinella aurita*, abundancia de zooplancton e hidrografía en la Península de Araya y sur de Isla Margarita, Venezuela. *Bol. Invest. Mar. Cost.* 45(1): 57-72.
- _____. 2015. Crisis de la pesca de sardina en Venezuela: abundancia de huevos de sardina *Sardinella aurita* en el este de Isla Margarita. Once años de estudio (2002-2013) y comentarios sobre muestreo, reproducción y desarrollo. *Bol. Inst. Oceanogr. Venez.* 54(2): 95-108.
- _____. 2007. Producción primaria al sureste de la isla de Margarita, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Venez. Univ. Orient.* 46(2): 97-105.
- _____. 2006. *Caracterización ecológica del caladero de pesca más importante de Venezuela (Pampatar-La Isleta, Isla de Margarita)*. Museo Marino de Margarita, Informe Final al Fondo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas de Venezuela (FONACIT Proy. 2000001372). Ministerio de Ciencia y Tecnología, Caracas. 648 pp.
- _____. 1996. Causas de la fertilidad marina en el nororiente de Venezuela. *Interciencia* 21(3): 140-146.
- _____. & A. BARCELÓ. 2014. Crisis de la pesca de sardina en Venezuela: hidrografía y nutrientes al este de la isla de Margarita, una década de estudio (2003-2012). *Bol. Inst. Oceanogr. Venez.* 53(2): 185-203.
- _____, E. MATA & O. GÓMEZ. 2014. Crisis de la pesca de sardina en Venezuela: variación de la biomasa del fitoplancton en el este de Margarita, una década de estudio (2003-2012). *Bol. Inst. Oceanogr. Venez.* 53(1): 25-36.
- _____, A. BARCELÓ & E. MATA. 2012. Condiciones hidrográficas (2007-2009) al sur de isla Margarita y Península de Araya como indicio de disminución de la fertilidad regional y posible afectación del recurso sardinero venezolano. *Bol. Inst. Oceanogr. Venez.* 51(2): 173-186.
- _____. & I. HERNÁNDEZ. 2008. Abundancia interanual del zooplancton nocturno en la costa este de isla Margarita, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Venez. Univ. Orient.* 47(2): 91-102.
- _____, E. IZAGUIRRE & O. GÓMEZ. 2008. Ecología de caladeros, aspectos biológicos y pesca (2003-2006) de sardina *Sardinella aurita* (Pisces: Clupeidae) en Nueva Esparta, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Venez., Univ. Orient.* 47(2): 113-128.
- GONZÁLEZ, W., N. ESLAVA & E. GÓMEZ. 2007. Parámetros poblacionales de la sardina (*Sardinella aurita*) del sureste de la Isla de Margarita, Venezuela. *Bol. Centro Invest. Biol., Univ. Zulia, Venez.* 41(4): 457-470.
- HARE S., & N. MANTUA. 2000. Empirical evidence for North Pacific regime shifts in 1977 and 1989. *Prog. Oceanogr.* 47: 103-145.
- HAYS, G., A. RICHARDSON & C. ROBINSON. 2005. Climate change and marine plankton. *Trends Ecol. Evol.* 20: 337-344.
- JAMES, A. 1986. Are clupeoids macrophagist herbivorous or omnivorous?. A review of the diets of some commercially important clupeids. *S. Afr. J. Mar. Sci.* 7: 161-177.
- JIAO, Y. 2009. Regime shift in marine ecosystems and implications for fisheries management, a review. *Rev. Fish Biol. Fish.* 19: 177-191.
- KASAI, H. & T. ONO. 2007. Has the 1998 regime shift also occurred in the oceanographic conditions and lower trophic ecosystem of the Oyashio region? *J. Oceanogr.* 63: 661-669.

- KANE, J. 2007. Zooplankton abundance trends in Georges Bank, 1977-2004. *ICES J. Mar. Sci.* 64: 909-919.
- KELLY, P., L. CLEMENTSON, C. DAVIES, S. CORNEY & K. SWADLING. 2016. Zooplankton responses to increasing sea surface temperatures in southeastern Australia global marine hotspot. *Est. Coast. Shelf Sci.* 180: 242-257.
- LANDRY, M., H. AL-MUTAIRI, K. SELF, S. CHRISTENSEN & S. NUNNERY. 2001. Seasonal patterns in mesozooplankton in abundance and biomass at station ALOHA. *Deep-Sea Res. Part II* 48: 2037-2061.
- LOPEZ, A. & X. MORAN. 2016. Temperature affects the size-structure of phytoplankton communities in the ocean. *Limnology & Oceanography* 60: 733-738.
- MACKAS D., R. THOMSON & M. GALBRAITH. 2001. Changes in the zooplankton community of the British Columbia continental margin, 1985-1999, and their covariation with oceanographic conditions. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 58: 685-702.
- MACKENZIE, B. & W. LEGGET. 1991. Quantifying the contribution of small-scale turbulence to the encounter rates between larval fish and their zooplankton prey: effects of wind and tide. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 73: 149-160.
- MARGALEF, R. 1978. Life-forms of phytoplankton as survival alternatives in an unstable environment. *Oceanol. Acta* 1: 493-509.
- _____. 1997. Turbulence and marine life. *Scientia Mar.* 61(Suppl 1): 109-123.
- MAUCLINE, J. 1998. *The Biology of Calanoid Copepods*. Academic Press, San Diego.
- MENDOZA, J. 2015. *Rise and fall of Venezuela industrial and artisanal marine fisheries: 1950-2010*. Fisheries Centre. The University of British Columbia. Working Paper Series # 2015-27. 15 pp.
- MOLONEY, C. & J. FIELD. 1991. The size-based dynamics of plankton food webs. 1. A simulation-model of carbon and nitrogen flows. *J. Plank. Res.* 13: 1003-1038.
- MÖLLMAN, C., C. FOLKE, M. EDWARDS & A. CONVERSI. 2015. Marine regime shifts around the globe: theory, drivers and impacts. *Phil. Trans. R. Soc.* B370: 20130260.
- MÖLLMANN C. & R. DIEKMANN. 2012. Marine ecosystem regime shifts induced by climate and overfishing: a review for the Northern Hemisphere. *Adv. Ecol. Res.* 47: 303-347.
- MÖLLMANN, C., G. KORNILOVS, M. FETTER & F. KÖSTER. 2005. Climate, zooplankton, and pelagic fish growth in the Central Baltic Sea. *ICES J. Mar. Sci.* 62:1270-1280.
- MÖLMANN, C., F. KOSTER, G. KORNILOVS & L. SIDREBRICS. 2003. Interannual variability in population dynamics of calanoid copepods in the central Baltic Sea. *ICES J. Mar. Sci.* 219: 220-230.
- _____. 2002. Long-term trends in abundance of cladocerans in the central Baltic Sea. *Mar. Biol.* 141: 343-352.
- MÖLMANN, C., G. KORNILOVS & L. SIDREBRICS. 2000. Long-term dynamics of main mesozooplankton species in the Central Baltic Sea. *J. Plankton Res.* 22: 2015-2038.
- NIKOLIUDAKIS, N., S. ISAURI & S. SOMARAKIS. 2015. Trophodynamics of anchovy in a non-upwelling system: direct comparison with sardine. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 500: 215-229.
- NIKOLIUDAKIS, N., S. ISARI, P. PITTA & S. SOMARAKIS. 2012. Diet of sardine *Sardina pilchardus*: an “end to end” field study. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 453: 173-188.
- OGUZ, T., T. COKACAR, P. MALANOTTE-RIZZOLI & H. DUCKLOW. 2003. Climatic warming and accompanying changes in the ecological regime of the Black Sea during 1990s. *Glob. Biogeochem. Cycles* 17: 1088.
- OKUDA, T. 1978. Condiciones hidroquímicas de las aguas superficiales de la Fosa de Cariaco y áreas adyacentes. *FAO Fisheries Report*, No. 200: 349-362.
- _____. 1981. Análisis hidroquímicos de la Bahía de Pozuelo y sus áreas adyacentes, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Venez.* 20(1&2): 11-22.
- PERRY, R., H. BATCHELDER, D. MACKAS, S. CHIBA, E. DURBIN, W. GREVE & H. VERHEYE. 2004. Identifying global synchronies in marine zooplankton populations: issues and opportunities. *ICES J. Mar. Sci.* 61: 445-456.
- PERSHING, A., C. GREENE, J. JOSSI, I. O'BRIEN, J. BROADZIAK & B. BAILEY. 2005. Interdecadal variability in the Gulf of Maine zooplankton community with potential effects on fish recruitment. *ICES J. Mar. Sci.* 62: 1511-1523.
- PETERS, R. 1983. *The ecological implications of body size*. Cambridge University Press, Cambridge.

- PETERSON W. & F. SCHWING. 2003. A new climate regime in northeast pacific ecosystems. *Geophys. Res. Lett.* 30: 1896. (doi:10.1029/2003gl017528).
- PIKITCH, E., K. ROUNTOS, T. ESSINGTON, C. SANTORA, D. PAULY & OTHERS. 2014. The global contribution of forage fish to marine fisheries and ecosystems. *Fish. Fish.* 15: 43-64.
- PINCKNEY, J., C. BENITEZ, R. THUNELL, F. MULLER, L. LORENZONI, L. TROCCOLI & R. VARELA. 2015. Phytoplankton community structure and depth distribution changes in the Cariaco Basin between 1996 and 2010. *Deep-Sea Res. Part I* 101: 27-37.
- POLOVINA, J. 2005. Climate variation, regimen shifts, and implications for sustainable fisheries. *Bull. Mar. Sci.* 76: 233-244.
- _____. & P. WOODWORTH. 2013. Declines in phytoplankton size in the subtropical oceans estimated from satellite remotely-sensed temperature and chlorophyll 1998-2007. *Deep Sea Res. Part II.* 77-80: 82-88.
- REID, P. & M. EDWARDS. 2001. *Plankton and climate*. En: *Encyclopaedia of Sciences*. Ed. J. Steele. Academic Press, Oxford. 2194-2200 pp.
- RICHARDSON, A. 2008. In hot water: zooplankton and climate change. *ICES J. Mar. Sci.* 65: 279-295.
- ROEMMICH, D. & J. MCGOWAN. 1995. Climatic warming and the decline of zooplankton in the California current. *Science* 267: 1324-1326.
- ROCHA, J., J. YLETYINEN, R. BIGGS, T. BLENCKNER & G. PETERSON. 2015. Marine regimen shifts: drivers and impacts on ecosystem services. *Phil. Trans. R. Soc.* B370: 20130273.
- RUEDA, D. 2012. *On the spatial and temporal variability of upwelling in the southern Caribbean Sea and its influence on the ecology of phytoplankton and of Spanish sardine (Sardinella aurita)*. Ph.D. Thesis Univ. South Florida, USA. 168 pp.
- RYKACZEWSKY, R. & D. CHECKLEY. 2008. Influence of ocean winds on the pelagic ecosystems in upwelling region. *Proc. Nat. Acad. Sci., USA.* 105: 1960-1970.
- SAMEOTO, D. 2001. Decadal changes in phytoplankton color index and selected calanoid copepods in continuous plankton recorder data from the Scotian shelf. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 58:749-761.
- SUTHERS, I., C. TAGGART, D. RISSIK & M. BAIRD. 2006. Day and night ichthyoplankton assemblages and zooplankton biomass size spectrum in a deep ocean island wake. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 322: 225-238.
- SCHIEFFER M. 2009. *Critical transitions in nature and society*. Princeton, NJ. Princeton University Press.
- _____. & S. CARPENTER. 2003. Catastrophic regime shifts in ecosystems: linking theory to observation. *Trends Ecol. Evol.* 18: 648-656.
- TAYLOR, G., F. MULLER-KARGER, R. THUNELL, M. SCRANTON, Y. ASTOR, R. VARELA, L. TROCCOLI, L. LORENZONI, K. FANNING, S. HAMEED & O. DOHERTY. 2012. Ecosystem responses in the southern Caribbean Sea to global climate change. *Proc. Nat. Acad. Sci. USA.* 109 (47): 19315-19320.
- VAN DER LINGEN, C., L. HUTCHINGS & J. FIELD. 2006. Comparative trophodynamics of anchovy *Engraulis encrasicolus* and sardine *Sardinops sagax* in the southern Bengala: are species alternations between small pelagic fish trophodynamically mediated?. *S. African J. Mar. Sci.* 28: 465-477.
- VERHEYE, H. 2000. Decade-scale trends across several marine trophic levels in the Southern Benguela upwelling system off South Africa. *Ambio* 29: 30-34.
- _____. & A. RICHARDSON, A. 1998. Long-term increase in crustacean zooplankton abundance in the southern Benguela upwelling region (1951-1996): bottom-up or top-down control ?. *ICES. J. Mar. Sci.* 55: 803-807.
- WEIJERMAN, M., H. LINDEBOOM & A. ZUUR. 2005. Regime shifts in marine ecosystems of the North Sea and Wadden Sea. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 298: 21-39.
- WORM, B. et al. 2006. Impacts of biodiversity loss on ocean ecosystem services. *Science* 314: 787-790.

RECIBIDO: Abril 2018.

ACEPTADO: Octubre 2018.

DINÁMICA ESPACIAL Y TEMPORAL DEL ICTIOPLANCTON EN EL CAÑO MÁNAMO, DELTA ORINOCO, VENEZUELA

MARÍA ALEJANDRA BALZA¹, BAUMAR MARÍN², ANNIE SILVA³ & LUIS TROCCOLI⁴

¹*Departamento de Biología, Escuela de Ciencias, Universidad de Oriente. Cumaná, Venezuela
E-mail: malebalza@yahoo.com*

²*Departamento de Biología Marina, Instituto Oceanográfico de Venezuela*

³*Laboratorio de Pesquería, Centro de Investigaciones Agrícolas del estado Delta Amacuro (INIA)*

⁴*Postgrado de Biología Marina, Instituto Oceanográfico de Venezuela*

RESUMEN: En el caño Mánamo en el delta del Orinoco se estudió la abundancia y distribución espacial y temporal del ictioplancton, estableciendo relaciones entre los huevos y larvas de peces con algunas variables fisicoquímicas. Se analizaron muestras de ictioplancton colectadas desde diciembre de 2010 hasta octubre de 2011 en seis estaciones, que abarcaron las regiones del delta superior, medio e inferior del caño. Las larvas se ubicaron taxonómicamente y se analizó la estructura comunitaria. La comunidad ictioplanctónica estuvo conformada principalmente por Engraulidae (90%), Clupeidae (4%), Sciaenidae (3%), Pimelodidae (2%) y Achiridae (1%). Los análisis estadísticos evidenciaron diferencias espaciales y temporales en la abundancia y distribución de huevos y larvas de peces. Se determinó la existencia de un patrón de distribución espacial en función del gradiente de salinidad y una mayor abundancia de larvas durante la temporada de lluvia. Para el delta inferior se reportaron los mayores valores de densidades de ictioplancton, riqueza específica, diversidad y equidad. Las regiones del delta superior-inferior y medio-inferior mostraron disimilitud en las especies. Los análisis de correspondencias canónica mostraron una fuerte relación entre las asociaciones de larvas de peces con la salinidad, el oxígeno disuelto y las precipitaciones. En conclusión las variaciones espaciales en el caño Mánamo son más importantes que las temporales en la determinación de la composición ictioplanctónica, que reveló ciertas preferencias que pudieran estar asociadas a requerimientos fisiológicos u ontogénicos, particulares para cada especie.

Palabras claves: Larvas, peces, delta, Mánamo.

ABSTRACT: The abundance and spatial-temporal distribution of ichthyoplankton in Manamo Creek, Orinoco Delta establishing relationships between the eggs and fish larvae with some physicochemical variables in samples collected from December 2010 to October 2011 at six workstations recorded that the ichthyoplankton community was formed by Engraulidae (90%); Clupeidae (4%); Sciaenidae (3%); Pimelodidae (2%) and Achiridae (1%). Statistical analyses showed spatial and temporal differences in the abundance and distribution of the eggs and fish larvae, and a spatial pattern distribution depending on the salinity and abundance of the larvae during the rainy season. The highest ichthyoplankton densities, species richness, diversity and equity were reported in the lower delta. The analysis of canonical correspondent presented strengthened relationship between fish larvae with the salinity, dissolved oxygen and precipitations.

Key words: Larvae, fish, delta, Manamo.

INTRODUCCIÓN

Las variaciones espaciales y temporales de la abundancia de huevos y larvas de peces en áreas estuarinas son el resultado de cambios en las condiciones físicas que influyen en los movimientos estacionales de las especies (VIEIRA 1991; BARLETTA *et al.* 2003; SANVICENTE-AÑORVE *et al.* 2011; PAIGHAMBARI *et al.* 2017; RAMOS *et al.* 2017). En este sentido, se debe considerar que existen variaciones anuales en los patrones reproductivos de las especies, especialmente relacionadas con el área y el tiempo de desove. Estas fluctuaciones frecuentemente dependen de las condiciones ambientales requeridas por las especies o

para la reproducción exitosa de las poblaciones de acuerdo con su ciclo de vida. En consecuencia, la dinámica entre los procesos reproductivos y las condiciones ambientales afectan directamente la distribución de las especies, así como también el desove (VAZZOLER 1996; GOGOLA *et al.* 2013; ROUSSEAU *et al.* 2018).

Las condiciones climáticas que se relacionan directamente con el crecimiento, la reproducción, la abundancia y la distribución de los peces son principalmente la temperatura, la salinidad, la conductividad eléctrica, el oxígeno disuelto, el pH, las precipitaciones, los nutrientes, los contaminantes, las corrientes, las mareas, la turbidez en

la columna de agua, entre otras (JAYACHANDRA *et al.* 2013). En cada río, existe un régimen fluvial característico al que se asocian comunidades bióticas particulares. El delta del Orinoco no es la excepción, y en él se presentan tres ambientes claramente diferenciados según el gradiente salino, conformados por el delta fluvial, el delta estuarino y el delta oceánico. La clasificación o delimitación precedente puede considerarse como longitudinal, en la cual existe un gradiente geomorfológico, físico-químico y por ende biológico (CERVIGÓN 1985; LASSO & NOVOA 2010; LASSO & SÁNCHEZ-DUARTE 2011).

Generalmente, los peces juveniles no se asientan en los mismos hábitats que los adultos, esto con el fin de evitar la competencia por el espacio y los recursos. Además, se ha observado que varias especies realizan cambios ontogénicos en el hábitat a medida que los reclutas crecen. Aunque, al optimizar sus habilidades de forraje y aumentar su capacidad para defenderse de los depredadores y competidores, los reclutas se desplazan a otras áreas, lo que les permite explorar hábitats y recursos, para finalmente incorporarse a la población adulta local (FÉLIX 2012). En este sentido, las especies de peces que usan los hábitats y regiones del estuario superior, medio e inferior, clasificación propuesta por CANALES (1985), lo hacen de acuerdo a sus estadios de vida y cuando las condiciones ambientales lo permiten (BARLETTA *et al.* 2008; KOMOROSKE *et al.* 2014).

Las fluctuaciones de las características físico-químicas en los ambientes estuarinos tienen una profunda influencia en la ocurrencia estacional de las larvas y juveniles de peces. Ciertamente los cambios en las aguas salobres causan variaciones en la supervivencia, el crecimiento y la alimentación de los peces. El espectro completo de la distribución y composición de especies de larvas y juveniles de peces en relación con la dinámica de cambios de las características hidrográficas de los estuarios es poco conocido (SAPERDONTI *et al.* 2008; BRIDA *et al.* 2010; JAYACHANDRA *et al.* 2013; KOMOROSKE *et al.* 2014; ROUSSEAU *et al.* 2018).

Por consiguiente, el objetivo es describir cómo responden las especies a un conjunto de variables ambientales observadas. Los aportes de este tipo de estudios sirven para un mayor conocimiento de la dinámica de las poblaciones de peces y por ende un mejor manejo y administración de los recursos pesqueros. Consecuentemente, dada la importancia de los recursos pesqueros en el delta del Orinoco, se analizó la dinámica

espacial y temporal de las especies de larvas de peces más representativas en relación con las variables ambientales del caño Mánamo durante el estudio.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para esta investigación se analizaron muestras de ictioplancton colectadas bimestralmente, desde diciembre de 2010 hasta octubre de 2011 en seis estaciones del caño Mánamo en el delta del río Orinoco (Fig. 1). El caño Mánamo está ubicado a lo largo de la zona limítrofe noroccidental del estado Delta Amacuro con el estado Monagas, este caño atraviesa los municipios Tucupita y Pedernales hasta su salida al mar (09°00' -10°10' N y 61°40' -62°30' W). Las estaciones se ubicaron en tres grandes regiones del abanico deltaico: delta superior (DS), delta medio (DM) y delta inferior (DI), según la división planteada por CANALES (1985) considerando la altura sobre el nivel del mar y la influencia de las mareas. El recorrido del caño Mánamo se inicia en el delta superior, atravesando el delta medio, el delta inferior y desembocando en el océano Atlántico.

Los calados de ictioplancton se realizaron con el empleo de una red de plancton tipo estándar de abertura de malla de 550 μm y diámetro de boca de 30 cm. Los arrastres superficiales se efectuaron desde un bote con motores fuera de borda durante 15 min a una velocidad aproximada de 2 nudos. Las muestras se almacenaron en envases de plástico de 1 l de capacidad y se fijaron con formaldehído al 4% neutralizado a pH neutro con tetraborato de sodio (bórax).

Las variables físico-químicas se determinaron *in situ* en cada una de las seis estaciones. La temperatura ($^{\circ}\text{C}$), el oxígeno disuelto (mg/l) y la salinidad (PSU) se registraron con el empleo de una sonda multiparamétrica YSI modelo 63. El pH se estableció con el empleo de tiras indicadoras de pH (0-14) con escala colorimétrica marca Merck. La transparencia (m) se calculó de con un disco de Secchi. La división de Hidrología, Meteorología y Oceanología del ministerio del Ambiente, seccional Monagas proporcionó los registros de precipitaciones de la estación de San José de Buja (09°32' N - 62°41' W).

La abundancia total del ictioplancton se registró como el número de huevos y larvas en 100 m^3 de agua (huevos o larvas/100 m^3). Las larvas se ubicaron taxonómicamente, hasta el nivel taxonómico más bajo posible, basados en caracteres merísticos, morfométricos, descripciones morfológicas y características como pigmentación y

distribución de los cromatóforos, descritos en textos de claves de identificación (NAKATANI *et al.* 2001; FAHAY 1983; MOSER *et al.* 1984; CERVIGÓN 1991, 1996; AHLSTROM & MOSER 1981; RICHARDS 2005). A las especies no identificadas de cada familia se les asignó una numeración indicando la presencia de un morfotipo (*e.g.*: Clupeidae sp. 1).

Los índices comunitarios como la riqueza específica se obtuvieron del inventario taxonómico que permitió conocer el número total de especies (S) obtenido por un censo de la comunidad. La diversidad se estimó calculando el índice de diversidad (H') de Shannon-Wiener y la equidad se determinó con el índice de equidad (J') de Lloyd & Ghelardi (KREBS 1989).

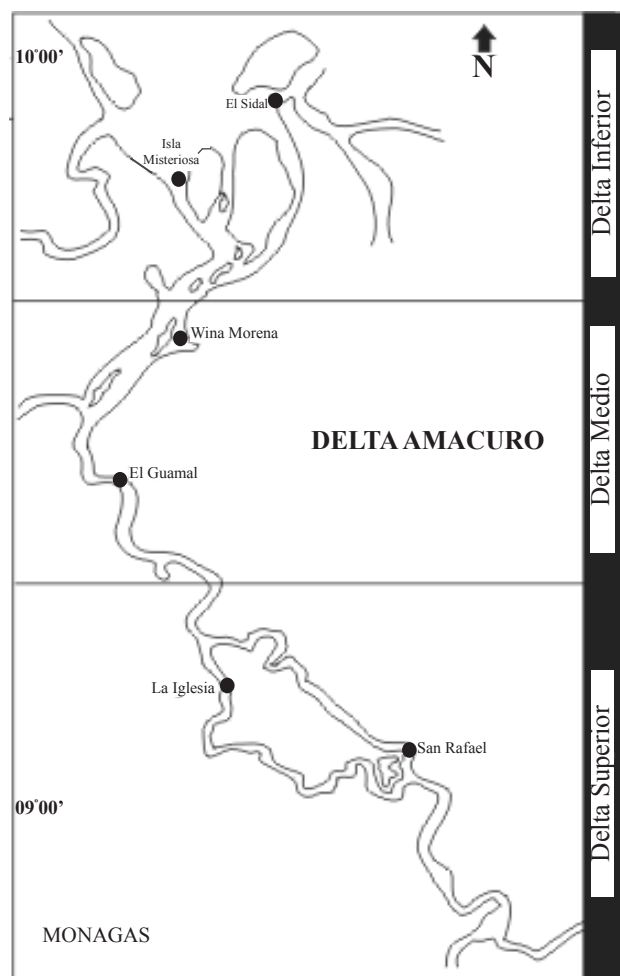


Fig. 1. Mapa del caño Mánamo, delta del Orinoco señalando con círculos las seis estaciones de muestreo y la división del abanico deltaico en delta superior, delta medio y delta inferior.

Análisis estadístico

Para los análisis estadísticos, se determinó si los datos cumplían con los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas (homocedasticidad). Al no cumplir con los supuestos a pesar de ser transformados, se aplicaron análisis no paramétricos con las pruebas Kruskal-Wallis en el caso de tener más de dos grupos y la de Mann Whitney-Wilcoxon en el caso de comparar dos grupos (ZAR 1999), mediante el programa Statgraphics plus versión 5.1®.

Las pruebas se aplicaron para determinar la existencia o no de diferencias entre la abundancia de larvas y entre las distintas variables fisicoquímicas. Las diferencias espaciales se determinaron en las tres regiones del delta (DS, DM y DI); y diferencias temporales entre las dos épocas (sequía y lluvia) de muestreo. Como variables independientes se utilizaron las regiones del delta y las épocas, y como variables dependientes la abundancia de huevos, larvas y las distintas variables fisicoquímicas (ZAR 1999). Se utilizó un nivel de significancia alfa de 0,05 para todos los análisis (MONTGOMERY 1997).

Para establecer si existen o no diferencias en la estructura comunitaria de larvas entre las regiones y épocas se realizó un análisis de escalamiento multidimensional no métrico (nMDS) para las regiones y las épocas y un análisis de similitud (ANOSIM). Para estos análisis se empleó el programa PRIMER v.6 (Plymouth Routines in Multivariate Ecological Research; CLARKE & GORLEY 2006).

Para el ANOSIM se realizó una prueba estadística Global R la cual varía desde $R < 0$ (grupos indistinguibles uno del otro) hasta $R = 1$ (cuando no hay similitud entre los grupos; CLARKE 1993; CLARKE & GORLEY 2006). Para reconocer aquellas especies que son responsables de la similitud dentro de los grupos y la disimilitud entre los grupos se realizó un SIMPER (CLARKE 1993; CLARKE & GORLEY 2006). Los porcentajes de disimilitud, así como la contribución de cada especie a estas diferencias, se determinaron mediante la prueba SIMPER. Con el fin de examinar la relación entre la comunidad de larvas de peces en las tres regiones establecidas en el caño Mánamo y en las dos épocas de estudio, se realizó un análisis de clasificación y ordenación utilizando el coeficiente de similitud de Bray-Curtis para los datos biológicos y la distancia Euclidiana para los datos abióticos (KRUSKAL & WISH 1978; CLARKE 1993). Los datos bióticos fueron transformados a $\log(x+1)$ y los abióticos a raíz cuarta.

La relación de las especies de larvas de peces con las variables ambientales, se determinó con un análisis de correspondencias canónica (ACC) y se consideró la frecuencia de las especies (>5 % de FO) pertenecientes a las familias más representativas en el caño Mánamo durante el estudio. Los datos abióticos fueron previamente transformados a raíz cuarta.

En los gráficos biplot del ACC las variables estarán representadas con flechas (vectores), que irradiaran desde el origen de ordenación. La longitud del vector ambiental exhibirá la fortaleza de la relación entre la variable ambiental que representa el vector y la variable biológica (especies) analizada (TER BRAAK 1986; TER BRAAK & VERDONSHOT 1995). El análisis fue realizado con el programa Multivariate Statistical Package versión 3.12 (MVSP 1985-2000).

RESULTADOS

Durante este estudio se colectaron 542 huevos/100 m³ (3%) y 34496 larvas/100 m³ (97%) de peces. Las larvas capturadas fueron ubicadas dentro de 6 órdenes, 12 familias, 16 géneros y 18 especies (Tabla 1). La familia Engraulidae (90%) dominó en todas las estaciones, otras familias representativas en caño Mánamo fueron Clupeidae (4%), Sciaenidae (3%), Pimelodidae (2%) y Achiridae (1%). La familia Pimelodidae se ubicó exclusivamente en los DS y DM, en este último en menor proporción, mientras Achiridae sólo estuvo presente en el DI.

Las variables ambientales no mostraron diferencias estadísticamente significativas entre las tres regiones, a excepción de la salinidad (KW =27,47; p <0,05***). En el DI (salinidades 1,00-13,10 PSU) se detectó una considerable incidencia de huevos (99%) principalmente de Pleuronectiformes y de Engraulidae. Igualmente, en esta región se evidenciaron altos registros de larvas (1977 larvas/100 m³), conjuntamente con los mayores índices ecológicos (S =9 spp; H' =1,75 bits/inds y J' =0,76) determinados durante este estudio. Se detectaron diferencias estadísticamente significativas en la distribución espacial de huevos y larvas de peces en el caño Mánamo, así como también en sus índices ecológicos (Tabla 2).

Entre las épocas de sequía y lluvia no evidenciaron diferencias estadísticamente significativas para las variables ambientales, a excepción de la temperatura (U =304,00; p <0,05***). Se estableció una relación positiva (R² =0,80; y =17,92x - 58,64) entre las

densidades de larvas y los registros de precipitación (Fig. 2). Los análisis demostraron que existen diferencias estadísticamente significativas en la distribución temporal de larvas de peces en el caño Mánamo (Tabla 3).

El análisis de similitud (ANOSIM) reveló que existen diferencias estadísticas en la abundancia de larvas de peces entre las tres regiones (R =0,236; p =0,001) del delta del Orinoco en el caño Manano (Tabla 4). Sin embargo, no se observaron diferencias estadísticas en la abundancia de las especies de larvas de peces entre las épocas (R =0,006; p =0,312).

El análisis SIMPER identificó pocas especies responsables de aportar similitud dentro de cada región y evidenció que Engraulidae sp. 1 fue el principal contribuyente de similitud (DS =88,58%; DM =76,23%; DI =43,45 %) en las tres regiones (Tabla 5). Las disimilitudes que ocasionaron las especies por las diferencias de abundancia mostraron los mayores valores entre las regiones DM-DI (72,19) y 10 especies contribuyeron al 92,15% de disimilitud (Tabla 6).

El ordenamiento nMDS (Fig. 3) presentó un coeficiente de Stress de 0,11; indicando que la gráfica resultante es útil para ser interpretada (CLARKE & WARWICK 2001). Se observó una tendencia de agrupamiento de las estaciones por región y evidencia la disimilitud de las larvas entre las regiones. Pero acorde con el valor R (0,236) del ANOSIM, la separación no es completa y se presenta solapamiento (CLARKE & WARWICK 2001). Se revelan conglomerados de especies de larvas de peces que sólo se encuentran en DS y DM, conglomerados de especies de larvas en DI y pequeños grupos aislados de especies de larvas del DI.

El análisis de correspondencias canónica (ACC) entre las asociaciones de larvas de peces, los índices comunitarios y las variables ambientales en el caño Mánamo, reveló un 92,96% de la variación explicada por los dos primeros componentes (Tabla 7). Las variables continuas que presentaron mayor asociación con la distribución de las comunidades de larvas de peces (Fig. 4) a lo largo del caño Mánamo fueron: la salinidad (0,92), el oxígeno disuelto (0,69) y la precipitación (0,74).

DISCUSIÓN

En las últimas décadas, se ha desarrollado un creciente interés en los estudios ictioplanctónicos, principalmente en la identificación de las áreas de reproducción y los sitios de crecimiento. La localización de estas áreas constituye uno de los datos más precisos para optimizar

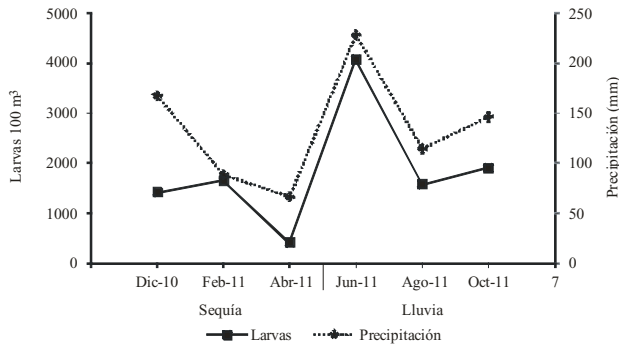


Fig. 2. Variación promedio mensual de la densidad de larvas de peces y los registros mensuales de la precipitación en el caño Mánamo, delta del Orinoco, desde diciembre de 2010 hasta octubre de 2011.

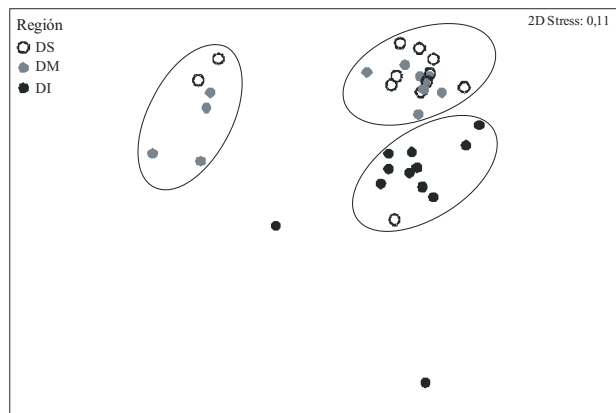


Fig. 3. Ordenación nMDS mostrando los agrupamientos de las comunidades de larvas de peces para las tres regiones en el caño Mánamo, delta del Orinoco, desde diciembre de 2010 hasta octubre de 2011.

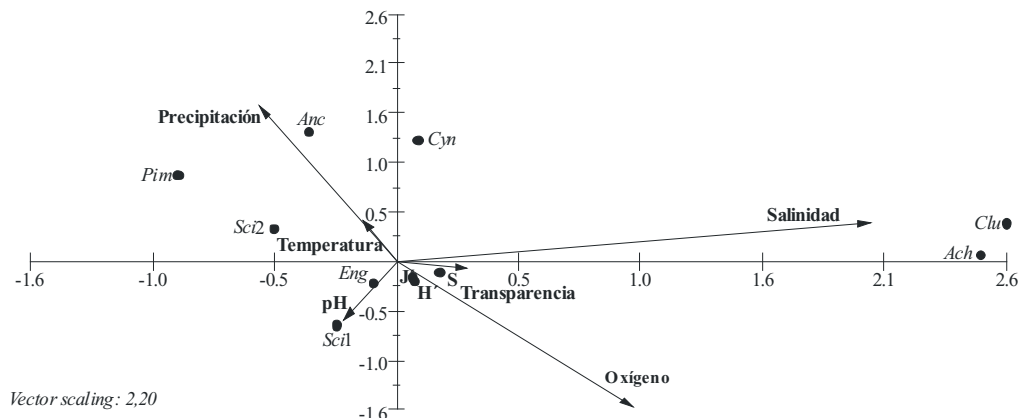


Fig. 4. Proyección ortogonal de los dos primeros componentes del análisis de correspondencias canónica entre la comunidad de larvas de peces, los índices comunitarios y las variables ambientales en el caño Mánamo, delta del Orinoco, desde diciembre de 2010 hasta octubre de 2011. Especies: ● Clupeidae sp. 1 (Clu); Engraulidae sp. 1 (Eng); *Anchoa* sp. (*Anc*); Sciaenidae sp. 1 (Sc1); Sciaenidae sp. 2 (Sc2); *Cynoscion* sp. (*Cyn*); Pimelodidae sp. 1 (Pim) y *Achirus achirus* (*Ach*). Índices ecológicos: Riqueza específica (S), Diversidad Shannon-Wiener (H') y el índice de equidad de Lloyd & Ghelardi (J').

el aprovechamiento de los recursos hídricos, tornándose en una contribución tanto para la ictiología como para la biología pesquera (NAKATANI *et al.* 1997; BAUMGARTNER *et al.* 2004; BONECKER *et al.* 2009; GILBY *et al.* 2017; RAMOS *et al.* 2017).

La comunidad ictioplanctónica del caño Mánamo en el delta del Orinoco establecida durante esta investigación estuvo conformada principalmente por Engraulidae, Clupeidae (Clupeiformes), Sciaenidae (Perciformes), Pimelodidae (Siluriformes) y Achiridae (Pleuronectiformes), coincidiendo con algunas de las familias más conspicuas señaladas en los estudios de pesquerías en el caño Mánamo (LASSO *et al.* 2008; LASSO & SÁNCHEZ-DUARTE 2011). Asimismo, la composición ictioplanctónica en el río Caeté (norte de Brasil) estuvo conformada por las mismas familias Sciaenidae (46,5%), Engraulidae (41,9%), Achiridae (3%), Clupeidae (2,8%) y Pimelodidae (2,1%) (BARLETTA-BERGAN *et al.* 2002). En el estuario de Curuçá (norte de Brasil) SARPEDONTI *et al.* 2008 señalaron a las familias Engraulidae (60%), Sciaenidae (18%) y Clupeidae (13%) como dominantes. Igualmente, para el estuario de Taperaçú (desembocadura del río Caeté) COSTA *et al.* (2011) reportaron las mismas familias, coincidiendo con las señaladas en este informe. Lo anterior podría ser atribuido a la uniformidad sugerida por CERVIGÓN (1985) en la ictiofauna desde el Golfo de Paria y sur de Trinidad hasta el río Amazonas.

La uniformidad en la ictiofauna se caracteriza por la existencia de una gran área estuarina producto del aporte fluvial de los ríos Orinoco, Esequibo, Copenname,

Tabla 1. Lista de larvas colectadas en el caño Mánamo, delta del Orinoco desde diciembre 2010 hasta octubre 2011. Frecuencia de ocurrencia (FO %) y abundancia relativa (AR) de las larvas peces, por región y por época. Regiones: delta superior (DS), delta medio (DM) y delta inferior (DI).

Grupos Taxonómicos	DS		DM		DI		Sequía		Lluvia	
	FO	AR	FO	AR	FO	AR	FO	AR	FO	AR
Clupeiformes										
Clupeidae										
Clupeidae sp. 1	8,33	0,45	0,00	0,00	83,33	7,85	27,78	2,76	33,33	4,77
Engraulidae										
Engraulidae sp. 1	83,33	90,26	66,67	59,01	83,33	84,32	83,33	87,77	72,22	76,47
<i>Anchoa</i> sp.	16,67	1,31	33,33	39,08	8,33	1,75	11,11	6,67	27,78	12,00
Pristigasteridae										
<i>Pellona flavipinnis</i>	0,00	0,00	8,33	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	5,56	0,00
Perciformes										
Carangidae										
<i>Oligoplites</i> sp.	0,00	0,00	8,33	0,01	58,33	0,15	27,78	0,16	16,67	0,04
Centropomidae										
<i>Centropomus</i> sp.	0,00	0,00	0,00	0,00	8,33	0,01	5,56	0,01	0,00	0,00
Gobiidae										
Gobiidae sp. 1	16,67	0,07	0,00	0,00	25,00	0,08	5,56	0,03	22,22	0,07
Gobiidae sp. 2	0,00	0,00	0,00	0,00	16,67	0,54	11,11	0,30	0,00	0,00
<i>Gobionellus oceanicus</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	8,33	0,01	5,56	0,01	0,00	0,00
Sciaenidae										
Sciaenidae sp. 1	16,67	0,71	16,67	0,09	16,67	0,54	22,22	0,96	11,11	0,27
Sciaenidae sp. 2	50,00	1,65	41,67	0,73	16,67	0,17	22,22	0,22	50,00	0,86
<i>Cynoscion</i> sp.	16,67	0,02	8,33	0,15	33,33	2,67	16,67	0,18	22,22	1,95
<i>Larimus breviceps</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	8,33	0,11	0,00	0,00	5,56	0,08
Scombridae										
<i>Scomberomorus brasiliensis</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	8,33	0,01	5,56	0,01	0,00	0,00
Pleuronectiformes										
Achiridae										
<i>Achirus achirus</i>	0,00	0,00	16,67	0,03	83,33	2,10	38,89	0,77	27,78	1,23
Siluriformes										
Pimelodidae										
Pimelodidae sp. 1	8,33	5,44	41,67	0,72	0,00	0,00	5,56	0,01	27,78	2,16
Syngnathiformes										
Syngnathidae										
<i>Microphis brachyurus</i>	8,33	0,01	3,33	0,13	8,33	0,05	11,11	0,03	22,22	0,07
Tetraodontiformes										
Diodontidae										
<i>Chilomycterus antillarum</i>	25,00	0,07	8,33	0,03	33,33	0,02	27,78	0,09	16,67	0,01

Tabla 2. Resultados de los test de Kruskal-Wallis (K) aplicado a las variables bióticas, abióticas e índices ecológicos por región en caño Mánamo, delta del Orinoco, desde diciembre 2010 hasta octubre 2011. Regiones: delta superior (DS), delta medio (DM) y delta inferior (DI).

Variables	Región			Kruskall-Wallis (K)
	DS	DM	DI	
Huevos (100 m ³)	0,00 (0,00-0,00)	0,00 (0,00-1,00)	1,00 (0,00-346,00)	P <0,05***
Larvas (100 m ³)	59,00 (8,00-1764,00)	230,00 (21,00-948,00)	367,00 (2,00-1977,00)	P <0,05***
Temperatura (°C)	29,35 (28,30-31,90)	29,50 (27,90-31,30)	29,25 (27,60-30,70)	P >0,05
Salinidad (PSU)	0,00 (0,00-7,55)	0,05 (1,56-7,41)	5,40 (1,60-13,10)	P <0,05***
Oxígeno (mg/l)	4,35 (1,80-7,55)	3,67 (1,56-7,41)	4,04 (1,44-6,68)	P >0,05
pH	7,00 (6,50-8,00)	7,00 (6,60-8,00)	7,55 (6,30-9,00)	P >0,05
Transparencia (m)	0,43 (0,21-1,00)	0,49 (0,20-1,16)	0,47 (0,25-1,00)	P >0,05
Riqueza específica (S)	2,00 (2,00-5,00)	4,00 (1,00-4,00)	5,00 (1,00-9,00)	P <0,05***
Índice de diversidad (H')	0,22 (0,00-1,10)	0,08 (0,00-1,15)	0,80 (0,00-1,75)	P <0,05***
Índice de equidad (J')	0,22 (0,00-0,50)	0,05 (0,00-0,57)	0,37 (0,00-0,76)	P <0,05***

Mediana
(Mínimo-Máximo)

Suriname y Amazonas (CERVIGÓN 1985). De hecho investigaciones recientemente sobre la ictiofauna en estuario del río Caeté (MARCENIUK *et al.* 2017), señalan que la costa norte del Brasil está bien definida biogeográficamente y es determinada por la influencia de los ríos Orinoco y Amazonas. Las plumas de ambos ríos constituyen una barrera costera formada por la descarga de agua dulce y sedimentos que alteran las propiedades físico-químicas de las aguas costeras desde Venezuela hasta el norte de ese país (BRIGGS 1995). Según CERVIGÓN (1985), la similitud está vinculada en mayor o menor grado a las áreas estuarinas, y se hace patente hasta el sur de Brasil en el caso de algunas familias como Engraulidae y Sciaenidae, pero no en otras pertenecientes al orden Siluriformes (bagres), más directamente relacionados a las aguas dulces o con baja salinidad y cuya distribución se extiende solamente hasta el Amazonas.

En el caño Mánamo la composición taxonómica larvaria se caracterizó por el predominio de los Clupeiformes a lo largo del mismo y en ambas épocas de estudio. Resultados similares fueron reportados para el estuario

de Mahury en la Guyana Francesa (ROUSSEAU *et al.* 2018) donde más de un tercio de la comunidad ictiopláctónica estuvo conformada por Engraulidae. Posiblemente, esto se deba a que la fecundidad media suele ser bastante elevada para muchas especies de este orden y en algunos casos, experimentan desoves continuos (CERVIGÓN 1991). En consecuencia, la alta tasa de fecundidad de los Clupeiformes permitiría explicar la gran abundancia de larvas tanto de Engraulidae como de Clupeidae en el caño Mánamo. Posiblemente, las altas densidades de larvas de Engraulidae reportadas para los DS, DM y DI influyeron en la similitud ictiopláctónica revelada para el caño.

Los miembros de la familia Engraulidae realmente son muy similares en las primeras etapas de vida, debido a que sus caracteres merísticos y morfométricos aún no están bien definidos. Por lo cual, SARPEDONTI *et al.* 2008 sugieren el uso de herramientas genéticas moleculares para lograr la identificación taxonómica de las larvas. Lo anterior con el propósito de mejorar los resultados limitados taxonómicamente, que generan cierta pérdida de información sobre la biología y ecología del taxón especie.

Tabla 3. Resultados de los test de Mann Whitney-Wilcoxon (U) aplicado a las variables bióticas, abióticas e índices ecológicos por época en caño Mánamo, delta del Orinoco, desde diciembre 2010 hasta octubre 2011. Épocas: sequía y lluvia.

Variables	Época		Mann Whitney-Wilcoxon (U)
	Sequía	Lluvia	
Huevos (100 m ³)	0,00 (0,00-101,00)	0,00 (0,00-346,00)	P >0,05
Larvas (100 m ³)	113,00 (2,00-1764,00)	384,00 (21,00-1977,00)	P <0,05***
Temperatura (°C)	28,90 (27,60-29,70)	30,10 (28,80-31,90)	P <0,05***
Salinidad (PSU)	0,10 (0,00-11,60)	0,05 (0,00-13,10)	P >0,05
Oxígeno (mg/l)	3,90 (2,77-5,77)	5,037 (1,44-7,55)	P >0,05
pH	7,21 (6,30-9,00)	7,00 (6,50-8,00)	P >0,05
Transparencia (m)	0,43 (0,20-1,00)	0,43 (0,20-1,16)	P >0,05
Riqueza específica (S)	4,00 (1,00-9,00)	4,00 (1,00-4,00)	P >0,05
Índice de diversidad (H')	0,55 (0,00-1,75)	0,08 (0,00-1,52)	P >0,05
Índice de equidad (J')	0,11 (0,00-0,76)	0,23 (0,00-0,65)	P >0,05

Tabla 4. Resultados de la prueba por pares del análisis de similitud (ANOSIM) de las comunidades de larvas de peces en caño Mánamo, delta del Orinoco, desde diciembre 2010 hasta octubre 2011. Regiones: delta superior (DS), delta medio (DM) y delta inferior (DI).

Regiones	R	Nivel de significancia (p)
DS-DM	-0,005	0,416
DS-DI	0,379	0,001
DM-DI	0,370	0,001

Evidentemente el gradiente salino determina la distribución espacial en los diversos ambientes longitudinales del caño, que a su vez determinó la presencia de algunas especies de larvas de peces en las tres regiones estudio. Estas preferencias del ictioplancton pudieran estar asociadas a requerimientos fisiológicos u ontogénicos, distintivos para cada especie. En este particular, se observaron larvas de Pimelodidae sp. 1 (bagres) sólo en los DS y DM donde las salinidades fueron nulas o mínimas, es de acotar que los miembros de esta familia son dulceacuícolas (LASSO *et al.* 2010). Igualmente se reportaron larvas de esta familia en los estuario superior y medio del río Caeté (BARLETTA-BERGAN *et al.* 2002).

Por su parte, larvas de *Achirus achirus* (lenguado) sólo estuvieron presentes en el DI donde se registraron los mayores valores de salinidad. CERVIGÓN (1996) señala que esta especie es común y a veces muy abundante en el DI del Orinoco y aguas salobres adyacentes. Muchas especies de Pleuronectidae son estuarino dependientes o marino independientes, las primeras necesitan del estuario para desarrollar un estadio de su ciclo de vida y las segundas no necesariamente requieren del estuario para completar su ciclo de vida (DAY *et al.* 1989, 2013; ROUSSEAU *et al.* 2018). La preferencia de *A. achirus* por aguas salobres y marinas se comprobó en los análisis por la fuerte relación que presentó esta especie con la salinidad.

En el DI se observaron principalmente zonas de manglares, los cuales se han relacionado con sitios de refugio y alimento para muchos organismos (DAY *et al.* 1989, 2013; SARPEDONTI *et al.* 2008; MÉRIGOT *et al.* 2017; ROUSSEAU *et al.* 2018). La alta densidad de huevos y larvas de peces en el DI seguramente está relacionado a sus preferencia por áreas poco profundas y ricas en nutrientes con corrientes reducidas, lo cual enfatiza la importancia de los manglares como áreas de cría para estos organismos.

Tabla 5. Resultados del análisis SIMPER para el porcentaje de similitud y contribución de las comunidades de larvas de peces en caño Mánamo, delta del Orinoco, desde diciembre 2010 hasta octubre 2011. Regiones: delta superior (DS), delta medio (DM) y delta inferior (DI).

Regiones	Especies	Abund. Prom.	Sim. Prom.	Sim./SD	% Contri.	% Acum.
DS (44,70)	Engraulidae sp. 1	4,35	39,60	1,29	88,58	88,58
	Sciaenidae sp. 2	1,21	3,90	0,50	8,73	97,31
DM (39,07)	Engraulidae sp. 1	4,02	29,79	0,83	76,23	76,23
	<i>Anchoa</i> sp.	1,98	4,44	0,31	11,37	87,60
	Sciaenidae sp. 2	0,84	2,06	0,39	5,27	92,87
DI (48,74)	Engraulidae sp. 1	5,27	21,18	1,39	43,45	43,45
	Clupeidae sp. 1	3,54	15,23	1,37	31,24	74,69
	<i>Anchoa</i> sp.	2,23	7,61	1,21	15,61	90,29

(Promedio de similitud). Abundancia promedio (Abund. Prom.), Similitud promedio (Sim. Prom.), Desviación estándar (SD), Porcentaje de contribución (% Contri.), Porcentaje acumulado (% Acum.)

LAPRISE & DODSON (1990, 1993) establecen que los mecanismos que generan variabilidad ambiental para los animales estuarinos pueden reducirse a dos componentes. El primero corresponde a la presencia de gradientes longitudinales y verticales de los parámetros físico-químicos. El segundo es dinámico y corresponde a la circulación de los animales frente a los gradientes espaciales producto de la variabilidad ambiental. El ictioplancton puede ser transportado por las corrientes de marea y se mueven aguas arriba y aguas abajo, de acuerdo con el desplazamiento de estas masas de aguas, lo que fortalece la argumentación para la ocurrencia de mayores concentraciones de huevos y larvas en el DI.

Especies como Engraulidae sp. 1, Sciaenidae sp. 2 y *Cynoscion* sp. estuvieron presentes a lo largo del caño Mánamo y durante las dos épocas de estudio, afrontando principalmente cambios de salinidad. Ciertamente, algunos autores señalan a estas especies en ambientes dulceacuícolas, estuarios y marino-estuarinos (DAY *et al.* 1989, 2013; BARLETTA *et al.* 2008; MACEDO-SOARES *et al.* 2009; ROUSSEAU *et al.* 2018).

Para el delta del Orinoco se han señalado alrededor de 23 especies de Sciaenidae (LASSO & SÁNCHEZ-DUARTE 2011). Entre ellas, existen especies que pueden ser clasificadas como dulceacuícolas, dulceacuícolas ocasionales, estuarinas, estuarinas ocasionales y marinas (ELLIOTT *et al.* 2007). Esta familia de peces tolera amplios rangos de salinidad, lo cual les permite habitar estuarios fuertemente afectados por agua dulce (BONECKER *et al.* 2007). Los Sciaenidae comúnmente se establecen en los estuarios neotropicales (CAMARGO & ISAAC 2005), lo que

explicaría la presencia de Sciaenidae sp. 2 y *Cynoscion* sp. en las tres regiones estudiadas del caño durante las dos épocas de estudio.

Los resultados indican cierta segregación de algunos grupos de especies a determinados hábitats que presenten las condiciones idóneas para satisfacer demandas nutricionales y fisiológicas. Indiscutiblemente los análisis demuestran que los factores espaciales (longitudinales) afectan más la distribución de las especies, de acuerdo con el concepto de continuum (RICKLEFS 1998; RONDON & PETRERE 2007). De hecho, se observó que la presencia de algunas especies de larvas de peces varió a lo largo del caño de acuerdo con las variables ambientales, principalmente debido al gradiente salino.

En cuanto a la dinámica temporal del ictioplancton se comprobó que durante la época de lluvia se incrementó significativamente el número de individuos. En este sentido, los estudios ictioplanctónicos realizados en zonas estuarinas de regiones tropicales y subtropicales (BARLETTA *et al.* 2008; SAPERDONTI *et al.* 2008; JAYACHANDRA *et al.* 2013; RAMOS *et al.* 2017; ROUSSEAU *et al.* 2018) coinciden en que la salinidad es el factor determinante en la distribución espacial de algunas especies de peces, mientras que factores como la lluvia, la temperatura y el oxígeno disuelto determinan la distribución temporal.

Los Pimelodidae presentan reproducción sincrónica, regida por el ciclo hidrológico del ambiente. La maduración ocurre al inicio de la temporada de lluvias cuando las aguas suben, momento aprovechado por los bagres maduros para la dispersión de sus productos

Tabla 6. Resultados del análisis SIMPER para el porcentaje de disimilitud de las comunidades de larvas de peces entre las regiones del caño Mánamo, delta del Orinoco, desde diciembre 2010 hasta octubre 2011. Regiones: delta superior (DS), delta medio (DM) y delta inferior (DI).

Entre Regiones	Especies	Abund. Prom.	Abund. Prom.	Disim. Prom.	Disim./SD	% Contri.	% Acum.
DS-DM (57,84)		DS	DM				
	Engraulidae sp. 1	4,35	4,02	18,27	1,44	31,59	31,59
	<i>Anchoa</i> sp.	0,67	1,98	12,57	0,76	21,73	53,33
	Sciaenidae sp. 2	1,21	0,84	7,72	1,14	13,35	66,67
	Pimelodidae sp.1	0,51	0,88	6,02	0,78	10,40	77,08
	Sciaenidae sp. 1	0,40	0,24	3,20	0,52	5,53	82,60
	<i>Microphis brachyurus</i>	0,06	0,37	2,04	0,68	3,53	86,14
	Clupeidae sp. 1	0,30	0,00	1,91	0,30	3,31	89,44
	<i>Chilomycterus antillarum</i>	0,25	0,09	1,79	0,56	3,09	92,54
DS-DI (68,34)		DS	DI				
	Clupeidae sp. 1	0,30	3,54	14,55	1,78	21,29	21,29
	Engraulidae sp. 1	4,35	5,27	14,46	0,95	21,16	42,45
	<i>Achirus achirus</i>	0,00	2,23	8,86	1,54	12,97	55,42
	Sciaenidae sp. 2	1,21	0,34	5,27	0,88	7,71	63,13
	<i>Cynoscion</i> sp.	0,12	1,32	5,16	0,71	7,56	70,69
	<i>Anchoa</i> sp.	0,67	0,48	4,06	0,50	5,94	76,63
	<i>Oligoplites</i> sp.	0,00	0,85	3,52	1,08	5,16	81,79
	Sciaenidae sp. 1	0,40	0,52	3,37	0,52	4,94	86,73
	Gobiidae sp. 1	0,23	0,37	1,92	0,63	2,80	89,53
Gobiidae sp. 2	0,00	0,41	1,66	0,41	2,43	91,96	
DM-DI (72,19)		DM	DI				
	Clupeidae sp. 1	0,00	3,54	14,58	1,96	20,20	20,20
	Engraulidae sp. 1	4,02	5,27	14,44	0,93	20,01	40,21
	<i>Anchoa</i> sp.	1,98	0,48	8,85	0,67	12,26	52,47
	<i>Achirus achirus</i>	0,12	2,23	8,31	1,55	11,51	63,97
	<i>Cynoscion</i> sp.	0,21	1,32	5,21	0,72	7,22	71,20
	Sciaenidae sp. 2	0,84	0,34	3,88	0,79	5,38	76,57
	<i>Oligoplites</i> sp.	0,06	0,85	3,37	1,12	4,67	81,25
	Pimelodidae sp.1	0,88	0,00	3,33	0,70	4,61	85,86
	Sciaenidae sp. 1	0,24	0,52	2,74	0,53	3,80	89,66
	<i>Microphis rachyurus</i>	0,37	0,18	1,79	0,68	2,49	92,15

Abundancia promedio (Abund. Prom.), Disimilitud promedio (Disim. Prom.), Desviación estándar (SD), Porcentaje de contribución (% Contri.), Porcentaje acumulado (% Acum.)

reproductivos (ESCOBAR & TAPHORN 2006; SILVA-ACUÑA & BARRIOS 2013). Los análisis evidenciaron la estrecha relación de Pimelodidae sp. 1 con la precipitación, y ratifica que las lluvias son el detonante para que diversas especies de peces inicien la reproducción, principalmente del orden Siluriformes (AGOSTINHO *et al.* 2003; ESCOBAR & TAPHORN 2006; MONTOYA *et al.* 2011; SILVA-ACUÑA & BARRIOS 2013). En este sentido, consecutivamente al desove la ocurrencia de larvas producto del desarrollo ontogénico. Por otra parte, *A. achirus* se reproduce entre julio y septiembre (LASSO & SÁNCHEZ-DUARTE 2011). Lo anterior justificaría

el incremento de la abundancia de larvas de la familia Pimelodidae en los DS y DM y de *A. achirus* en el DI durante la época de lluvia (junio-octubre).

Es importante señalar que después del desove, los huevos y larvas de muchas especies de peces en estadios iniciales de desarrollo son transportados pasivamente por las corrientes a los sitios de alimentación y crecimiento, o lagunas marginales a lo largo del río que funcionan como criaderos y hacen posible su desarrollo. Por consiguiente, la deriva de huevos y larvas es de gran importancia en el ciclo de vida de los peces, porque permite la dispersión

de los individuos en estos ambientes y aumenta las posibilidades de supervivencia de las especies (OLIVERA & ARAUJO-LIMA 1998; DAY *et al.* 2013; RAMOS *et al.* 2017). En consecuencia, las precipitaciones y probablemente la deriva serían los factores determinantes de los mayores valores de densidades tanto de huevos como de larvas de peces en el DI durante la época de lluvia en este estudio.

Los cambios estacionales en las comunidades de peces estuarinos han sido atribuidos a una combinación de fluctuaciones temporales de la abundancia de peces inducida por la lluvia, la reproducción y el reclutamiento de especies dulceacuícolas, estuarinas y marinas (BARLETTA *et al.* 2005, 2008; ROUSSEAU *et al.* 2018). La repercusión de las lluvias en las variables hidrológicas genera alteraciones en los patrones fisiológicos y conductuales de los peces, tal como lo han señalado diversos autores (VAZZOLER 1996; WINEMILLER & JEPSEN 1998; WOOTTON 1998; LOWE-McCONNEL 1999; GOGOLA *et al.* 2013; RAMOS *et al.* 2017).

Por lo tanto, la dinámica de las larvas de peces contribuye significativamente al entendimiento de la ecología de poblaciones, dado que ella puede indicar la biomasa del stock desovante y el posterior reclutamiento al stock adulto (REYNALTE-TATAJE *et al.* 2008; MÉRIGOT *et al.* 2017). Además, el desarrollo inicial de los peces es particularmente vulnerable y está influenciado por los procesos físicos y biológicos. En realidad, diversos factores se han relacionado con la supervivencia y distribución del ictioplancton (*e.g.*: condiciones hidrológicas, procesos de transporte, variabilidad estacional, patrones de desove de los adultos, disponibilidad de alimento) (BAUMGARTNER *et al.* 2008; BONECKER *et al.* 2009; GOGOLA *et al.* 2013; PAIGHAMBARI *et al.* 2017; RAMOS *et al.* 2017).

En este sentido, en el caño Mánamo se desarrollan actividades como la pesca, la extracción de hidrocarburos y además está el hecho del cierre del caño. Lo antes mencionado, aunado al cambio climático global, pudieran afectar la comunidad ictioplanctónica del caño. De allí, la importancia de contar con estudios de referencia para el futuro, debido a que los efectos del clima en las poblaciones de peces pueden también mostrar tendencias a largo plazo en las poblaciones del ictioplancton (JAYACHANDRA *et al.* 2013; KOMOROSKE *et al.* 2014; PAIGHAMBARI *et al.* 2017). Además, los organismos de menores niveles tróficos pueden ser más sensibles al efecto de las perturbaciones ambientales, más rápidamente que los de mayores niveles tróficos. Sin embargo, los estadios de vida temprana ambientalmente sensibles pueden compensarlo a través

de mecanismos denso dependientes. De allí que, el conocimiento de la dinámica de las comunidades del ictioplancton es importante en el discernimiento de los cambios en los grupos de peces del delta del Orinoco.

AGRADECIMIENTO

Los autores agradecemos a TOTAL GAS & OIL en Venezuela por el financiamiento de esta investigación (“Caracterización bioecológica de la ictiofauna dulceacuícola, estuarina y marina de los caños Mánamo, Macareo y Río Grande en el delta del río Orinoco; estado Delta Amacuro”), al extraordinario equipo de trabajo del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA) Delta Amacuro por toda la colaboración.

REFERENCIAS

- AGOSTINHO, A., L. GOMES, H. SUZUKI & H. JÚLIO-JUNIOR. 2003. *Migratory fishes of the upper Paraná River basin, Brazil*. In: *Migratory fishes of South America: Biology, fisheries and conservation status*. Eds. J. Carolsfeld, B. Harvey, C. Ross & A. Baer. World Bank and IDRC. Victoria, Canada. 19-99.
- AHLSTROM, E. & MOSER, H. 1981. Systematics and development of early life history stage of marine fishes: Achievements during the past century, present status and suggestions for the future. *Rapp. P. V. Reun. Cons. Int. Explor. Mer.* 178: 541-546.
- BARLETTA-BERGAN, A., M. BARLETTA & U. SAINT-PAUL. 2002. Structure and seasonal dynamics of larval fish in the Caeté river estuary in north Brazil. *Estuar. Coast. Shelf S.* 54: 193-206.
- BARLETTA, M., A. BARLETTA-BERGAN, U. SAINT-PAUL & G. HUBOLD. 2003. Seasonal changes in density, biomass and diversity of estuarine fishes in tidal mangrove creeks of the lower Caeté Estuary (northern Brazilian coast, east Amazon). *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 256: 217-228.
- BARLETTA, M., A. BARLETTA-BERGAN, U. SAINT-PAUL, & G. HUBOLD. 2005. The role of salinity in structuring the fish assemblages in a tropical estuary. *J. Fish Biol.* 66: 45-72.
- BARLETTA, M., C. AMARAL, M. CORREAS, F. GUEBERTS, D. DANTAS, L. LORENZI & U. SAINT-PAUL. 2008. Factors affecting seasonal variations in demersal fish assemblages at an ecotone in a tropical-subtropical estuary. *J. Fish Biol.* 73: 1314-1336.
- BAUMGARTNER, G., K. NAKATANI, L. GOMES, A. BIALETZKI, P. SANCHES & M. MAKRAKIS. 2004. Identification of

- spawning site and natural nurseries of fishes in the upper Paraná River, Brazil. *Environ. Biol. Fish.* 71: 115-125.
- BAUMGARTNER, G., K. NAKATANI, L. GOMES, A. BIALETZKI, P. VANDELEI & M. CAVICCHIOLI. 2008. Fish larvae from the upper Paraná River: Do abiotic factors affect larval density? *Neotrop. Ichthyol.* 6(4): 551-558.
- BONECKER, A., M. SALUSTIANO, C. PEREIRA, F. BONECKER & F. GOMES. 2007. Larval fish composition of tropical estuary in northern Brazil (2°18'-2°47' S/ 044°20'-044°25' W) during the dry season. *PanamJAS* 2(3): 235-241.
- BONECKER, F., M. CASTRO & F. BONECKER. 2009. Larval fish assemblage in a tropical estuary in relation to tidal cycle, day/night and seasonal variations. *PanamJAS* 4(2): 239-246.
- BRIDA, S., M. SRINIVASAN & S. BALAKRISHNAN. 2010. Studies on diversity of fin fish larvae in Vellar Estuary, Southeast Coast of India. *World J. Fish & Marine Sci.* 2(1): 44-50.
- BRIGGS, J. 1995. *Global biogeography*. 1st edition. New York, USA. Elsevier Science. 451 pp.
- CAMARGO, M & V. ISAAC. 2005. Reproductive biology and spatio-temporal distribution of *Stellifer rastrifer*, *Stellifer naso* and *Macrodon ancylodon* (Sciaenidae) in the Caetén estuary, northern Brazil. *Braz. J. Oceanogr.* 53(1/2): 13-21.
- CANALES, H. 1985. La cobertura vegetal y el potencial forestal del Territorio Federal Delta Amacuro (Sector norte del río Orinoco). Informe técnico, M.A.R.N.R. División del Ambiente. Sección de Vegetación. Caracas, Venezuela.
- CERVIGÓN, F. 1985. *Ichthyofauna de las aguas costeras estuarinas del delta del río Orinoco en la costa atlántica occidental: Caribe*. En: *Fish community ecology in estuaries and coastal lagoons toward an ecosystem integration*. Yañes-Arancibia, A. (Ed.) UNAM. México. 57-58.
- _____. 1991. *Los peces marinos de Venezuela*. Volumen I. 2^{da} edición. Fundación Científica Los Roques. Caracas, Venezuela. 425 pp.
- _____. 1996. *Los peces marinos de Venezuela*. Volumen IV. 2^{da} edición. Fundación Científica Los Roques. Caracas, Venezuela. 254 pp.
- CLARKE, K. 1993. Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure. *Aust. J. Ecol.* 18: 117-143.
- _____. & R. GORLEY. 2006. *PRIMER v.6. User manual/tutorial*. Plymouth PRIMER-E Ltd. 190 pp.
- _____. & R. WARWICK. 2001. *Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation*. 2nd edition. PRIMER-E Plymouth.
- COSTA, A., K. DA COSTA, L. PEREIRA, M. SAMPAIO & R. DA COSTA. 2011. Dynamics of hydrological variables and the fish larva community in an Amazonian estuary of northern Brazil. *J. Coastal Res.* 64: 1960:1964.
- DAY, J., C. HALL, M. KEMP & A. YAÑEZ-ARANCIBIA. 1989. *Estuarine Ecology*. John Wiley & Sons, Inc., New York, USA. 558 pp.
- DAY, J., B. CRUMP, M. KEMP & A. YAÑEZ-ARANCIBIA. 2013. *Estuarine Ecology*. 2nd edition. John Wiley & Sons, Inc. Publication, New Jersey, USA. 550 pp.
- ELLIOTT, M., A. WHITFIELD, I. POTTER, S. BLABER, D. CYRUS, F. NORDLIE & T. HARRISON. 2007. The guild approach to categorizing estuarine fish assemblages: A global review. *Fish Fish.* 8: 241-268.
- ESCOBAR, M. & D. TAPHORN. 2006. Manejo de las poblaciones de bagres *Pseudoplatystoma fasciatum* y *P. tigrinum* (Siluriformes, Pimelodidae) del Orinoco, a partir del análisis de variabilidad genética. *Mem. Soc. Cien. Nat. La Salle* 164: 79-100.
- 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. North. Atlant. Fish. Sci.* 4: 1-423.
- FÉLIX, F. 2012. *Ecology of Mediterranean reef fish early life history state, population connectivity and implications for marine protected areas design*. Trab. Grad. Ph. D. Universidad de Murcia, España, 210 pp.
- GILBY, B., A. OLDS, N. YABSLEY, R. CONNOLLY, P. MAXWELL & T. SCHLACHER. 2017. Enhancing the performance of marine reserves in estuaries: Just add water. *Biol. Conserv.* 210: 1-7.
- GOGOLA, T., P. SANCHES, E. GUBIANI & P. DA SILVA. 2013. Spatial and temporal variations in fish larvae assemblages of Ilha Grande National Park, Brazil. *Ecol. Freshw. Fish* 22: 95-105.

- JAYACHANDRA, P., S. BIJOY NANDAN, O. SREEDEVI & V. SANU. 2013. Influences of environmental factors on fish assemblage in the tropical estuary of south west coast of India, a case study of Kodungallur-Azhikode estuary. *Int. J. Mar. Sci.* 3(2): 4-16.
- KOMOROSKE, L., R. CONNON, J. LINDBERG, B. CHENG., G., CASTILLO, M. HASENBEIN & N. FANGUE. 2014. Ontogeny influences sensitivity to climate change stressors in an endangered fish. *Conserva. Physiol.* 2: 1-13.
- KREBS, C. 1989. *Ecological Methodology*. Harper & Collins Pub., London, UK. 654 pp.
- KRUSKAL, J. & M. WISH. 1978. *Multidimensional scaling*. Sage Publications, Beverly Hills, California, USA. 93 pp.
- LAPRISE, R. & J. DODSON. 1990. The mechanism of retention of pelagic tomcod, *Microgadus tomcod*, larvae and juveniles in the well-mixed part of the St. Lawrence Estuary. *Environ. Biol. Fish.* 29: 293-302.
- _____. 1993. Nature of environmental variability experienced by benthic and pelagic animals in the St. Lawrence Estuary, Canada. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 94: 129-139.
- LASSO, C. & D. NOVOA. 2010. *Fauna Acuática*. En: *Reserva de Biosfera delta del Orinoco, Venezuela: Síntesis de los Estudios de Línea Base*. Ministerio del Poder Popular para el Ambiente (Ed.). Proyecto GEF - PNUD - MARN VEN / 99 / G 31. Caracas, Venezuela. 96-132.
- LASSO, C. & P. SÁNCHEZ-DUARTE. 2011. *Los Peces del Delta Del Orinoco. Diversidad, bioecología, uso y conservación*. Fundación La Salle de Ciencias Naturales y Chevron C.A. Caracas, Venezuela. 500 pp.
- LASSO, C., J. USMA, F. TRUJILLO & A. RIAL. 2010. *Biodiversidad de la cuenca del Orinoco: bases científicas para la identificación de áreas prioritarias para la conservación y uso sostenible de la biodiversidad*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, WWF Colombia, Fundación Omacha, Fundación La Salle e Instituto de Estudios de la Orinoquia (Universidad Nacional de Colombia). Bogotá, D. C., Colombia. 609 pp.
- LASSO, C., O. LASSO-ALCALÁ, A. GIRALDO, P. SÁNCHEZ, K. GONZÁLEZ, J. HERNÁNDEZ & J. RODRÍGUEZ. 2008. *Peces de Macareo-Punta Pescador, delta del Orinoco*. En: *Biodiversidad animal del caño Macareo, Punta Pescador y áreas adyacentes, Delta del Orinoco*. Lasso, C. & Señaris, J. (Eds.). StatoiHydro Venezuela AS-Fundación La Salle de Ciencias Naturales. Caracas, Venezuela. 73-126.
- LOWE-McCONNEL, R. 1999. *Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais*. Editora da Universidade de São Paulo. São Paulo. 534 pp.
- MACEDO-SOARES, L., A. BIROLO & A. FREIDE. 2009. Spatial and temporal distribution of fish eggs and larvae in a subtropical coastal lagoon, Santa Catarina State, Brazil. *Neotrop. Ichthyol.* 7(2): 231-240.
- MARCENIUK, A., R. CAIRES, M. ROTUNDO, R. ALCÁNTARA & W. WOSIACKI. 2017. The ichthyofauna (Teleostei) of the Rio Caeté estuary, northeast Pará, Brazil, with a species identification key from northern Brazilian coast. *PanamJAS* 12(1): 31-79.
- MÉRIGOT, B., F. LUCENA, A. PONTES, B. PADOVIA, E. COSTA, C. BESERRA & T. FRÉDOU. 2017. Fish assemblages in tropical estuaries of northeast Brazil: A multicomponent diversity approach. *Ocean Coast. Manage.* 143: 175-183.
- MONTOYA, J., M. CASTILLO, & SÁNCHEZ L. 2011. La importancia de las inundaciones periódicas para el funcionamiento y conservación de los ecosistemas inundables de grandes ríos tropicales: Estudios en la cuenca del Orinoco. *Interciencia* 36(12): 900-907.
- MONTGOMERY, D. 1997. *Design and analysis of experiments*, 3rd edition. Wiley. New York, USA. 680 pp.
- MOSER, H., W. RICHARDS, D. COHEN, M. FAHAY, A. KENDALL & S. RICHARDSON. 1984. *Ontogeny and systematic of fishes*. American Society of Ichthyologists and Herpetologists, Special Publications. 1760 pp.
- NAKATANI, K., BAUMGARTNER, G. & CAVICCHIOLI, M. 1997. *Ecologia de ovos e larvas de peixes*. En: *A planície de inundaçã do alto rio Paraná: aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos*. Vazzoler, A., Agostinho, A. & Hahn, N. (Eds.). EDUEM. Maringá, Brasil. 281-306.
- NAKATANI, K., A. AGOSTINHO, G. BAUHNARTHER, A. BIALETZKI, P. SANCHES, M. MAKRAKIS & C. PAVANELLI. 2001. *Ovos e larvas de peixes agua doce: desenvolvimento e manual de identificação*. EDUEM. Maringá, Brasil. 378 pp.

- OLIVEIRA, E. & C. ARAUJO-LIMA. 1998. Distribuição das larvas de *Mylossoma aureum* e *M. duriventre* (Pisces: Serrasalmidae) no rio Solimões, AM. *Rev. Brasil. Biol.* 58: 349-358.
- PAIGHAMBARI, S., M. POULADI, M. PARSA, N. MEHDIPOUR, N. HAGHIGHATJOU, A. JABALEH & A. HEDAYATI. 2017. Seasonal relative abundance of fish larvae in Helleh River estuary (north of the Persian Gulf, Iran). *Biodiversitas* 18(2): 541-547.
- RAMOS S., C. PARIS & M. ANGÉLICO. 2017. Larval fish dispersal along a estuarine-ocean gradient. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 72(9): 1462-1473.
- REYNALTE-TATAJE, D., S. HERMES-SILVA, P. SILVA, A. BIALETZKI & E. ZANIBONI-FILHO. 2008. *Locais de crescimento de larvas de peixes na região do alto rio Uruguai (Brasil)*. En: *Reservatório de Itá. Estudos ambientais, desenvolvimento de tecnologia e conservação da ictiofauna*. Zaniboni-Filho, E. & A. Nuñez (Eds.). Editora UFSC. Florianópolis, Brasil. 319 pp.
- RICHARDS, W. 2005. *Early Stages of Atlantic Fishes: An Identification Guide for the Western Central North Atlantic*. CRC Press, Boca Raton, Florida, USA. 1824 pp.
- RICKLEFS, R. 1998. *Invitación a la Ecología. La economía de la naturaleza*. Editorial Médica Panamericana S. A. Buenos Aires, Argentina. 693 pp.
- RONDON, Y. & M. PETRERE. 2007. Environmental factors predicting fish community structure in two neotropical rivers in Brazil. *Neotrop. Ichthyol.* 5(1): 61-68.
- ROUSSEAU Y., F. BLANCHARD & A. GARDEL. 2018. Spatio-temporal dynamics of larval fish in a tropical estuarine mangrove: example of the Mahury river estuary (French Guiana). *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 72(2): 235-246.
- SANVICENTE-AÑORVE, L., M. SÁNCHEZ-RAMÍREZ, A. OCAÑA-LUNA, C. FLOE-COTO & U. ORDÓÑEZ-LÓPEZ. 2011. Metacommunity structure of estuarine fish larvae: the role of regional and local processes. *J. Plankton Res.* 33(1): 179-194.
- SAPERDONTI, V., E. SILVA & V. NAHUM. 2008. Ichthyoplankton variations in two mangrove creeks of the Curuçá estuary, Pará, Brazil. *Ecotrópicos* 21(1): 1-12.
- SILVA-ACUÑA, A. & A. BARRIOS. 2013. Reproductive cycle of the barred sorubim *Pseudoplatystoma fasciatum* (Linnaeus, 1766), in the upper delta of the Orinoco River, Delta Amacuro State, Venezuela. *Mar. Freshwater Res.* 65: 124-132.
- TER BRAAK, C. 1986. Canonical correspondence analysis: a new eigenvector technique for multivariate direct gradient analysis. *Ecology* 67: 1167-1179.
- _____. & F. VERDONSHOT. 1995. Canonical correspondence analysis a related multivariate methods in Aquatic Ecology. *Aquat. Sci.* 57: 255-586.
- VAZZOLER, A. 1996. *Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática*. EDUEM, Maringá, Brasil. 169 pp.
- VIEIRA, J. 1991. Juvenile Mulletts (Pisces: Mugilidae) in the Estuary of Lagoa dos Patos, RS, Brazil. *Copeia* (2): 409-418.
- WINEMILLER, K. & D. JEPSEN. 1998. Effects of seasonality and fish movement on tropical river food webs. *J. Fish Biol.* 53: 267-296.
- WOOTTON, R. 1998. *Ecology of teleost fishes*. 2nd Edition. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Netherlands. 392 pp.
- ZAR, J. 1999. *Biostatistical Analysis*. 4th edition. Prentice Hall. New Jersey, USA. 564 pp.

RECIBIDO: Septiembre 2018.
ACEPTADO: Octubre 2018.

EDAD Y CRECIMIENTO EN LA FASE LARVAL DE *Bregmaceros cantori* (MILLIKEN & HOUDE, 1984) (PISCES: BREGMACEROTIDAE), EN LA FOSA DE CARIACO, VENEZUELA.

NÚÑEZ J. GREGORIO* & MARÍN BAUMAR

Universidad de Oriente, Instituto Oceanográfico de Venezuela, Departamento de Biología Marina, Laboratorio de Ecofisiología de Peces

*E-mail: jgnp31@gmail.com

RESUMEN: Los Bregmacéridos, se encuentran entre las diez familias más abundantes, en aguas neríticas y oceánicas, con una reconocida migración vertical única en aguas anóxicas. Con el fin de evaluar aspectos poblacionales de *Bregmaceros cantori*, se realizaron ocho campañas a bordo del buque oceanográfico HNO. GUINES, entre los años 2012 y 2015. Los ejemplares se capturaron utilizando una red Bongo de 75 cm de diámetro de boca, equipada con dos mangas de 333 μm . Los calados fueron oblicuos, durante 15 min a una profundidad de 50 m. Las muestras fueron colocadas en formol al 5%. Las larvas fueron medidas, pesadas y fotografiadas. Los otolitos fueron extraídos, conservados en seco y fijados en resina termoplástica, posteriormente se pulieron, fotografiaron, midieron y realizaron el conteo de las líneas de crecimiento diario. Se capturaron 1770 individuos en diferentes fases de desarrollo ontogénico, su abundancia promedio entre los periodos fue 220 ± 124 individuos. Sus tallas estuvieron comprendidas entre los 1110,67 y 22000,00 μm Ls. Las edades estuvieron comprendidas entre 18 y 95 días. Se observó una relación positiva entre el crecimiento en tallas y el incremento del tamaño del otolito. Igualmente se observaron diferencias estadísticas en su tasa de crecimiento ($KW=44,1303$, $p=2,01643E^{-7}$), mostrando para febrero-2013 la menor tasa de crecimiento promedio retrocalculada (43,59 $\mu\text{m}/\text{día}$), y un aumento en abril-2013 (302,10 $\mu\text{m}/\text{día}$). La temperatura del agua presentó diferencias estadísticas entre los periodos de surgencia y calma ($K-W=40,3741$; $p=2,0970E^{-10}$), observándose una fuerte correlación entre ésta y la tasa de crecimiento (Spearman= 0,4944; $p=0,0002$), apreciándose que a medida que sube la temperatura la tasa de crecimiento se incrementa. *B. cantori* es una especie abundante en la fosa de Cariaco, adaptada a vivir en este ambiente extremo, el cual es usado por esta especie para cumplir con todo su ciclo vital por las condiciones ambientales óptimas que representa para su población.

Palabras claves: Mesopelágico, peces, postlarvas.

ABSTRACT: Population aspects of *Bregmaceros cantori* evaluated by otolith analysis in the Cariaco Trench, through trawls, with a Bongo net, 1770 individuals captured, measured, weighed and photographed in eight oceanographic cruises on board the *O/V HNO. GINES*, between 2012 and 2015 registered monthly average abundance of 220 ± 124 individuals; sizes between 1110.67-22000.00 μm (SL); ages of 18-95 days; positive relationship between the growth and otolith size; statistical differences in their growth rate ($KW=44.303$; $p=2.01643E^{-7}$); the lowest retro-calculated average (43.59 $\mu\text{m}/\text{day}$) in February 2013 whereas the highest (302.10 $\mu\text{m}/\text{day}$) in April 2013. The water temperature showed statistical differences between upwelling and calm periods ($KW=40.3741$; $p=2.0970E^{-10}$) and a strong correlation with the growth rate (Spearman= 0.4944; $p=0.0002$); appreciating that as temperature rises, growth rate increases. *B. cantori* is an abundant specie of the Cariaco Trench, adapted to live his entire life cycle in this extreme anoxic environment.

Key words: Mesopelagic, fishies, postlarvae.

INTRODUCCIÓN

Los peces mesopelágicos son generalmente pequeños y viven en la zona crepuscular del océano, constituyendo uno de los rasgos más característicos del océano abierto. Es probable que sean los vertebrados más abundantes de la tierra; siendo estos peces mesopelágicos uno de los componentes menos investigados del ecosistema de mar abierto. Las estimaciones de arrastre sugieren que su biomasa es de ~1000 millones de toneladas. IRIGOIEN *et al.* (2014) determinaron una biomasa 10 veces superior que la encontrada en estudio reciente (GASCUEL *et al.*

2008). Por lo que estos organismos revisten una gran importancia, debido a que proporcionan conectividad trófica y transportan carbono orgánico entre la superficie y la zona mesopelágica del Océano (IRIGOIEN *et al.* 2014).

Las primeras fases de vida de los peces mesopelágicos poseen áreas de distribución más restringidas, respecto a la de los adultos, debido a procesos hidrográficos de concentración y retención de larvas y prejuveniles, así como a migraciones verticales que les permiten permanecer en ciertas áreas (MOSER *et al.* 1987).

La Familia Bregmacerotidae es una de las diez familias más comunes y abundantes en las recolecciones ictioplanctónicas, tanto en aguas neríticas, como oceánicas, estando ampliamente representada en los mares de las regiones tropicales y subtropicales (HOUDE 1984). El género *Bregmaceros* presenta 3 especies (*B. cantori*, *B. atlanticus* y *B. macclellandi*) que han sido registradas para la fosa de Cariaco en Venezuela: (HOUDE 1981; MILLIKEN & HOUDE 1984; SAKSENA & RICHARDS 1986).

Para la determinación de la edad y el crecimiento en peces, se han utilizado distintos métodos, siendo el más utilizado el de identificación y conteo de marcas de crecimiento en los tejidos calcificados presentes en algunas estructuras duras, como los otolitos (RAMÍREZ & MARÍN 2006; MOLTSCHANIWSKYJ & CAPPO 2009; BELTRÁN *et al.* 2010 y KELLER *et al.* 2010). Dichas marcas se originan debido a factores intrínsecos y varían con el desove, el metabolismo y los cambios de residencia, así como también por componentes ambientales, como temperatura, salinidad, luz y alimento (MORALES-NIN 2000; DOWER *et al.* 2009; MILLNER *et al.* 2011). Este último método, parte del supuesto de que estos anillos se forman con frecuencia constante, y que la distancia entre anillos consecutivos es proporcional al crecimiento del pez (MORALES-NIN 1987). Los otolitos proveen una gran cantidad de información sobre la edad, tamaño, crecimiento y ontogenia diaria de estos organismos (GERARD & MALCA 2011).

En este sentido, la técnica del incremento diario fue desarrollada a comienzos de los años 70 y durante los últimos 46 años ha ganado amplia aceptación al permitir la determinación de la biocronología de los peces (CAMPANA & THORROLD 2001). La presencia de microincrementos en los otolitos de larvas de peces, ha dado apoyo a los estudios en la determinación de la edad, crecimiento, mortalidad e historia de la vida temprana de los peces (SPONAUGLE *et al.* 2009; FOLKVORD *et al.* 2010; BYSTYDZIENSKA *et al.* 2010; MEHANNA & SALEM, 2011; GUNNARSSON *et al.* 2012; WARD *et al.* 2012, DEHGHANI *et al.* 2015). Algunos trabajos previos como ARAYA *et al.* (2003) con *Trachurus symmetricus*; BALZA & MARÍN (2006) en larvas de *Sardinella aurita*; QUEIROZ DE ALBUQUERQUE *et al.* (2009) con *Micropogonias furnieri*; BROWN & SÁNCHEZ (2010) en larvas y juveniles de *Engraulis anchoita* y *Sprattus fuegensis*, han demostrado que la estructura del crecimiento en otolitos de peces tiene una base diaria.

En Venezuela, se han realizado estudios de edad y crecimiento a través del análisis de los otolitos en ciertas

especies de peces como: *Mugil curema* (MARÍN *et al.* 2003), *Sardinella aurita* (BALZA & MARÍN 2006; BALZA *et al.* 2006; RAMÍREZ & MARÍN 2006), *Xenomelaniris brasiliensis* (MARÍN *et al.* 2010), *Haemulon steindachneri* (MORALES & GONZÁLEZ 2010), y *Eucinosomus argenteus* (HERRERA-REVELES *et al.* 2012). Por otro lado, no se ha realizado ningún tipo de estudio poblacional sobre *Bregmaceros cantori*, por lo que se esperaría cambios en su abundancia y tasa de crecimiento entre periodos climáticos contrastantes de aguas frías y cálidas del nororiente de Venezuela.

METODOLOGÍA

Área de estudio

La fosa de Cariaco está ubicada al oeste de la península de Araya, estación fija (Fig. 1), costa oeste del estado Sucre (Latitud 10°30'N y Longitud 64°40'O). Es una depresión con 1400 m de profundidad aproximadamente, localizada en la plataforma continental de Venezuela, entre cabo Codera y la península de Araya, conectada con la parte sureste del Mar Caribe a través de un umbral que alcanza 140 m en su punto más profundo (OKUDA *et al.* 1974; LLANO *et al.* 1991). Ésta se caracteriza por su ambiente anóxico por debajo de los 250 m de profundidad, debido al carácter restringido de los movimientos de advección y mezcla de profundidades (ASTOR *et al.* 1998).

La colecta de las muestras planctónicas se realizó en una única estación a bordo del *B/O HNOS. GINES*, propiedad de Fundación La Salle como parte del proyecto CARIACO (FONACIT, PROYECTO 2011000353); en dos campañas por año, durante cuatro años (octubre y diciembre 2012, febrero y abril 2013, octubre y diciembre 2014 y marzo y abril 2015).

Se utilizó una red de plancton tipo Bongo de 75 cm de diámetro de boca, equipada con dos mangas (300 micras de poro). Los calados se realizaron de manera oblicua, con una duración de 15 min, a una profundidad de 50 m aproximadamente, a una velocidad constante de arrastre de 2 nudos.

Las muestras fueron concentradas usando un tamiz de 300 micras; seguidamente fueron fijadas con formaldehído al 5% en agua de mar, y almacenadas en frascos plásticos debidamente rotulados, para trasladarlas al Laboratorio de Ictioplancton del Departamento de Biología Marina del Instituto Oceanográfico de Venezuela, en donde les fue cambiado el fijador por etanol al 70% para conservar y mantener en buen estado los otolitos de las larvas y juveniles de peces.

La identificación de las larvas y prejuveniles se realizó a través de caracteres merísticos, morfométricos y descripciones morfológicas específicas, utilizando para ellos los caracteres utilizados por MILLIKEN & HOUDE (1984), RICHARDS (2005) y FAHAY (2007), correspondiéndose con una especie mesopelágica migradora vertical (MILLIKEN & HOUDE 1984). Se tomaron las siguientes medidas morfométricas: la longitud estándar (Ls), longitud total (LT). Para ello se utilizó el programa para análisis de imágenes SigmaScan Pro5. También se tomó el peso húmedo de la muestra, en una balanza analítica de cuatro decimales. Las comparaciones entre las abundancias durante los periodos de muestreo se evaluaron por medio de un análisis de Kruskal-Wallis (SOKAL & ROHLF 1997).

La relación longitud-peso se estableció a través de la relación alométrica definida por BEVERTON & HOLT (1957), en esta ecuación se compara con $b=3$ a través de un t-student (SOKAL & ROHLF 1997), ya que se considera que el peso del cuerpo varía en función a la potencia cúbica de la longitud. Si “b” no difiere de 3 significativamente, se dice que el crecimiento es isométrico, si “b” difiere de 3 se le considera alométrico, que será mayorante si “b” es mayor que 3 y minorante si “b” es menor que 3.

Se extrajeron los otolitos *sagitta* con ayuda de agujas de disección y pinzas bajo una lupa estereoscópica. La preparación de los otolitos se hizo siguiendo la

metodología de SECOR *et al.* (1992). Cada par de otolitos fue fijado en láminas porta-objetos con resina termoplástica Crystalbond™ 509, para después ser medidos (diámetro del otolito- DOto). Una vez se observasen los anillos de crecimiento diario, cada otolito fue fotografiado y mediante el sistema de análisis de imágenes SigmaScan Pro5 se procedió al conteo de los anillos de crecimiento diario, teniendo en cuenta que en condiciones normales los microincrementos tienen una base diaria (PANNELLA 1971; MOKSNESS 1992; BALZA & MARÍN 2006), y suponiendo que el primer anillo es el de eclosión; se determinó que el número de anillos contados representa el número de días de edad de cada organismo. Así mismo, se midió la anchura de cada microincremento o anillo de crecimiento en su totalidad. También se tomaron las medidas desde el núcleo hasta los anillos 13 y 25, los cuales se corresponde a la fase de crecimiento exponencial de la especie, coincidiendo con la fase postlarvaria previamente descrita (MARÍN *et al.* 1989; FLORES-COTO *et al.* 2008) para así calcular la tasa de crecimiento teórico o retrocalculada durante esa etapa (KAUFFMAN 1981; JONES 1986). Para estos cálculos se aplicó el modelo 2 descrito por GREEN *et al.* (2009).

Para determinar la duración de las distintas fases del ciclo larvario, se midieron los grosores de los anillos de crecimiento desde el primer anillo hasta el último, y la diferencia entre grupos de grosor indicó un cambio

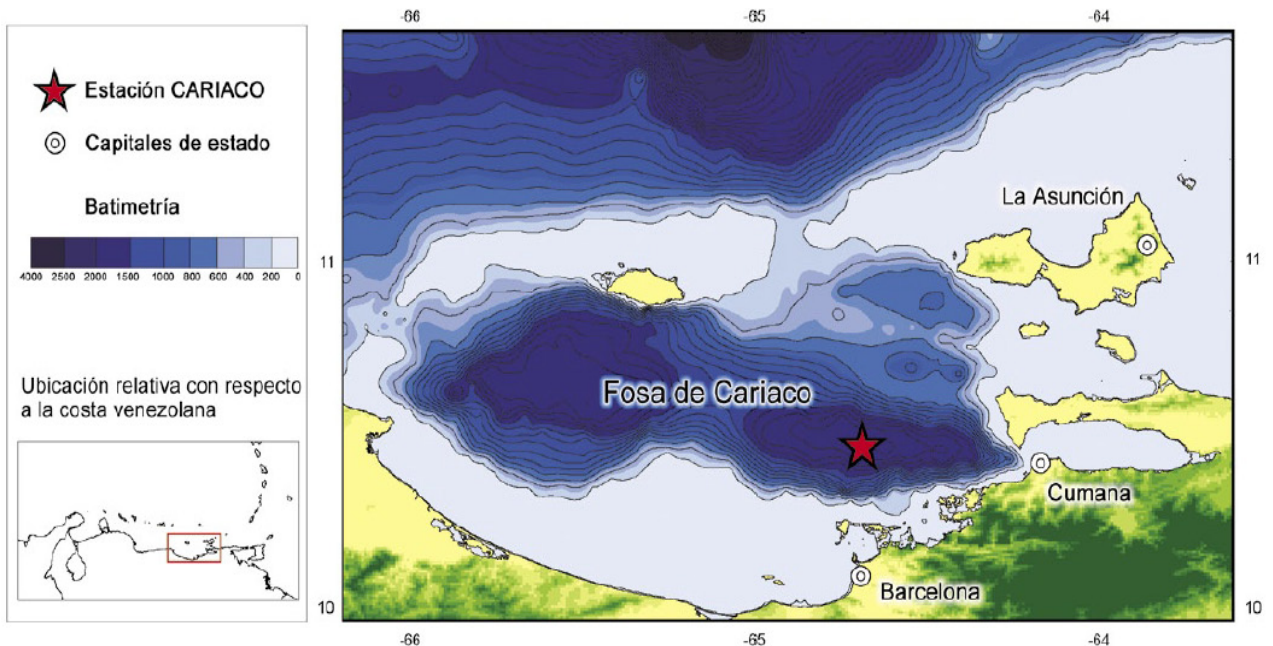


Fig. 1. Ubicación geográfica de la estación de muestreo del Proyecto Cariaco.

ontogénico dentro del ciclo de vida temprano de esta especie, utilizando la microestructura y apariencia de estos grupos de anillos (WILSON & MCKORMICK 1999; RAVENTOS & MACPHERSON 2001), que definiría en qué momento del ciclo se encuentran los individuos, es decir, cuando están en fase de prolarvas, larvas, postlarvas o prejuveniles.

Se realizó un análisis de regresión para establecer la relación morfológica entre la longitud estándar de la especie y el radio de sus otolitos. Se ajustaron los datos de L_s -R_otolito a un modelo lineal para describir el crecimiento larval (crecimiento reciente), donde la pendiente (b) de esta ecuación ($L_s = a + bR_{ot}$) describía la tasa de crecimiento promedio poblacional (mm/día) (KAUFFMAN 1981; JONES 1986).

El crecimiento retrocalculado se determinó empleando las tallas pretéritas, considerando que el tamaño del otolito es proporcional al tamaño de la larva (THORROLD & WILLIAMS 1989); para esto se tomó la franja del otolito considerada como la fase de crecimiento exponencial en etapa postlarval, siendo la ecuación que predice el crecimiento retrocalculado individual:

$$\Delta = (L_{s2} - L_{s1}) / (t_2 - t_1)$$

Dónde: Δ : El crecimiento retrocalculado; L_{s1} : Longitud estándar a la edad 1; L_{s2} : Longitud estándar a la edad 2; t_1 : Edad 1 a la longitud estándar 1; t_2 : Edad 2 a la longitud estándar 2.

Para el cálculo de las longitudes pretéritas se utilizó el radio del otolito formado por cada incremento diario y la ecuación resultante de relacionar la L_s de la larva con el radio del otolito. La pendiente de esta ecuación representa la tasa pretérita de crecimiento promedio para cada día de vida de la larva. La pendiente de las tasas de crecimiento en distintas épocas del año se comparó a través de un análisis de varianza (SOKAL & ROHLF 1997). Además se realizó un análisis de correlación de Spearman para determinar la relación existente entre la tasa de crecimiento larvario y la temperatura del agua a 55 m de profundidad, siendo esta variable ambiental tomada por la CTD de la embarcación, en las épocas de surgencia y calma, disponibles en la data histórica del proyecto CARIACO (CARIACO: Ocean Time-Series Program en <http://imars.usf.edu/>).

RESULTADOS

Se analizó la estructura poblacional de larvas de *Bregmaceros cantori* sobre la base de una muestra de 1770 individuos, de las cuales el 59,14% fueron

capturados en horas diurnas; no se observaron diferencias significativas de la abundancia entre periodos climáticos (KW=2,0833; p=0,1489). La abundancia entre los periodos muestreados de esta población fluctuó entre 439 individuos en febrero de 2013 y 8 individuos en diciembre de 2014, con promedio de 220 ± 124 individuos. A pesar de no encontrarse diferencias estadísticas entre los periodos, se puede observar que la época de surgencia *B. cantori* aumenta su abundancia (Fig. 2).

Las tallas obtenidas estuvieron comprendidas entre los 1110,67 y 22000,00 μm de longitud estándar, con promedio general de $3805,43 \pm 1987,53$ μm de longitud estándar. El rango de tallas por el cual se presentó la mayor abundancia fue de 3000 a 5000 μm de L_s . A través del conteo de los anillos de crecimiento diario de los otolitos *sagitta*, las edades estuvieron comprendidas entre 18 y 95 días, promediando $44,93 \pm 17,33$ días de nacidas (Tabla 1).

Bregmaceros cantori presentó una distribución de la talla con comportamientos unimodales por campaña, con predominio de ejemplares a las longitudes comprendidas entre los 3 y 5 mm de L_s , estas tallas correspondieron a los estadios prolarvales y larvales, con inicio de flexión del notocordio, pero sin llegar a la fase postlarval. En general, esta especie presentó longitudes que oscilaron entre los $2198,93 \pm 485,68$ μm para octubre de 2014 y $5734,19 \pm 3724,41$ μm para diciembre de 2014, observándose la talla más grande capturada en el mes de abril de 2015 con 22 mm de longitud estándar (Fig. 3).

La zona de estudio sirve para la especie como área de reproducción, según la abundancia de larvas en fases tempranas encontradas, y posiblemente como zona de alevinaje y alimentación. Como la mayor cantidad de ejemplares se presentaron en tallas pequeñas, siendo pocas las tallas ≥ 7000 μm se tomaron todos los valores de las mediciones de la longitud estándar (L_s) y peso (p) para

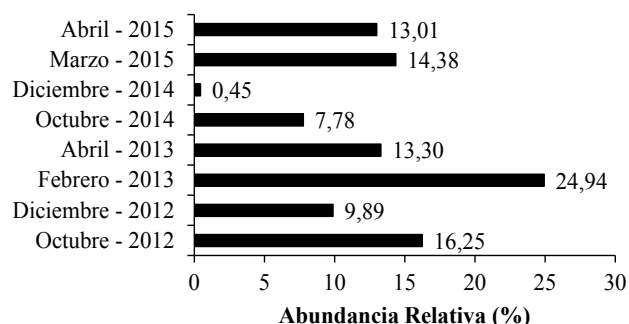


Fig. 2. Variación temporal de la abundancia de *B. cantori* en 8 campañas oceanográficas entre el 2012 y 2015.

Tabla 1. Datos básicos de los ejemplares examinados de *Bregmaceros cantori* de la Fosa de Cariaco, Venezuela.

Mes/año	n	Longitud estándar (micras)		Edad
		Min - Max	Promedio ± Desv. Est.	Promedio (días)
Oct-12	286	1545,20 - 10252,94	4824,71±1384,01	27±6,1
Dic-12	174	2228,38 - 10687,67	5155,32±1863,93	27,5±6,8
Feb-13	439	1478,76 - 14254,51	2966,15±1877,76	57,7±19,0
Abr-13	234	1298,80 - 11405,81	4079,9±2417,43	23,3±4,8
Oct-14	137	1110,67 - 3893,07	2198,93±485,68	53,29±9,18
Dic-14	8	1737,01 - 11452,05	5734,19±3724,41	64,67±18,59
Mar-15	253	1400,96 - 8222,18	2934,21±901,07	38,71±9,59
Abr-15	229	1942,18 - 22000	4671,13±1928,18	49±10,89
TOTAL	1760	1110,67 - 22000	3805,43±1987,53	44,93±17,33

generar la curva de regresión, obteniendo así una ecuación única para los ocho meses, la cual describe la relación que existe entre la longitud y su peso. Esta ecuación es $P=2e-12Ls^{2,376}$; $R^2=0,86$; $n=1760$ (Fig. 4).

De acuerdo con la prueba *t-student*, aplicada al valor de la pendiente *b* se aceptó la hipótesis de $b < 3$ ($T_s = -15,85$; $p < 0,001$), por lo que esta especie presentó un crecimiento larvario de tipo alométrico minorante, debido a que crece más a lo largo que a lo ancho, haciendo que según la ecuación potencial, su peso no se corresponda con lo esperado para su tamaño.

Tanto el análisis de regresión como el de correlación de la longitud estándar con el radio de los otolitos se ajustaron a un modelo lineal en todos los periodos, encontrándose altos coeficientes de correlación para todos los meses evaluados (octubre 2012: $R^2=0,79$; diciembre 2012: $R^2=0,91$; febrero 2013: $R^2=0,72$; octubre 2014: $R^2=0,83$; diciembre 2014: $R^2=0,95$; marzo 2015: $R^2=0,62$; abril 2015: $R^2=0,82$). El valor más bajo observado fue en el mes de abril 2013: $R^2=0,59$. Esto demuestra la relación positiva que existe entre el crecimiento en tallas de la especie y el incremento del tamaño del otolito, es decir, a medida que crecen los individuos también va aumentando el diámetro del otolito. Estos permitieron ajustar el cálculo de la edad individual retrocalculada, la cual proporcionó la información de la tasa de crecimiento promedio por periodo climático de *B. cantori* en la fosa de Cariaco en las campañas evaluadas entre los años 2012 al 2015 (Fig. 5).

Se observaron diferencias estadísticas para la tasa de crecimiento de la especie ($KW=44,1303$; $p=2,01643E-7$). Esto es evidente en la Fig. 6 en la cual se muestra para febrero 2013 la menor tasa de crecimiento promedio

retrocalculada de la especie, con 43,59 $\mu\text{m}/\text{día}$ (0,0436 mm/día), observándose un aumento de la misma en los demás meses, y obteniéndose en abril 2013 la mayor tasa de crecimiento retrocalculada promedio, con 302,1 $\mu\text{m}/\text{día}$ (0,3021 mm/día).

Bregmaceros cantori crece mejor en época de lluvia y de estratificación térmica (época de calma de la surgencia), teniendo una tasa de crecimiento diario de 0,30 mm/día. Por otra parte, los organismos de esta especie presentaron tasas de crecimiento muy bajas en periodo de plena surgencia costera y de sequía llegando a 0,043 mm/día, efecto causado quizás por la turbulencia del agua debida a los vientos alisios, lo cual dificultaría la alimentación de esta especie en este periodo particular del año.

La Fig. 7 muestra la tasa de crecimiento poblacional de *Bregmaceros cantori* en la cual el modelo que mejor explica la longitud estándar estimada a partir de una edad determinada es $Ls = (152,88 \cdot \text{Edad}) - 235,48$; entendiéndose que “a” representa la longitud que debió tener la larva a la edad cero “0”. Esta edad es -235,48; siendo común encontrar en esta fase primigenia del ciclo de vida de los peces valores negativos, los cuales no coinciden con la realidad, representando un efecto o error implícito en estos modelos que predicen una variable a partir de otra. Por otro lado, la pendiente “b” (152,88 micras) representa la longitud estándar que debió poseer los individuos de esta especie al nacer (edad cero). El porcentaje de la variabilidad de los datos, que explicó variación en la edad según su longitud estándar fue alto, con un porcentaje del coeficiente de regresión de más de un 81%, este es considerado un buen predictor de la longitud estándar a partir de la edad o viceversa para la población de esta especie en aguas de la fosa de Cariaco.

Se pudieron apreciar diferencias altamente significativas ($KW= 1469,26$; $p= 0,00001$) para el grosor promedio de los microincrementos en la fase exponencial de crecimiento. La Fig. 8 muestra el menor grosor promedio de los microincrementos en los meses de diciembre 2014

y marzo 2015 ($0,90$ y $0,94 \mu m$, respectivamente), mientras que para abril 2013 se muestra el valor mayor con $6,78 \mu m$, seguido por $5,04 \mu m$ en el mes de febrero 2013. La fase de crecimiento exponencial de la especie se observó con un aumento en el grosor de los anillos de crecimiento

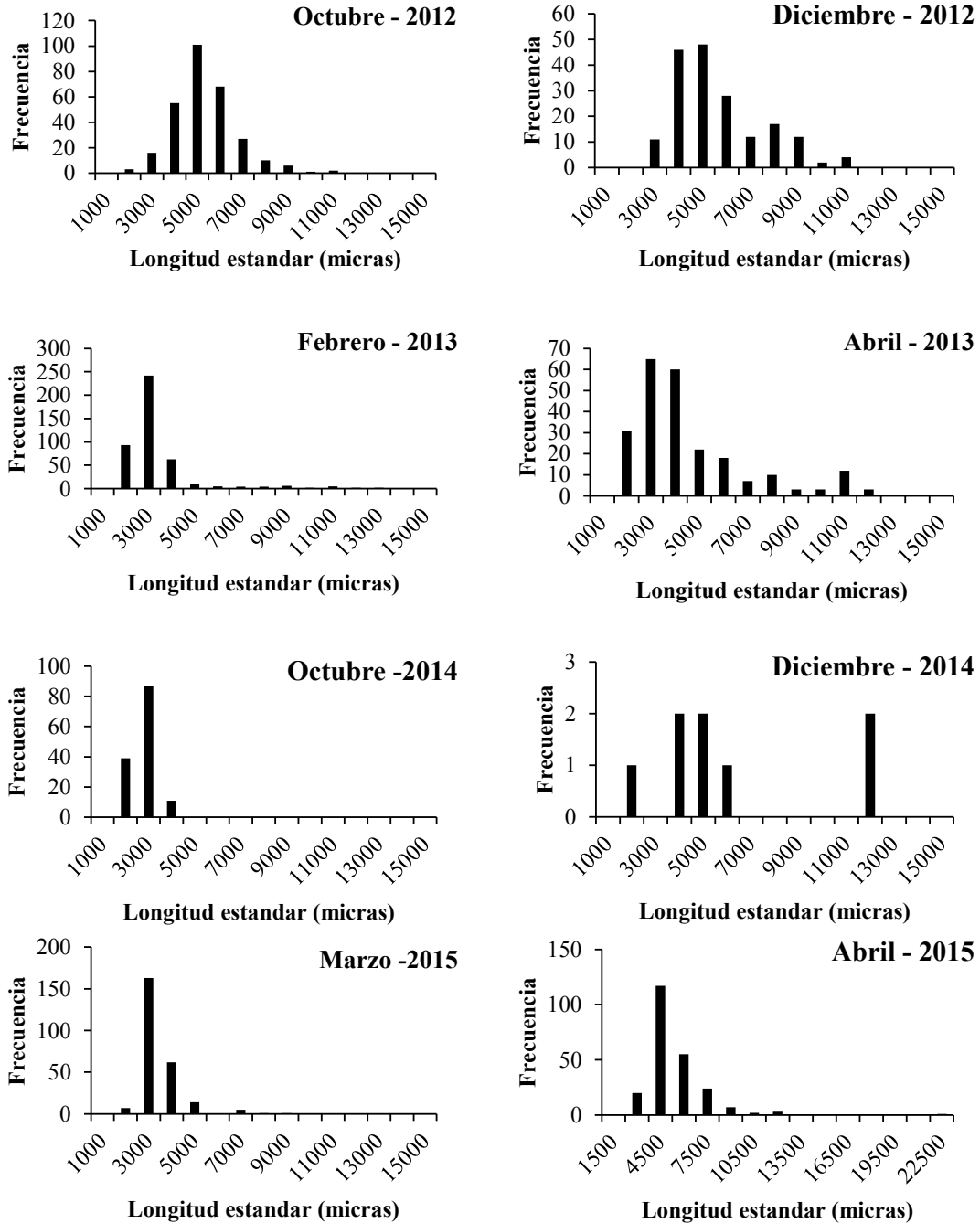


Fig. 3. Estructura de frecuencias de longitudes estándar de *Bregmaceros cantori*, capturados en la Fosa de Cariaco, Venezuela.

diario, aproximadamente entre los días 13 y 20 para octubre y diciembre de 2012, entre los días 16 y 41 para febrero de 2013, y entre los días 10 y 18 de nacidas para abril de 2013, para octubre de 2014 entre los días 10 y 37, entre los días 10 y 37 para diciembre de 2014, en marzo de 2015 entre los días 10 y 28 y en abril de 2015 entre los días 12 y 25 (Fig. 9).

En relación a la temperatura del agua a los 55 m de profundidad, esta presentó diferencias estadísticas entre los periodos de surgencia y calma ($K-W=40,3741$; $p=2,0970E^{-10}$), observándose los menores valores en el periodo de surgencia, oscilando entre 20,74 y 21,82 °C, con promedio de 21,31±0,47 °C, y los mayores valores de la temperatura en el periodo de calma, fluctuando de 23,39 hasta 24,73 °C, con promedio de 24,22±0,43 °C. Al relacionar la tasa de crecimiento con la temperatura (Periodos climáticos), a pesar del bajo número de datos, se observó la existencia de una fuerte correlación positiva entre estas variables (Spearman= 0,4944; $p= 0,0002$), apreciándose que a medida que sube la temperatura la tasa de crecimiento se incrementa, siendo el caso contrario cuando la temperatura baja en la época de surgencia.

DISCUSIÓN

La conformación de agrupamientos de larvas de peces puede ser propia de cada región y generalmente está relacionada con factores fisico-químicos y biológicos. Por ejemplo, se ha observado que las características topográficas y el hábitat de los adultos influyen en la formación de las asociaciones de larvas de peces (RICHARDSON *et al.* 1980; SABATÉS 1990; SANVICENTE-AÑORVE *et al.* 1998; FUNES-RODRÍGUEZ *et al.* 2002). También, la distribución de larvas ha sido relacionada sobre la base de diferentes factores ambientales tales como salinidad, temperatura, productividad, densidad y estratificación del agua (GRIOCHE *et al.* 1999; MARANCIK *et al.* 2005).

Por otro lado, la organización poblacional de una especie está relacionada con sus ciclos reproductivos, que a su vez, son influenciados por el ambiente hidrográfico (WALKER *et al.* 1987; LAZZARI 2000; FEYRER 2004) y los requerimientos de subsistencia (FRANK & LEGGETT 1983; SOMARAKIS *et al.* 2000).

En la fosa de Cariaco, el ictioplancton es dominado por la presencia de especies de peces mesopelágicos, donde *Bregmaceros cantori* dominó en presencia y constancia (PUGH 1972; BAIRD *et al.* 1975; MARÍN *et al.* 1989). Se tiene referencia de la presencia y dominancia de la especie en otros estudios previos con identificación errónea (MEAD 1963; WILSON 1972; BAIRD 1973) que fueron posteriormente reclasificados como *B. cantori* (MILLIKEN & HOUDE 1984; MARÍN *et al.* 1989). Igualmente estos autores reportan migraciones verticales de la especie, tanto de adultos (LOVE *et al.* 2004), como de larvas (MARÍN *et al.* 1989) en la fosa de Cariaco y adicionalmente para aguas brasileñas (MATSUURA *et al.* 2007).

En los resultados del presente estudio, *B. cantori* presentó una abundancia temporal de larvas en la fosa de Cariaco poco variable, presentando cierta homogeneidad durante las campañas de colectas realizadas del 2012 al 2015 en diferentes periodos climáticos; correspondiendo este comportamiento de la abundancia propio de especies mesopelágicas, donde la temperatura no es el factor principal que causa una respuesta adversa al aumento de su biomasa, ya que esta especie entre sus adaptaciones está el habitar zonas profundas con temperaturas muy bajas, con un amplio rango térmico, siendo un migrador vertical que puede llegar a tener presencia importante en la zona epipelágica de esta fosa, donde las temperaturas pueden llegar a ser altas.

Las diferencias en las características hidrológicas de la columna de agua (mezcla o estratificación) son las que influyen en la conformación de la población de larvas, lo que estaría relacionado con las estrategias reproductivas de los adultos (HERNÁNDEZ-MIRANDA *et al.* 2003). En el Pacífico central mexicano, las larvas de *Bregmaceros bathymaster*, constituyen más del 80% del ictioplancton durante el año (FRANCO-GORDO *et al.* 1999), siendo una especie clave en las cadenas tróficas marinas de la región.

Estudios realizados para explicar la supervivencia y el éxito en el reclutamiento, señalan que las especies responden tanto a ciclos de producción del ambiente (FRANK & LEGGETT 1983; SOMARAKIS *et al.* 2000); como

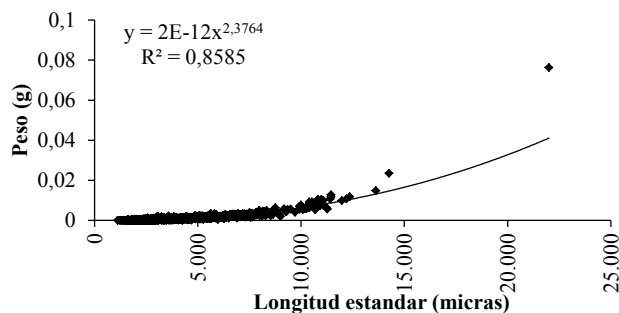


Fig. 4. Relación longitud-peso de *B. cantori*, capturados en la Fosa de Cariaco, Venezuela.

también a la selección del área y época de reproducción de los adultos (FUIMAN & WERNER 2002). De tal forma, es de esperar que a un incremento en la abundancia de los individuos, pudiera tener relación con un ambiente favorable para el desarrollo de sus primeros estadios. Esto explicaría el incremento del número de larvas registrado

durante la evaluación (2012-2015) para *B. cantori*, en coincidencia con incrementos y valores máximos de zooplancton, por ser estas las aguas más productivas del Mar Caribe (MULLER KARGER *et al.* 1989; RUEDA *et al.* 2018). Al respecto, se conoce que para los peces, el hecho de encontrar sus larvas a lo largo del año, pudiera implicar

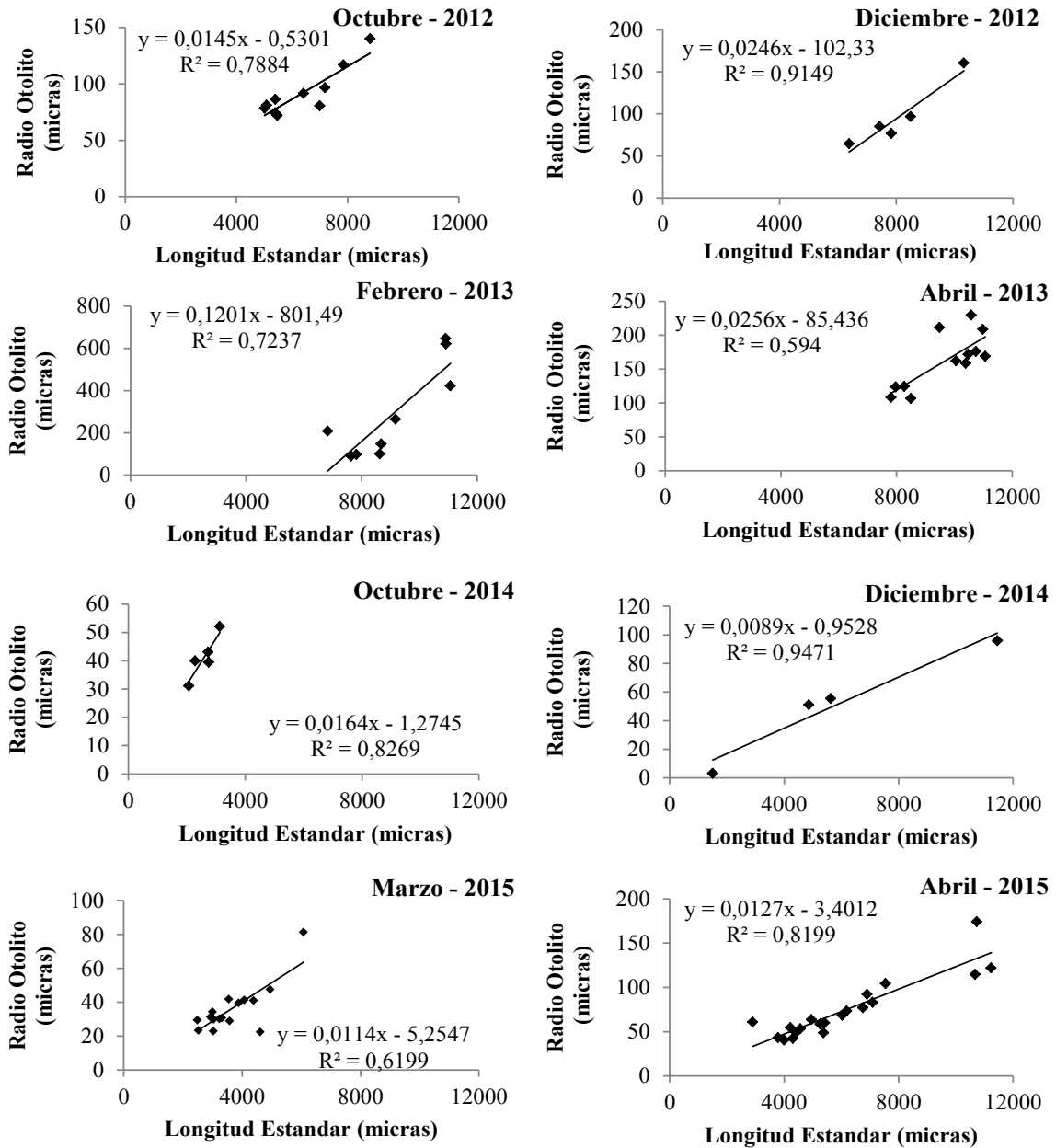


Fig. 5. Relación longitud estándar y radio de los otolitos de *B. cantori*, en 8 campañas oceanográficas entre el 2012 y 2015, en la fosa de Cariaco, Venezuela.

desove y su alimento (CUSHING 1990).

Por otro lado, en el sur del golfo de México, ZAVALA-GARCÍA & FLORES-COTO (1994)

Bregmaceros cantori eclosiona a los 1,22 mm alcanzando BERNARDES *et*

B. cantori

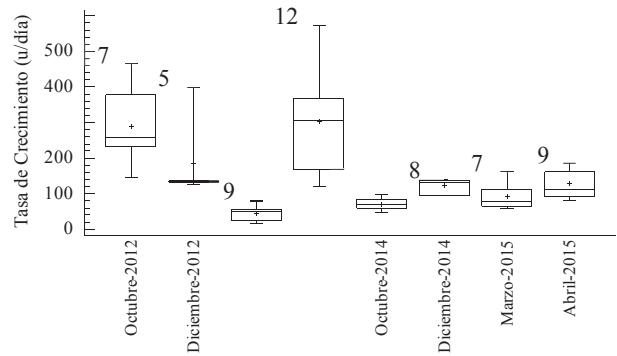
B. 90 mm de longitud total. En esta evaluación la talla mínima observada fue similar a con talla más grande alcanzó los 14,25 mm de Ls,

continental mexicana en el hemisferio norte y en las aguas oceánicas brasileiras en el hemisferio sur, ambos ubicados en el Océano Atlántico. Sin embargo, estos datos

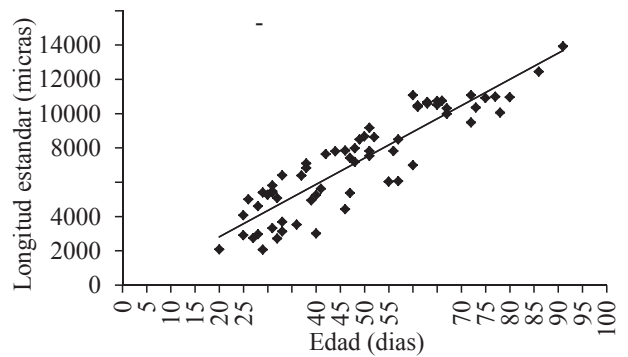
PUGH (1984) y LOWE-MCCONNELL (1987), a través de la utilización de redes con dimensiones mayores (>1 m²) a

SQUIRE & SUZUKI 1990) o también a los cambios interanuales organismos (RICKER 1975). Además, las diferencias

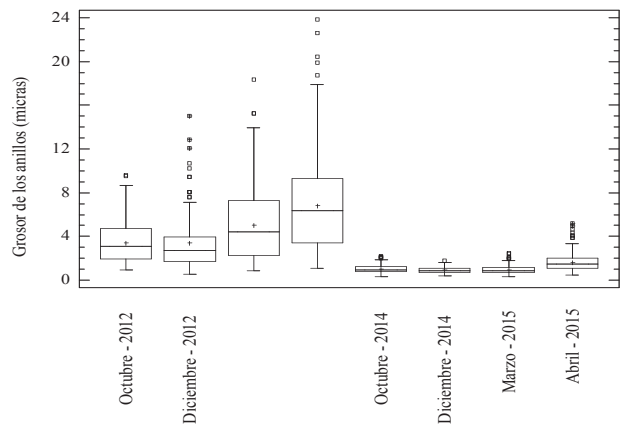
edades y fases de crecimiento (WEATHERLEY 1972). Según LAGLER



B. cantori



Bregmaceros cantori, entre el



cantori

B.

observándose valores bajos de la temperatura en la época de surgencia, en pleno período de sequía, donde la velocidad de los vientos provenientes del noreste aumentan, y el caso contrario ocurre en el período de lluvia, donde el agua de mar se estratifica térmicamente, alcanzando las mayores temperaturas en las capas

superiores, producto de la disminución en la velocidad de los vientos. Esto provoca estallidos de producción biológica en los diferentes niveles de producción de biomasa vegetal y animal, que se ha documentado profundamente para esta área (MARGALEF 1965; MULLER-KARGER *et al.* 1989; RUEDA 2000).

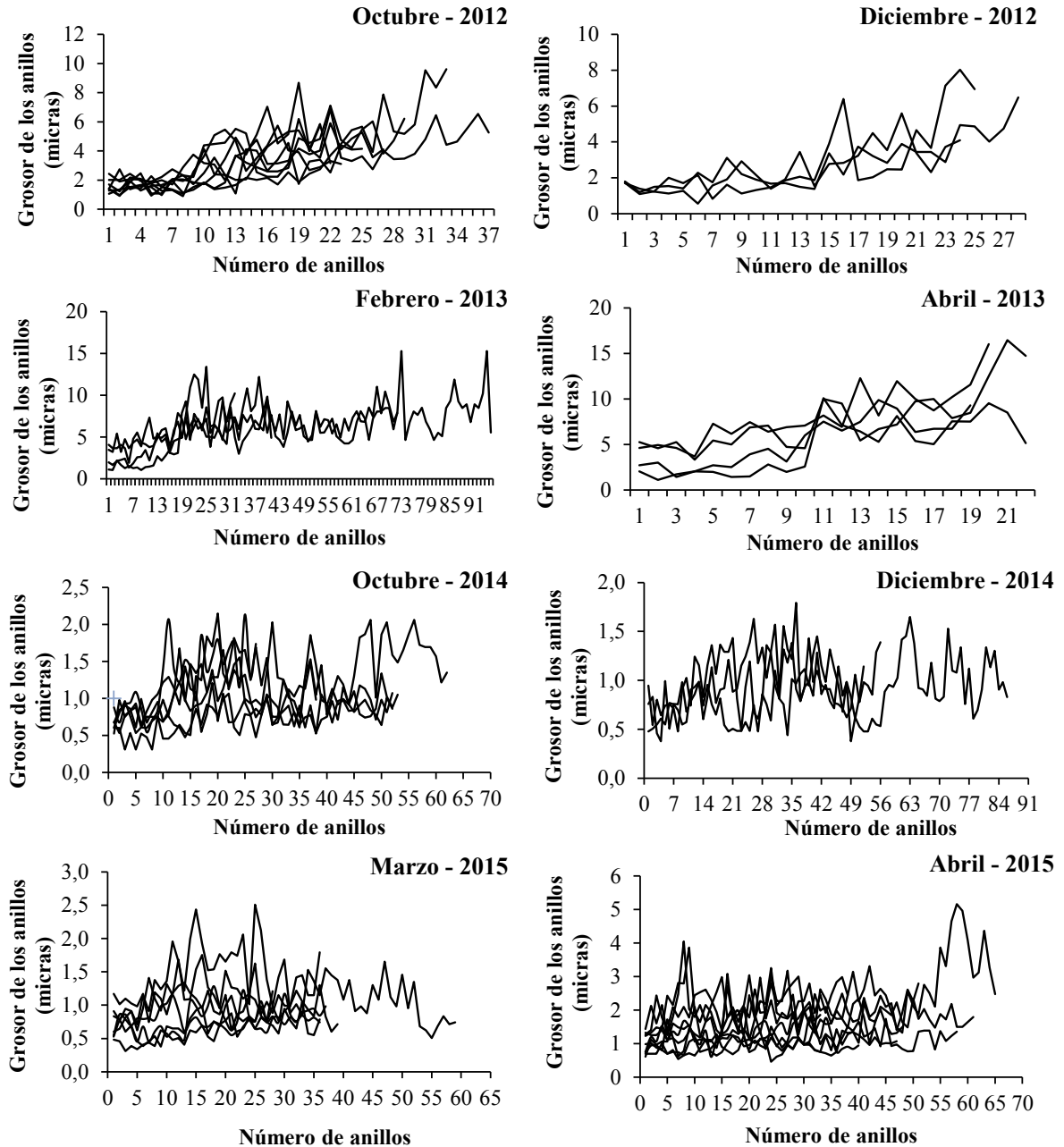


Fig. 9. Variación del grosor de los anillos de crecimiento diario de ejemplares de *B. cantori* por mes, entre el periodo 2012-2015 en la fosa de Cariaco, Venezuela.

Diversos autores, como RICHARDS (1960), MARGALEF (1965), FERRAZ (1983), GÓMEZ (1996) y ESTRELLA (1988), señalan que este fenómeno antes descrito, se da en un período comprendido entre diciembre-abril en el oriente venezolano, por incidencia de ciertos factores ambientales que caracterizan al mismo. Sin embargo, otros estudios como el de RUEDA (2000) y MARÍN *et al.* (2004) indican que puede presentarse un segundo evento de surgencia, conocido como pulsos de surgencia o surgencias menores, que se presenta durante uno o dos meses del trimestre junio-agosto, relacionado con la discontinuidad de la termoclina, disminución de la transparencia del agua, bajas temperaturas y altas salinidades, originando un aporte importante de materia orgánica e inorgánica, aunado a este fenómeno explican la alta productividad del medio marino venezolano. Estas condiciones han establecido un hábitat que ha sido aprovechado por *B. cantori*, además a su estrategia de sobrevivencia especial, en la evasión de depredadores migrando hacia aguas anóxicas (LOWE-MCCONNELL 1987), permitiendo el desarrollo de una población dominante y constante en las aguas de la fosa de Cariaco, en comparación con otras áreas de distribución de la especie (MEAD 1963; PUGH 1984; LOWE-MCCONNELL 1987; MARÍN *et al.* 1989).

La evidente variabilidad del crecimiento en *B. cantori*, hace necesario una observación prolongada en el tiempo de la población para corroborar las tendencias observadas tanto en la tasa de crecimiento como en el grosor de los anillos del otolito entre el 2012 y el 2015, que podría estar influenciado por cambios en la temperatura ambiental anual, o por fenómenos oceanográficos atmosféricos de mayor impacto en el clima mundial, como lo son el fenómeno ENSO y la falta de intensidad y duración del periodo lluvioso en la zona de estudio.

Dado a que el aumento de temperatura puede afectar fuertemente la tasa fisiológica de los peces en diferentes vías, tales como su metabolismo, consumo de presas y crecimiento (KITCHELL *et al.* 1977; BRANDT 1993, así como consumo y pastoreo (PERSSON 1986) y selección de hábitat y distribución espacial (BRANDT 1993) entre otros; la información obtenida en *B. cantori* pueden estar reflejando la posibilidad de este efecto como consecuencia de las fluctuaciones temporales de esta variable en el transcurso del muestreo. El desempeño del crecimiento postlarvario en aguas altamente estables que caracterizan el medio oceánico de la fosa sobre todo en los periodos no afectados por la surgencia, pudiese estar dando indicios de un cambio incipiente inducido por una variación

térmica interanual. Las evidencias del incremento de la temperatura del agua en la fosa de Cariaco, permite suponer la posibilidad de este efecto (TAYLOR *et al.* 2012).

Un aumento de la temperatura ambiental en el hábitat de esta especie debería inducir a un aumento de la tasa de crecimiento, en razón de la aceleración de la digestión y el metabolismo, tal como especifica BRANDER (1995) para el bacalao *Gadus morhua*, e igualmente puede aumentar la necesidad de alimento, tal como cita SHIN & ROCHET (1998), con la sardina, *Clupea harengus*. Es de considerar que directamente ligado a la variabilidad de la tasa de crecimiento está la disponibilidad de alimento en las especies, siendo la concentración en clorofila *a* utilizada como un “proxy” de la disponibilidad de alimento fitoplanctónico como factor limitante. Las evidencias en la reducción del fitoplancton característico de la fosa de Cariaco y de la intensidad de la surgencia en las últimas décadas en el nororiente de Venezuela (GÓMEZ *et al.* 2012; TAYLOR *et al.* 2012), puede estar apoyando más a una afección en la tasa de crecimiento poblacional vía alteraciones en la alimentación inicial de *B. cantori*. La población larvaria dependería para mejor crecimiento de una microflora y microzooplancton característicos que pudiesen estar variando a raíz de cambios ambientales paulatinos, como se ha observado en la sardina, *Sardinella aurita*, cuyos estadios iniciales dependen principalmente de la alimentación fitoplanctónica (CELLAMARE & GÓMEZ 2007).

Un dato curioso es que los niveles más altos de larvas de *B. cantori* en el Sureste del golfo de México, fueron detectados durante los años de actividad de El Niño, específicamente los años 1987, 1992 y 1995, esto posiblemente contribuyó a una relación de depredador/presa compensada (FLORES-COTO *et al.* 2008). En esta evaluación se presentó una abundancia moderadamente alta durante todo el tiempo del estudio a pesar de que solo el periodo de anomalía ambiental correspondiente al Niño se presentó entre los años 2014 y 2015; sin embargo, es importante acotar que los años 2012 y 2013 fueron periodos igualmente de sequías extremas no asociadas al fenómeno del Niño, pero con consecuencias similares sobre las poblaciones naturales dentro del ambiente.

REFERENCIAS

ARAYA, M., M. MEDINA & H. ARANCIBIA. 2003. Preliminary results of the empirical validation of daily increments in otoliths of Jack mackerel *Trachurus symmetricus* (Aires, 1855) marked with oxytetracycline. Departamento

- Ciencias del Mar, Universidad Arturo Prat, Iquique-Chile, pp. 471-475.
- ASTOR, Y., J. MERI & F. MÜLLER-KARGER. 1998. Variabilidad estacional hidrográfica en la fosa de Cariaco. *Mem. Soc. Cienc. Nat. La Salle* 149: 61-72.
- BAIRD, R., D. WILSON & D. MILLIKEN. 1973. Observations on *Bregmaceros nectabanus* Whitley in the anoxic, sulphurous water of the Cariaco Trench. *Deep-Sea Res.* 20(1): 503-504.
- BAIRD, R., T. HOPKINS & D. WILSON. 1975. Diet and feeding chronology of *Diaphus Taaningi* (Myctophidae) in the Cariaco Trench. *Copeia* 2: 356-365.
- BALZA, M. & B. MARÍN. 2006. Validación de la formación de marcas diarias en los otolitos sagita de larvas de 0 a 3 días de *Sardinella aurita* Valenciennes, 1847 (Pisces: Clupeidae) de sur de la Isla de Cubagua, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela* 45(2): 101-107.
- BALZA, M., M. LEMUS & B. MARÍN. 2006. Crecimiento somático y relación ARN/ADN en juveniles de la sardina *Sardinella aurita* Valenciennes, 1847 (Pisces: Clupeidae) del Golfo de Santa Fe, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela* 45: 41-49.
- BELTRÁN, A., J. SÁNCHEZ & G. VALDEZ. 2010. Edad y crecimiento de la mojarra *Oreochromis aureus* (Pisces: Cichlidae) en la Presa Sanalona, Sinaloa, México. *Rev. Biol. Trop.* 58(1): 325-338.
- BERNARDES, R., J. FIGUEIREDO, A. RODRIGUES, L. FISCHER, C. VOOREN, M. HAIMOVICI & C. ROSSIWONGTSCHOWSKI. 2005. Peixes da zona exclusiva da região Sudeste-Sul do Brasil: levantamento com armadilhas, pargueiras e rede de arrasto de fundo. São Paulo: EDUSP. Série Documentos REVIZEE. 304 pp.
- BEVERTON, R. & S. HOLT. 1957. On the dynamics of exploited fish populations. *Fishery Investigations. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación* 19:533 p.
- BRANDER, K. 1995. The effect of temperature on growth of Atlantic cod (*Gadus morhua* L.). *ICES J. Mar. Sci.* 52(1): 1-10.
- BRANDT, S. 1993. The effect of thermal fronts on fish growth: a bioenergetics evaluation of food and temperature. *Estuaries* 16:142-159.
- BROWN, D. & R. SANCHEZ. 2010. Larval and juvenile growth of two Patagonian small pelagic fishes: *Engraulis anchoita* and *Sprattus fuegensis*. *Rev. Invest. Desarro. Pesq.* 20: 35-50.
- BYSTYDZIENSKA, Z., A. PHILLIPS & T. LINKOWSKI. 2010. Larval stage duration, age and growth of blue lanternfish *Tarletonbeania crenularis* (Jordan and Gilbert, 1880) derived from otolith microstructure. *Environ. Biol. Fishes* 89: 493-503.
- CAMPANA, S. & S. THORROLD. 2001. Otoliths, increments, and elements: keys to a comprehensive understating of fish populations?. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 58: 30-38.
- CELLAMARE, M. & A. GÓMEZ. 2007. Alimentación de la sardina *Sardinella aurita* (Clupeidae) en el surestede la Isla Margarita, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela. Univ. Oriente.* 46(1): 3-11
- CUSHING, D. 1990. Plankton production and years-class strength in fish populations: an update of the match/mismatch hypothesis. *Adv. Mar. Biol.* 26: 250-293.
- DEGHANI, M., E. KAMRANI, A. SALARPOURI & E. KAMALI. 2015. Age and growth of Sind sardine (*Sardinella sindensis*) using otolith from Qeshm Island (Persian Gulf). *Iran. J. Fish. Sci.* 14:217-231.
- DOWER, J., P. PEPIN & G. KIM. 2009. Covariation in feeding success, size-at-age and growth in larval radiated shanny (*Ulvaria subbifurcata*): insights based on individuals. *J. Plankton Res.* 31:235-247.
- ESTRELLA, G. 1988. *Estudio fisiológico del fitoplancton del golfo de Cariaco*. Trab. Grad. Lic. Biología, Universidad de Oriente, Cumaná, Venezuela, 65 pp.
- FAHAY, M. 2007. *Early stages of fishes in the western north Atlantic Ocean*. Volumes I and II. Dartmouth: Northwest Atlantic Fisheries Organization. Nova Scotia, Canada, 1696 p.
- FERRÁZ, E. 1983. Estudio del fitoplancton en la cuenca Tuy-Cariaco, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela* 22(1&2): 111-124.
- FEYRER, F. 2004. Ecological segregation of native and alien larval fish assemblages in the southern Sacramento-San Joaquin Delta. *Am. Fish. Soc. Symp.* 39:67-79.
- FLORES-COTO, C., F. ZAVALA-GARCÍA, R. FUNES-RODRÍGUEZ, M. ESPINOSA-FUENTES & J. ZAVALA-HIDALGO. 2008. Larval abundance variation of *Bregmaceros cantori* Milliken & Houde, 1984, related to the El Niño events (1987-1996), southern Gulf of Mexico. *Rev. Biol. Mar. Oceanogr.* 43(1): 91-98.

- FOLKVORD, A., R. KOEDIJK, V. LOKØY & A. IMSLAND. 2010. Timing and selectivity of mortality in reared Atlantic cod revealed by otolith analysis. *Environ. Biol. Fishes* 89:513-519.
- FRANCO-GORDO, C., R. FLORES-VARGAS, C. NAVARRO-RODRÍGUEZ, R. FUNES-RODRÍGUEZ & R. SALDIERNA-MARTÍNEZ. 1999. Ictioplancton de las costas de Jalisco y Colima, México. (Diciembre de 1995 a Diciembre de 1996). *Cienc. Mar.* 25: 107-118.
- FRANK, K. & W. LEGGETT. 1983. Multispecies larval fish associations: accident or adaptation? *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 40: 754-762.
- FUIMAN, L. & R. WERNER. 2002. *Fishery Science. The unique contributions of early life stages*. Blackwell Science. Oxford, UK. 325 p.
- FUNES-RODRÍGUEZ, R., C. FLORES-COTO, A. ESQUIVEL-HERRERA, M. FERNÁNDEZ-ALAMO & A. GRACIA-GÁSCA. 2002. Larval fish community structure along the west coast of Baja California during and after the El Niño event (1983). *Bol. Cienc. Mar* 70(1): 41-54.
- GASCUEL, D., L. MORISSETTE, M. PALOMARES & V. CHRISTENSEN. 2008. Trophic flow kinetics in marine ecosystems: toward a theoretical approach to ecosystem functioning. *Ecol. Model.* 217: 33-47.
- GERARD, T. & E. MALCA. 2011. Silver nitrate staining improves visual analysis of daily otolith increments. *J. Am. Sci.* 7:120-124.
- GÓMEZ, A. 1996. Causas de la fertilidad en el nororiente de Venezuela. *Interciencia* 21 (3): 140-146.
- GÓMEZ, A., A. BARCELO & E. MATA. 2012. Condiciones hidrográficas (2007-2009) al sur de Isla Margarita y península de Araya como indicio de disminución de la fertilidad regional y posible afectación del recurso sardinero venezolano. *Bol.Inst. Oceanogr. Venezuela, Univ. Oriente* 51(2): 173-186.
- GREEN, B., B. MAPSTONE, C. GARY & G. BEGG. 2009. *Tropical Fish Otoliths: Information for assessment, management and ecology*. Springer Pub. London. UK. 313 p.
- GRIOCHE, A., P. KOUBBI & X. HARLAY. 1999. Spatial patterns of ichthyoplankton assemblages along the eastern English Channel French coast during spring 1995. *Est. Coast. Shelf Sci.* 49: 141-152.
- GUNNARSSON, S., A. IMSLAND, S. SIIKAVUOPIO, J. ÁRNASON, A. GÚSTAVSSON & A. THORARENSEN. 2012. Enhanced growth of farmed Arctic charr (*Salvelinus alpinus*) following a short-day photoperiod. *Aquaculture* 350-353: 75-81.
- HERNÁNDEZ-MIRANDA, E., A. PALMA & F. OJEDA. 2003. Larval fish assemblages in nearshore coastal waters off central Chile: temporal and spatial patterns. *Est. Coast. Shelf Sci.* 56: 1075-1092.
- HERRERA-REVELES, A., M. LEMUS & B. MARÍN. 2012. Crecimiento somático y relación ARN/ADN en estadios juveniles de *Eucinostomus argenteus* (Pisces: Gerreidae) en dos localidades del Caribe de Venezuela. *Rev. Biol. Trop.* 60(1): 151-163.
- HOUDE, E. 1981. Distribution and abundance of four types of codlet (Pisces: Bregmacerotidae) larvae from the eastern Gulf of Mexico. *Oceanogr. Mar. Biol.* 1: 81-104.
- HOUDE, E. 1984. Bregmacerotidae: development and relationships. En: *Ontogeny and Systematics of Fishes*. H. Moser, W. Richards, D. Cohen, M. Fahay, A. Kendall, Jr. and S. Richardson (eds.). *Am. Soc. Ichthyol. Herpetol.* (1) 760 p.
- IRIGOIEN, X., T. KLEVJER, A. RØSTAD, U. MARTINEZ, G. BOYRA, J. ACUÑA, A. BODE, F. ECHEVARRIA, J. GONZALEZ-GORDILLO, S. HERNANDEZ-LEON, S. AGUSTI, D. AKSNES, C. DUARTE & S. KAARTVEDT. 2014. Large mesopelagic fishes biomass and trophic efficiency in the open ocean. *Nat. Commun.* 5: 1-10.
- JONES, C. 1986. Determining age of larval fish with the otolith increment technique. *Fish. Bull.* 84: 91-103.
- KAUFFMAN, K. 1981. Fitting and using growth curves. *Oecologia* 49: 293-299.
- KELLER, P., A. SCHMIDT, A. SANTELLA, K. KHAIRY, Z. BAO, J. WITTBRODT & E. STELZER. 2010. Fast, high-contrast imaging of animal development with scanned light sheet-based structured illumination microscopy. *Nat. Methods* 7:637-642.
- KITCHELL, J., D. STEWART & D. WEININGER. 1977. Applications of a bioenergetics model to yellow perch (*Perca flavescens*) and walleye (*Stizostedion vitreum vitreum*). *J. Fish. Res. Board Can.* 34:1922-1935.
- LAGLER, K. 1982. *Freshwater fishery biology*. Wm. C. Brown. Dubuque, Iowa. 421 p.
- LAUTH, R. & R. OLSON. 1996. Distribución y abundancia de escómbridos larvales en relación al ambiente

- físico en el noroeste del Recodo de Panamá. *I-ATTC* 21(3): 149-167.
- LAZZARI, M. 2000. Dynamics of larval fish abundance in Penobscot Bay, Maine. *Fish. Bull.* 99: 81-93.
- LLANO, M., J. CÁRDENAS, L. MAYZ, P. GUEVARA & A. ARMAS. 1991. Elementos biogénicos de los sedimentos de la Fosa de Cariaco y los recursos ícticos del nororiente venezolano. *Mem. Soc. Cienc. Nat. La Salle* 51(135-136): 57-72.
- LOVE, R., R. FISHER, M. WILSON & R. NERO. 2004. Unusual swimbladder behavior of fish in the Cariaco Trench. *Deep-Sea Res.* 51(1): 1-16.
- LOWE-McCONNELL, R. 1987. *Ecological studies in tropical fish communities*. Cambridge Tropical Biology Series. Cambridge Press, Cambridge. 382 p.
- MARANCIK, K., L. CLOUGH & J. HARE. 2005. Cross-shelf and seasonal variation in larval fish assemblages in the southeast United States continental shelf off the coast of Georgia. *Fish. Bull.* 103: 108-129.
- MARGALEF, R. 1965. Composición y distribución del fitoplancton. *Mem. Fund. La Salle Cienc. Nat.* 25: 141-205.
- MARÍN, B., A. GÓMEZ & L. UROSA. 1989. Taxonomía y distribución del ictioplancton en la fosa de Cariaco. *Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela* 28(1&2): 15-28.
- MARÍN, B., A. QUINTERO, D. BUSSIERE & J. DODSON. 2003. Reproduction and recruitment of white mullet (*Mugil curema*) to a tropical lagoon (Margarita Island, Venezuela) as revealed by otolith microstructure. *Fish. Bull.* 101: 802-821.
- MARÍN, B., C. LODEIROS, D. FIGUEROA & B. MÁRQUEZ. 2004. Distribución vertical y abundancia estacional del microzooplancton y su relación con los factores ambientales en Turpialito, golfo de Cariaco, Venezuela. *Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad del Zulia, XIV* 2: 133-139.
- MARÍN, B., T. ALLEN, M. BALZA, R. TAVARES, A. BARRIOS, E. VILLARROEL & W. VELÁSQUEZ. 2010. Determinación del crecimiento post-larvario del tincalo *Xenomelaniris brasiliensis* (Quoy y Gaimard) (Pisces: Atherinidae) utilizando el análisis de sus otolitos. *Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela* 49(1): 17-22.
- MATSUURA, Y., A. SILVA, M. KATSURAGAWA & K. SUZUKI. 2007. Distribution and abundance of two species of codlet (Teleostei, Bregmacerotidae) larvae from the south-eastern Brazilian Bight. *Fish. Oceanogr.* 2(2):82-90.
- MEAD, G. 1963. Observations on fishes caught over the anoxic waters of the Cariaco Trench, Venezuela. *Deep-Sea Res.* 10:725-734.
- MEHANNA, S. & M. SALEM. 2011. Population dynamics of rond sardine *Sardinella aurita* in EL-ARISH waters, Southeastern Mediterranean, Egypt. *Indian. Indian Journal of Fundamental and Applied Life Science* 1(4): 286-294.
- MILLIKEN, D. & E. HOUDE. 1984. A new species of Bregmacerotidae (Pisces), *Bregmaceros cantori*, from the western Atlantic Ocean. *Bull. Mar. Sci.* 35: 11-19.
- MILLNER, R., G. PILLING & S. McCULLY. 2011. Changes in the timing of otolith zone formation in North Sea cod from otolith records: an early indicator of climate-induced temperature stress? *Mar. Biol.* 158: 21-30.
- MOKSNESS, E. 1992. Otolith microstructure: a new method in recruitment studies and management of herring (*Clupea* sp.). Trab. Asc. Prof. Asociado. Departamento de Pesquería y Biología Marina de la Universidad de Bergen, Bergen, Norway. 246 pp.
- MOLTSCHANIWSKYJ, N. & M. CAPPO. 2009. Alternatives to sectioned otoliths: the use of other structures and chemical techniques to estimate age and growth for marine vertebrates and invertebrates. pp. 133-173. En: *Tropical Fish Otoliths: Information for Assessment, Management and Ecology*. B. Green, B. Mapstone, G. Carlos and G. Begg. Springer. 313 p.
- MORALES, M. & L. GONZÁLEZ. 2010. Edad y Crecimiento del pez *Haemulon steindachneri* (Perciformes: Haemulidae) en el suroeste de la Isla de Margarita, Venezuela. *Rev. Biol. Trop.* 58(1): 299-310.
- MORALES-NIN, B. 1987. Métodos de determinación de la edad de los osteictios en base a estructuras de crecimiento. *Inf. Tecn. Inv. Pesq.* 143:3-30.
- MORALES-NIN, B. 2000. Review of the growth regulation processes of otolith daily increment formation. *Fish. Res.* 46: 53-67.
- MOSER, H., P. SMITH & L. EBER. 1987. Larval fish assemblages in the California Current region, 1954-1960, a period of dynamic environmental change. *CalCOFI Rep.* 28: 97-127.

- MULLER-KARGER, F., C. McCLAIN, T. FISHER, W. ESAIAS & R. VARELA. 1989. Pigment distribution in the Caribbean Sea: Observations from space. *Prog. Oceanogr.* 23: 23-64.
- OKUDA, T., J. BENITEZ., J. SELIER DE CIVIEUX., J. FUKUOKA & B. GAMBOA. 1974. Revisión de los datos oceanográficos en el Mar Caribe suroriental, especialmente en el margen continental de Venezuela. Cuadernos Azules No. 15. Publicaciones de la III Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar. Caracas, 177 pp.
- PANNELLA, G. 1971. Fish otoliths, daily growth layers and periodical patterns. *Science* 173: 1124-1127.
- PERSSON, L. 1986. Temperature-induced shift in foraging ability in two fish species, roach (*Rutilus rutilus*) and perch (*Perca fluviatilis*): implications for coexistence between. *J. Ani.Ecol.* 55:829-839.
- PUGH, W. 1972. Collections of mid water organisms in the Cariaco Trench, Venezuela. *Bull. Mar. Sci.* 22:592-600.
- PUGH, P. 1984. The diel migrations and distributions within a mesopelagic community in the North East Atlantic. 7. Siphonophores. *Prog. Oceanogr.* 13(3): 461-489.
- QUEIROZ DE ALBUQUERQUE, C., J. MUELBERT & L. SAMPAIO. 2009. Early developmental aspects and validation of daily growth increments in otoliths of *Micropogonias furnieri* (Pisces, Sciaenidae) larvae reared in laboratory. *Pan-Am. J. Aq. Sci.* 4(3): 259-266.
- RAMÍREZ, T. & B. MARÍN. 2006. Edad y crecimiento en larvas de *Sardinella aurita* (Pisces: Clupeidae) del nororiente de Venezuela, mediante el análisis de sus otolitos. *Cienc. Mar.* 32(3): 559-567.
- RAVENTÓS, N. & E. MACPHERSON. 2001. Panktonic larval duration and settlement marks on the otoliths of Mediterranean littoral fishes. *Mar. Biol.* 138: 1115-1120.
- RICHARDS, F. 1960. Some chemical and hydrographic observations along the north coast of South America. I Cabo Tres Puntas to Curacao, including the Cariaco Trench and the Gulf of Cariaco. *Deep-Sea Res.* (7): 163-182.
- RICHARDS, W. 2005. Early stages of Atlantic fishes: an identification guide for the Western Central North Atlantic. Vol 1-2. CRC press, Boca Raton, Florida. United States. 1312 p.
- RICHARDSON, S., J. LAROCHE & M. RICHARDSON. 1980. Larval fish assemblages and association in the North-east Pacific Ocean along the Oregon coast, winter-spring 1972-1975. *Est. Coast. Mar. Sci.* 2: 671-699.
- RICKER, W. 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. *Bull. Fish. Res. Board Can., No 119.* Ottawa. 382 p.
- RUEDA, D. 2000. *Variación temporal de la distribución vertical de la biomasa fitoplanctónica en la depresión oriental de la cuenca de Cariaco y sus relaciones con los aspectos hidrográficos del estrato superficial (1996-1998).* Trab. Grad. M. Sc. Ciencias Marinas, Universidad de Oriente, Cumaná, Venezuela, 167 pp.
- RUEDA, D., E. TAL, & F. MULLER. 2018. Description and mechanisms of the mid-year upwelling in the southern Caribbean Sea from remote sensing and local data. *J. Mar. Sci. Eng.* 6(36): 1-19.
- SABATÉS, A. 1990. Distribution pattern of larval fish populations in the Northwestern Mediterranean. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 59: 75-82.
- SAKSENA, V. & W. RICHARDS. 1986. A new species of gadiform fish, *Bregmaceros houdei*, from the western Atlantic. *Bull. Mar. Sci.* 38(2): 285-292.
- SANVICENTE-AÑORVE, L., C. FLORES-COTO & L. SÁNCHEZ-VELASCO. 1998. Spatial and seasonal patterns of larval fish assemblages in the southern Gulf of Mexico. *Bull. Mar. Sci.* 62(1): 17-30.
- SECOR, D., J. DEAN & E. LABAN. 1992. Otolith removal and preparation for microstructural examination. En: *Otolith microstructure examination and analysis.* D. Stevenson, y S. Campana (eds.). *Can. Spec. Pub. Fish. Aq. Sci.* 117: 73-100.
- SHIN, Y. & M. ROCHET. 1998. A model for the phenotypic plasticity of North Sea herring growth in relation to trophic conditions. *Aq. Living Res.* 11: 315-324
- SOKAL, R. & F. ROHLF. 1997. Biometry. The principles and practice of statistics in biological research. 3^a ed. Freeman. New York, EEUU. 887 p.
- SOMARAKIS, S., E. MARAVEYA & N. TSIMENIDES. 2000. Multispecies ichthyoplankton associations in epipelagic species: is there any intrinsic adaptive function? *Belgian J. Zool.* 130(1): 125-129.
- SPONAUGLE, S., J. LLOPIZ, L. HAVEL & T. RANKIN. 2009. Spatial variation in larval growth and gut fullness in a coral reef fish. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 383:239-249.

- SQUIRE, J. & Z. SUZUKI. 1990. *Migration trends of striped marlin (Tetrapturus audax) resources in the Pacific Ocean*. p. 67-80. En: *Planning the future of billfishes*. R. Stroud (Ed). National Coalition for Marine Conservation Inc. Savannah, G.A.
- TAYLOR, G., F. MULLER-KARGER, R. THUNELL, M. SCRANTON, Y. ASTOR, R. VARELA, L. TROCCHI, L. LORENZONI, K. FANNING, S. HAMEED & O. DOHERTY. 2012. Ecosystem response in the southern Caribbean Sea to global climate change. *Proc. Nat. Acad. Sci. US* 109(47): 19315-19320.
- THORROLD, S. & D. WILLIAMS. 1989. Analysis of otolith microstructure to determine growth histories in larval cohorts of tropical herring (*Herklotsichthys castelnaui*). *Can. J. Fish. Aq. Sci.* 46: 1615-1624.
- WALKER, H., W. WATSON & A. BARNETT. 1987. Seasonal occurrence of larval fishes in the nearshore southern California Bight of San Onofre, California. *Est., Coast. Shelf Sci.* 25: 91-109.
- WARD, T., P. BURCH & R. IVEY. 2012. South Australian sardine (*Sardinops sagax*) fishery: Stock assessment report 2012. Report to PIRSA Fisheries. South Australian Research and Development Institute (Aquatic Sciences), Adelaide. SARDI publication No. F2007/000765-4. *SARDI Res. Rep. Ser.* 667:101 p.
- WEATHERLEY, A. 1972. Growth and ecology of fish populations. London, England, Academic Press. 293 p.
- WILSON, D. 1972. Diel migration of sound scattered in to, and out of, the Cariaco Trench anoxic water. *J. Mar. Res.* 30:168-176.
- WILSON, D. & M. MCCORMICK. 1999. Microstructure of settlement-marks in the otoliths of tropical reef fishes. *Mar. Biol.* 134: 29-41.
- ZAVALA-GARCÍA, F. & C. FLORES-COTO. 1994. Abundance and distribution of Breagmacerotidae (Pisces) larvae in Campeche Bay, Mexico. *Cienc. Mar.* 20: 219-241.

RECIBIDO: Abril 2018.
 ACEPTADO: Octubre 2018.

APORTES A LA ICTIOLOGÍA DE VENEZUELA OBTENIDOS AL NORTE DE LA PENÍNSULA DE MACANAO (ISLA MARGARITA) VENEZUELA

FERNANDO CERVIGÓN † & ...

Museo Marino de Margarita, Boca del Río, Isla Margarita, Venezuela

Autor corresponsal: Alfredo Gomez Gazpar

RESUMEN: Los últimos peces estudiados por el Dr. F. Cervigón (1930-2017) fueron obtenidos durante la ejecución parcial de proyecto de investigación en aguas profundas al norte de la isla Margarita. Como en otras ocasiones, el coautor de este artículo fue colaborador responsable de las salidas al mar realizadas entre agosto y diciembre de 2011 al norte de la península de Macanao. Se hicieron 16 campañas con pescadores que ejercen su actividad en lugares con profundidad superior a 100 m utilizando diferentes artes de pesca (filetes fonderos, palangres de fondo y/o superficiales y líneas de mano). También se tomaron muestras de agua desde la superficie hasta 200 m de profundidad para determinar la hidrografía, la concentración de nutrientes y clorofila *a*. De las actividades pesqueras se obtuvieron muestras de cada especie, en especial ejemplares de las mayores tallas que se trasladaron al Museo Marino de Margarita para su estudio. Se identificaron cuatro especies que constituyen nuevos registros para el mar Caribe venezolano: *Carcharhinus longimanus*: Carcharhinidae; *Lepidocybium flavobrunneum*: Gempylidae; *Synagrops purpuratus*: Acropomatidae y *Gymnachirus labyrinthicus*: Achiridae. También 21 especies tuvieron una talla superior a la citada en la literatura. En total se identificaron 124 especies que fueron la última actividad científica del Dr. Cervigón. Asimismo, se mencionan resultados de variables ecológicas y comentarios generales del área estudio.

Palabras clave: peces, nuevos registros, mayores tallas, Caribe Venezuela.

ABSTRACT: The last fish studies made by Dr. F. Cervigón (1930-2017) obtained of a research project in deep waters at 200 m depth in Margarita Island, through sixteen campaigns at the north of Macanao Peninsula, using different fishing gears, from August to December 2011 recorded a total of 124 species being largest specimens transferred to the Margarita Marine Museum. Four new species were registered for the Venezuelan Caribe: *Carcharhinus longimanus*: Carcharhinidae; *Lepidocybium flavobrunneum*: Gempylidae; *Synagrops purpuratus*: Acropomatidae and *Gymnachirus labyrinthicus*: Achiridae. Also 21 species showed sizes larger than the cited literature. We consider that this last scientific activity is important for the ichthyology of Venezuela and deserves be published.

Key words: fishes, new records, larger sizes, Caribbean Venezuela.

INTRODUCCIÓN

La actividad científica del Dr. F. Cervigón (1930-2017) en Venezuela fue iniciada en 1960 principalmente con material de las islas de Cubagua y el suroeste de Margarita. Sus amigos pescadores le obsequiaban muestras de las capturas locales y de otras islas próximas; cuando capturaban peces poco frecuentes o raros los guardaban hasta finalizar sus campañas y los entregaban para su estudio, de esta manera fue posible su obra sobre Los Peces Marinos de Venezuela.

A partir de 1992 se traslada a residir en Caracas pero cada 15 días regresaba a Margarita donde permanecía una semana y fue rutina almorzar en la península de Macanao (La Pared) donde conversaba con pescadores amigos sobre su actividad y los peces que capturaban en fondos de profundidad localizados entre el norte de Macanao y los morros del archipiélago de Los Hermanos. También otros

pescadores que ejercen actividad al oeste de Margarita le hacían llegar material especialmente a través del Sr. J.L. Marval. Esto hizo posible publicar otro volumen de los Peces Marinos de Venezuela, por encontrar una nueva especie de Sciaenidae, añadiendo catorce nuevos registros para la ictiología venezolana y aumentando el conocimiento de especies poco conocidas, observando además, que la mayoría de especies provienen de pescas comerciales realizadas por pescadores en el norte y noroeste de isla de Margarita con tallas superiores a las mencionadas en la literatura (CERVIGÓN 2011).

Esta situación y el que fuera una área poco estudiada fue fundamento para presentar al Fondo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (FONACIT) un proyecto de investigación que permitiera trabajar directamente con los pescadores, el cual se ejecutó parcialmente. El segundo autor, realizó las campañas de pesca obteniendo

los peces que fueron estudiados por el primer autor en el Museo Marino de Margarita, siendo su última actividad con la ictiología. Considerando que identificó especies que constituían nuevos registros para el país y encontró otras con tallas mayores a las máximas que citaba la literatura, se decidió hacer una síntesis de los nuevos registros y mencionar las nuevas tallas máximas de otras especies capturadas. Esta contribución se fundamenta en la información que el Dr. Cervigón suministro al segundo autor para elaborar su presentación magistral en la reunión de ictiología (Primera Jornada de Ictiología Venezolana) celebrada en Cumaná (julio 2015) con auspicio del Instituto Oceanográfico de Venezuela (Universidad de Oriente) donde recibió merecido homenaje. En el Apéndice 1 se listan las especies colectadas al norte de la Península de Macanao en la Isla de Margarita.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de captura: principalmente al norte de la Isla de Margarita, además de material obtenido del archipiélago de Los Testigos. Entre agosto y diciembre de 2011 aguas afuera al norte de la Península de Macanao (Fig. 1) se realizaron 16 campañas de pesca utilizando las artes que emplean los pescadores en su trabajo normal; en cada una con botella Van Dorn se tomaron muestras de agua desde la superficie hasta 200 m de profundidad para determinar la hidrografía (temperatura, salinidad y oxígeno disuelto), la concentración de nutrientes inorgánicos y de clorofila *a*.

Artes de pesca utilizados: tren fondero (filete fondero) con longitud de ~1200 m (seis piezas) una altura de 10 m y abertura de malla de 7,6 cm (tres pulgadas) que permanecía fondeado durante 24 horas; palangre superficial derivante con longitud de ~2000 m que operaba durante 4-5 h; también se utilizó un palangre fondero con 2000 m de longitud, estos artes utilizan anzuelos No. 5 con carnada (sardina). También se emplearon cordeles y/o líneas utilizados por pescadores artesanales en Margarita. Los pescadores ejercen su actividad en puntos situados a 2-3 h de navegación con embarcaciones tipo peñero (eslora hasta 9 m) provistas con motores fuera de borda, luego proceden a tender las artes de fondo que dejan operando y al día siguiente en horas de la madrugada localizan el punto con posicionador satelital e izan el arte con la captura. También se utilizó una lancha campañera (eslora 14 m) con motor central con la cual se realizaron campañas de pesca durante de 3-4 días. Se obtuvieron peces con artes utilizados desde la superficie (palangre superficial) y con artes (tren fondero) que operaron hasta máximo 175

brazas (~350 m). Las tallas máximas previamente citadas fueron obtenidas por consulta electrónica del FishBase (FROESE & PAULY, 2017) y ROBERTSON *et al.* (2015). En el Apéndice 1 se citan las especies identificadas, la estructuración de órdenes, familias, géneros y especies se hizo de acuerdo a publicación especial de American Fisheries Society (PAGE *et al.* 2013).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Primeros registros en el mar Caribe de Venezuela

Carcharhinidae

1. *Carcharhinus longimanus* (POEY, 1861). Talla: 1350 mm de longitud total (LT) capturado en el sureste del archipiélago de Los Testigos utilizando palangre superficial. Es primer registro de la plataforma continental del oriente venezolano (Fig. 2).

Gempylidae

2. *Lepidocybium flavobrunneum* (SMITH, 1843). Talla: 710 mm (LT) y peso 3500 g. Capturado al norte de Margarita con palangre superficial. Es primer registro de la plataforma continental del oriente venezolano (Fig. 3).

Acropomatidae

3. *Synagrops purpuratus* nov. sp. Talla: 185 mm (LT) se captura al norte de Isla Margarita, con filete fondero en profundidad de 90 m (CERVIGÓN 2014; Fig. 4).

Achiridae

4. *Gymnachirus labyrinthicus* CERVIGÓN, 2018. Talla 175 mm (LT) se captura al norte de Isla Margarita, con filete fondero en profundidad de 130 m (CERVIGÓN 2018; Fig. 5).

Especies con talla superior a la mencionada en Venezuela y/o el Caribe

Squatinae

1. *Squatina david* ACERO, TAVERA, ANGUILA & HERNÁNDEZ, 2016. Talla 155 cm (LT) y peso 12 kg. Especie previamente identificada como *S. dumeril* que se menciona alcanza talla de 150 cm (CERVIGÓN & ALCALÁ 1999) siendo común de 100 cm (CERVIGÓN & FISHER 1979). De acuerdo a estudio molecular esta especie se agrupa con el clado americano de tiburones ángel, siendo hermana del clado de especies brasileras y su distribución va de Colombia a Surinam, a lo largo de la costa norte de Suramérica (ACERO *et al.* 2016).

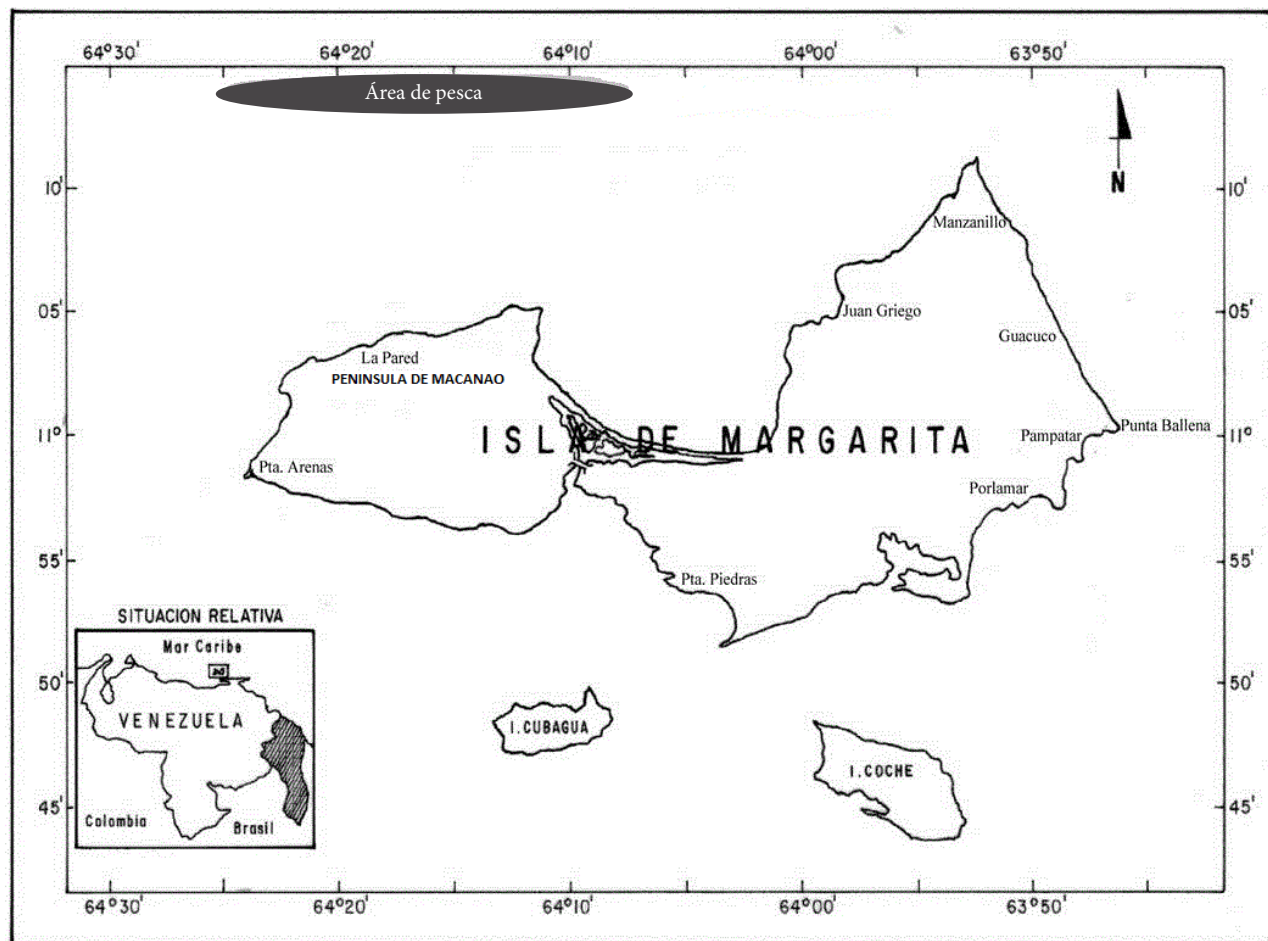


Fig.1. Área de pesca (en gris) al norte de la Península de Macanao en la Isla Margarita (Venezuela).

Brotulidae

2. *Brotula barbata* (BLOCH & SCHNEIDER, 1801). Talla: 610 mm (LT) y peso superior a 2000 g. Se menciona que en Venezuela la talla más frecuente alcanza 500 mm (CERVIGÓN *et al.* 1992). Su captura es común al norte de Margarita con filete y palangre fondero en profundidad superior a 200 m. Según ROBERTSON *et al.* (2015) registrada hasta un metro (sin mencionar cita).

Gadidae

3. *Urophycis cirrata* (GOODE & BEAN, 1896). Talla y peso: 695 mm (LT) y 2.850 g. La talla conocida era inferior a 570 mm (COHEN *et al.* 1990) aunque se menciona 66 cm (IGFA 2001). Se captura al norte de Isla Margarita, con palangre de fondo en profundidad superior a 200 m.

Antennariidae

4. *Fowlerichthys ocellatus* (BLOCH & SCHNEIDER, 1801). Talla y peso: 440 mm (LT) y 2900 g. Se mencionaba talla máxima conocida de 38 cm (ROBINS & RAY 1986). Capturado con cordel al oeste de Isla Margarita. Según ROBERTSON *et al.* (2015) registrada hasta 42 cm (sin mencionar cita).

Holocentridae

5. *Holocentrus rufus* (WALBAUM, 1792). Talla y peso: 354 mm (LT) y 451.3 g. La talla conocida en Venezuela era 35 cm (CERVIGÓN *et al.* 1992). Se captura al norte de Isla Margarita con filete fondero en profundidad superior a 100 m. Según ROBERTSON *et al.* (2015) registrada hasta 44 cm (sin mencionar cita).



Fig. 2. *Carcharhinus longimanus* (POEY, 1861).



Fig. 3. *Lepidocybium flavobrunneum* (SMITH, 1843).



Fig. 4. *Synagrops purpuratus* nov. sp. CERVIGÓN, 2014.



Fig. 5. *Gymnachirus labyrinthicus* CERVIGÓN, 2018.

Scorpaenidae

6. *Scorpaena dispar* LONGLEY & HILDEBRAND, 1940. Talla y peso: 288 mm (LT) y 421,73 g. La talla conocida era inferior 23 cm (ROBINS & RAY 1986). Se captura al norte de Isla Margarita con palangre de fondo en profundidad superior a los 100 m.

Serranidae

7. *Hemanthias leptus* (GINSBURG, 1952). Talla y peso: 540 mm (LT) y 710 mm (hasta extremo de filamentos caudales); con peso de 1500 g. La talla conocida en Venezuela era inferior a 500 mm (CERVIGÓN *et al.* 1992). Se captura al norte de Isla Margarita con palangre de fondo en profundidad de 100 m. Según ROBERTSON *et al.* (2015) conocida hasta 56 cm (sin mencionar cita).

Priacanthidae

8. *Pristigenys alta* (GILL, 1862). Talla y peso: 335 mm (LT) y 1000 g. La talla conocida era inferior a 300 mm (ROBINS & RAY 1986); según ROBERTSON *et al.* (2015) conocida hasta 33 cm (sin mencionar cita). Se captura al norte de Isla Margarita con cordel en profundidad de 150 m.

Triglidae

9. *Prionotus beanii* GOODE, 1896. Talla: 196 mm (LT) y peso 251 g. La talla previa conocida era 15 cm y citada por ejemplares capturados frente a Guayana en 50 m de profundidad (CERVIGÓN *et al.* 1992). Se captura al norte de Isla Margarita, con filete fondero en profundidad superior a los 100 m. Es record de talla, pero es ampliamente conocido del Sur del Caribe.

Acropomatidae

10. *Synagrops trispinosus* (MOCHIZUKI & SANO, 1984). Talla y peso: 258 mm (LT) y 156 g. La talla conocida en Venezuela era inferior a 115 mm (CERVIGÓN 1993). Según ROBERTSON *et al.* (2015) alcanza 13.7 cm (sin mencionar cita). Se captura al norte de Isla Margarita con filete fondero en profundidad de 150 m.

Carangidae

11. *Seriola rivoliana* VALENCIENNES, 1833. Talla y peso: 945 mm (LT) y 9150 g. La talla máxima conocida en Venezuela era 936 mm (CERVIGÓN 1993). Según ROBERTSON *et al.* (2015) alcanza al menos 163 cm; común de 60 cm (sin mencionar cita). Se captura al norte de Isla Margarita con filete fondero en profundidad de 140 m.

12. *Trachurus lathami* NICHOLS, 1920. Talla y peso: 480 mm (LT) y 920 g. La talla conocida era 400 mm (ROBINS & RAY 1986) y peso 500 g (CERVIGÓN *et al.* 1992). Se captura al norte de Isla Margarita con filete fondero en profundidad de 160 m.

Lutjanidae

13. *Lutjanus griseus* (LINNAEUS, 1758). Talla y peso: 785 mm (LT) y 7500 g. La talla máxima conocida en Venezuela, era 66 cm (CERVIGÓN 1993). Se captura al norte de Isla Margarita con palangre de fondo en profundidad de 240 m.

14. *Lutjanus analis* (CUVIER, 1828). Talla y peso: 820 mm (LT) y 7500 g. Se menciona talla máxima de 94 cm (IGFA 2001; ROBERTSON *et al.* 2015) pero parece equivocada porque los ejemplares grandes se confunden con *L. purpureus* que con frecuencia se captura de esa talla (CERVIGÓN 1993). Se pesca al norte de Isla Margarita con palangre de fondo en profundidad de 90 m.

Haemulidae

15. *Haemulon melanurum* (LINNAEUS, 1758). Talla y peso: 429 mm (LT) y 1000 g. La talla conocida era 33 cm (ROBINS & RAY 1986); ROBERTSON *et al.* (2015) cita talla 35 cm (sin mencionar cita). Se captura al norte de Isla Margarita con cordel en profundidad de 140 m.

Sciaenidae

16. *Protosciaena bathytatos* (CHAO & MILLER, 1975). Talla y peso: 510 mm (LT) y 1650 g. La talla máxima conocida era 42 cm (CERVIGÓN 1993). Se captura al norte de Isla Margarita con filete fondero en profundidad entre 100 y 200 m.

17. *Pareques umbrosus* (JORDAN & EIGENMANN, 1899). Talla y peso: 295 mm (LT) y 214 g. La talla máxima conocida era 25 cm (ROBINS & RAY 1986). Se captura al norte de Isla Margarita con filete fondero (tren enmallador) en profundidad de 120 m.

Mullidae

18. *Mullus auratus* JORDAN Y GILBERT, 1882. Talla y peso: 286 mm (LT) y 307 g. La talla máxima mencionada era 25 cm (ROBINS & RAY 1986). Según ROBERTSON *et al.* (2015) talla hasta 27 cm (sin mencionar cita). Se captura al norte de Margarita con filete fondero en profundidad de 160 m.

Paralichthyidae

19. *Paralichthys tropicus* GINSBURG, 1933. Talla y peso: 600 mm (LT) y 2600 g. La talla conocida era

500 mm (CERVIGÓN *et al.* 1992). Se captura al norte de Isla Margarita con palangre fondero en profundidad de 400-450 m.

20. *Ancylopsetta cycloidea* TYLER, 1959. Talla y peso: 280 mm (LT) y 230 g. La talla conocida era 25 cm (CERVIGÓN *et al.* 1992). Se captura al norte de Isla Margarita con palangre fondero en profundidad de 300 m.

Balistidae

21. *Balistes vetula* LINNAEUS, 1758. Talla y peso: 720 mm (LT) y 3840 g. La talla conocida era 60 cm (ROBINS & RAY 1986). Se captura al norte de Margarita con filete fondero en profundidad de 100 m.

Variables ecológicas

Hidrografía: en la superficie (1 m) la temperatura superficial varió entre 27,4 y 29,2°C; el oxígeno disuelto entre 4,1 y 5 ml/l y la salinidad entre 35,68 y 36,7. A profundidad entre 50 y 100 m osciló entre 23,2 y 27,4°C, el oxígeno entre 3,32 y 4,1 ml/l y salinidad entre 36,71 y 36,74. Entre 100 y 200 m la temperatura varía entre 21,0 y 25,6 °C; el oxígeno entre 2,78 y 4,14 ml/l y salinidad entre 36,42 y 36,92. En relación a los nutrientes (ugat/l) entre la superficie y 200 m el nitrato varió entre 0 y 0,38; el nitrato entre 0,13 y 0,97; el amonio fluctuó entre 0 y 1,10 a los 70 m de profundidad; el fosfato osciló entre 0 y 1,40 a los 160 m. La clorofila *a* (mg/m³) varió entre 0 en la superficie y 2,27 entre los 50-70 m de profundidad; debe notarse que entre 150-200 m su concentración fue menor a 0,40 mg/m³.

En la costa norte de la península de Macanao y en general del norte de Margarita se pescan peces con mayores tallas que en otras áreas de Nueva Esparta, una posible explicación puede relacionarse con mayor fertilidad de las aguas porque la surgencia tiene más intensidad y puede relacionarse con la mayor profundidad presente en el área. Las aguas tienen menor temperatura y mayores concentraciones de los nutrientes inorgánicos (nitrato, nitrato, amonio y fosfato) que en el sur y sureste de Margarita, en especial del nitrato con valores promedio hasta cinco veces mayores; también la clorofila *a* es mayor en el norte (GÓMEZ *et al.* 2008). En este estudio fue notable encontrar altos valores de clorofila (2,27 mg/m³) en 50-70 m de profundidad. La mayor fertilidad del área y la menor temperatura del agua podría explicar que los peces alcancen mayores tallas, lo que también se verifica en la talla promedio de la sardina *Sardinella aurita* capturada en el norte de la Isla de Margarita (GÓMEZ *et al.* 2008) y

las tallas medias de la mayoría de especies presentes en el área de surgencia son más elevadas que las de aguas más cálidas de la mayor parte del resto del mar Caribe (CERVIGÓN 2005). Asimismo, en esta área es frecuente la presencia de grandes ejemplares de tiburón ballena *Rhincodon typus* llamados localmente “guatiporra” que se congregan en la zona para la reproducción porque se han capturado neonatos (CERVIGÓN 2011). Durante las campañas realizadas con los pescadores fueron observados grandes cardúmenes de sardina desplazándose con dirección hacia el este. También los pescadores informan que cuando utilizan sus redes de pesca y nasas a menores profundidades, con gran frecuencia se capturan sardinas de talla mediana a grande.

Finalmente debe mencionarse que en algunos puntos del norte de Margarita, cuando fueron extraídos los artes de pesca fonderos (filetes y palangres) que operaron entre 170-200 m de profundidad (temperatura 21°C) al sacar las redes se obtuvieron pequeñas porciones de corales madreporicos de las especies *Trochocyathus fasciatus* y *Javania cailleti*, son corales de profundidad, también denominados azooxantelados porque carecen de microalgas simbióticas o zooxantelas. Estos corales son comunes en latitudes templadas, boreales y subárticas, viven en aguas frías con temperatura inferior a los 21 °C presentes en áreas con corrientes fuertes o zonas de surgencia (GEORGE & CAIRNS 2007). Entre el norte de la península de Macanao y el archipiélago Los Hermanos se alcanzan profundidades de hasta 500 brazas, por lo cual es posible que en esta área sean comunes corales de aguas frías, e incluso formar arrecifes.

AGRADECIMIENTOS

A Pedro A. Vásquez “Perucho” y Jesús Hernández “Chuito Macanao” de las localidades de playa La Restinga y El Tunal, por facilitar embarcaciones con sus tripulantes en las actividades de pesca. Gracias a Lic. Amalia Barceló y Prof. Ernesto Mata (Universidad de Oriente, Nueva Esparta) por análisis químicos. El Lic. Bladimir Rodríguez del Museo Marino facilitó versión preliminar de lista de peces del Proyecto. Gracias al Dr. Arturo Acero Pizarro (Univ. Nacional de Colombia, Sede Santa Marta) por sus comentarios.

REFERENCIAS

ACERO, A., J. TAVERA, R. ANGUILLA & L. HERNÁNDEZ. 2016. A new southern Caribbean species of angel shark (Chondrichthyes, Squaliformes, Squatinidae),

- including phylogeny, and tempo of diversification of american species. *Copeia*, 104(2): 577-585.
- CERVIGÓN, F. & W. FISCHER. 1979. INFOPECA. *Catálogo de especies marinas de interes economico actual o potencial para América Latina. Parte 1. Atlántico centro y suroccidental. FAO/UNDP, SIC/79/1*. 372 p. FAO, Rome.
- CERVIGÓN, F., R. CIPRIANI, W. FISCHER, L. GARIBALDI, M. HENDRICKX, A. LEMUS, R. MÁRQUEZ, J. POUTIERS, G. ROBAINA & B. RODRÍGUEZ. 1992. *Fichas FAO de identificación de especies para los fines de la pesca. Guía de campo de las especies comerciales marinas y de aguas salobres de la costa septentrional de Sur América*. FAO, Rome. 513 p.
- CERVIGÓN, F. 1993. *Los Peces Marinos de Venezuela. Vol.2*. Fundación Los Roques, Caracas, Venezuela. 497 p.
- CERVIGÓN, F. & A. ALCALÁ. 1999. *Los Peces Marinos de Venezuela. Vol.5. Tiburones y Rayas*. Fundación Museo del Mar, Caracas, Venezuela. 230 pp.
- CERVIGÓN, F. 2005. La ictiofauna marina de Venezuela: una aproximación ecológica. *Bol. Inst. Oceanogr. Venez. Univ. Oriente*, 44(1): 3-28.
- CERVIGÓN, F. 2011. *Los Peces Marinos de Venezuela. Vol VI*. Editorial Ex Libris, Caracas, Venezuela. 130 p.
- CERVIGÓN, F. 2014. *Los Peces Marinos de Venezuela. Vol.7*. Fundación Museo del Mar, Caracas, Venezuela (manuscrito).
- CERVIGÓN, F. 2018. Una nueva especie de lenguado del género *Gymnachirus* (Pleuronectiformes: Achiridae) del Norte de isla Margarita (Venezuela). *Bol. Inst. Oceanogr. Venez. Univ. Oriente*, 57: (sometido).
- COHEN, D., T. INADA, T. IWAMOTO & N. SCIALABBA. 1990. FAO species catalogue. Vol. 10. Gadiform fishes of the world (Order Gadiformes). An annotated and illustrated catalogue of cods, hakes, grenadiers and other gadiform fishes known to date. *FAO Fish. Synop.* 125(10). Rome: FAO. 442 p.
- FROESE, R. & D. PAULY. 2017. FishBase. World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org. version (10/2017).
- GEORGE, R. & D. CAIRNS. 2007. *Conservation and adaptive management of seamount and deep-sea coral ecosystems*. Rosentiel School of Marine and Atmospheric Science, University of Miami, Miami, 324 p.
- GÓMEZ, A., E. IZAGUIRRE & O. GÓMEZ. 2008. Ecología de caladeros, aspectos biológicos y pesca (2003-2006) de sardina *Sardinella aurita* (Pisces:Clupeidae) en Nueva Esparta, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Venez. Univ. Oriente*. 47(2): 113-128.
- IGFA, 2001. *Database of IGFA angling records until 2001*. IGFA, Fort Lauderdale, USA.
- PAGE, L., H. ESPINOSA-PÉREZ, T. FINDLEY, R. GILBERT, N. LEA, E. MANDRAK, R. MAYDEN & J. NELSON. 2013. Common and scientific names of fishes from the United States, Canada and Mexico, 7th edition. *American Fisheries Society, Special Publication 34*, Bethesda, Maryland. USA., 394 p.
- ROBERTSON, D., E. PEÑA, J. POSADA & R. CLARO. 2015. Peces costeros del Gran Caribe: sistema de información en línea, Versión 1.0 Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales, Balboa, República de Panamá.
- ROBINS, R. & C. RAY. 1986. *A field guide to Atlantic coast fishes of North America*. Houghton Mifflin Company, Boston, U.S.A. 354. ,p.

RECIBIDO: Febrero 2019.
 ACEPTADO: Febrero 2019.

Apéndice

 Lista de especies identificadas al norte de la Península de Macanao, Isla Margarita (agosto-diciembre 2011)

CLASE CHONDRICHTHYES

Orden Orectolobiformes

Familia Rhincodontidae

1. *Rhincodon typus* SMITH, 1828

Orden Lamniformes

Familia Pseudocarchariidae

2. *Pseudocarcharias kamoharai* (MATSUBARA, 1936)

Orden Carcharhiniformes

Familia Scyliorhinidae

3. *Scyliorhinus boa* GOODE Y BEAN, 1896

Familia Triakidae

4. *Mustelus higmani* SPRINGER & LOWE, 1963

5. *Mustelus norrisi* SPRINGER, 1939

Familia Carcharhinidae

6. *Carcharhinus longimanus* (POEY, 1861)

Orden Hexanchiformes

Familia Hexanchidae

7. *Heptranchias perlo* (BONNATERRE, 1788)

8. *Hexanchus vitulus* SPRINGER Y WALLER, 1969

Orden Squaliformes

Familia Centrophoridae

9. *Centrophorus granulosus* (BLOCH Y SCHNEIDER, 1801)

Familia Squalidae

10. *Squalus acanthias* LINNAEUS, 1758

Familia Dalatiidae

11. *Dalatias licha* (BONNATERRE, 1788)

12. *Isistius brasiliensis* (QUOY Y GAIMARD, 1824)

Orden Squatiniformes

Familia Squatinidae

13. *Squatina david* ACERO, TAVERA, ANGUILA Y HERNÁNDEZ, 2016

Orden Rajiformes

Familia Rajidae

14. *Raja cervigoni* BIGELOW Y SCHROEDER, 1964

Orden Myliobatiformes

Familia Dasyatidae

15. *Dasyatis americana* HILDEBRAND & SCHROEDER, 1928

Familia Myliobatidae

16. *Mobula hypostoma* (BANCROFT, 1831)

17. *Myliobatis freminvillei* LESUEUR, 1824

CLASE OSTEICHTHYES

Orden Anguilliformes

Familia Muraenidae

18. *Gymnothorax ocellatus* AGASSIZ, 1831

- 19. *Gymnothorax moringa* (CUVIER, 1829)
- 20. *Muraena robusta* OSÓRIO, 1911
- Familia Ophichtidae
 - 21. *Callechelys springeri* (GINSBURG, 1951)
 - 22. *Ophichthus puncticeps* (KAUP, 1860)
- Familia Congridae
 - 23. *Conger esculentus* POEY, 1858
 - 24. *Paraconger caudilimbatus* (POEY, 1867)
 - 25. *Rhyncoconger guppyi* (NORMAN, 1925)
- Orden Clupeiformes
 - Familia Clupeidae
 - 26. *Sardinella aurita* VALENCIENNES, 1847
- Orden Aulopiformes
 - Familia Synodontidae
 - 27. *Saurida normani* LONGLEY, 1935
 - 28. *Synodus intermedius* (SPIX & AGASSIZ, 1829)
- Orden Lampridiformes
 - Familia Lampridae
 - 29. *Lampris guttatus* (BRÜNNICH, 1788)
- Orden Gadiformes
 - Familia Merlucciidae
 - 30. *Merluccius albidus* (MITCHILL, 1818)
 - Familia Phycidae
 - 31. *Urophycis cirrata* (GOODE & BEAN, 1896)
- Orden Ophidiiformes
 - Familia Ophidiidae
 - 32. *Brotula barbata* (BLOCH & SCHNEIDER, 1801)
- Orden Lophiiformes
 - Familia Lophiidae
 - 33. *Lophius gastrophysus* MIRANDA-RIBEIRO, 1915
 - Familia Antennariidae
 - 34. *Fowlerichthys ocellatus* (BLOCH & SCHNEIDER, 1801)
- Orden Beryciformes
 - Familia Holocentridae
 - 35. *Corniger spinosus* AGASSIZ, 1831
 - 36. *Holocentrus ascensionis* (OSBECK, 1765)
 - 37. *Holocentrus rufus* (WALBAUM, 1792)
 - 38. *Ostichthys trachypoma* (GÜNTHER, 1859)
- Orden Zeiformes
 - Familia Zeidae
 - 39. *Zenopsis conchifera* (LOWE, 1852)
- Orden Gasterosteiformes
 - Familia Fistulariidae
 - 40. *Fistularia petimba* LACEPÈDE, 1803
- Orden Dactylopteriformes
 - Familia Dactylopteridae
 - 41. *Dactylopterus volitans* (LINNAEUS, 1758)
- Orden Scorpaeniformes
 - Familia Scorpaenidae

- 42. *Scorpaena agassizii* GOODE & BEAN, 1896
- 43. *Scorpaena brasiliensis* CUVIER, 1829
- 44. *Scorpaena dispar* LONGLEY Y HILDEBRAND, 1940
- 45. *Pontinus longispinis* GOODE & BEAN, 1896

Familia Triglidae

- 46. *Bellator ribeiroi* MILLER, 1965
- 47. *Prionotus beani* GOODE, 1896
- 48. *Prionotus punctatus* (BLOCH, 1793)

Familia Peristeidae

- 49. *Peristedion miniatum* GOODE, 1880

Orden Perciformes

Familia Acropomatidae

- 50. *Synagrops trispinosus* MOCHIZUKI & SANO, 1984
- 51. *Synagrops purpuratus* nov-sp

Familia Epinephelidae

- 52. *Cephalopholis cruentata* (LACEPÈDE, 1802)
- 53. *Gonioplectrus hispanus* (CUVIER, 1828)
- 54. *Hemanthias leptus* (GINSBURG, 1952)
- 55. *Hyporthodus flavolimbatus* (POEY, 1865)
- 56. *Hyporthodus niveatus* (VALENCIENNES, 1828)
- 57. *Mycteroperca interstitialis* (POEY, 1860)
- 58. *Mycteroperca profundorum* CERVIGÓN 2011

Familia Serranidae

- 59. *Paralabrax dewegeri* (METZELAAR, 1919)
- 60. *Serranus notospilus* LONGLEY, 1935

Familia Priacanthidae

- 61. *Heteropriacanthus cruentatus* (LACEPÈDE, 1801)
- 62. *Priacanthus arenatus* CUVIER, 1829
- 63. *Pristigenys alta* (GILL, 1862)

Familia Malacanthidae

- 64. *Caulolatilus chrysops* (VALENCIENNES, 1833)
- 65. *Caulolatilus cyanops* POEY, 1866

Familia Carangidae

- 66. *Caranx crysos* (MITCHILL, 1815)
- 67. *Decapterus macarellus* (CUVIER, 1833)
- 68. *Decapterus tabl* BERRY, 1968
- 69. *Seriola fasciata* (BLOCH, 1793)
- 70. *Seriola rivoliana* VALENCIENNES, 1833
- 71. *Trachinotus falcatus* (LINNAEUS, 1758)
- 72. *Trachurus lathami* NICHOLS, 1920

Familia Echeneidae

- 73. *Remora remora* (LINNAEUS, 1758)

Familia Bramidae

- 74. *Brama brama* (BONATERRE, 1788)

Familia Lutjanidae

- 75. *Lutjanus analis* (CUVIER, 1828)
- 76. *Lutjanus bucanella* (CUVIER, 1828)
- 77. *Lutjanus griseus* (LINNAEUS, 1758)
- 78. *Lutjanus purpureus* (POEY, 1866)

79. *Lutjanus vivanus* (CUVIER, 1828)
 80. *Ocyurus chrysurus* (BLOCH, 1791)
 81. *Pristipomoides aquilonaris* (GOODE & BEAN, 1896)
 82. *Rhomboplites aurorubens* (CUVIER, 1829)
- Familia Haemulidae
 83. *Haemulon aurolineatum* CUVIER, 1830
 84. *Haemulon melanurum* (LINNAEUS, 1758)
 85. *Haemulon parra* (DESMAREST, 1823)
 86. *Haemulon plumieri* (LACEPÈDE, 1801)
 87. *Haemulon steindachneri* (JORDAN & GILBERT, 1882)
 88. *Haemulon striatum* (LINNAEUS, 1758)
- Familia Sparidae
 89. *Calamus penna* (VALENCIENNES, 1830)
- Familia Sciaenidae
 90. *Pareques umbrosus* (JORDAN & EIGENMANN, 1889)
 91. *Protosciaena bathytatos* (CHAO & MILLER, 1975)
 92. *Ophioscion punctatissimus* MEEK & HILDERBRAND, 1925
 93. *Protosciaena bathytatos* (CHAO & MILLER, 1975)
- Familia Mullidae
 94. *Mullus auratus* JORDAN & GILBERT, 1882
 95. *Mulloidichthys martinicus* (CUVIER, 1829)
- Familia Labridae
 96. *Lachnolaimus maximus* (WALBAUM, 1792)
 97. *Scarus guacamaia* CUVIER, 1829
- Familia Percophidae
 98. *Bembrops anatrostris* GINSBURG, 1955
- Familia Uranoscopidae
 99. *Astroscopus* sp. cf. *A. y-graecum* (CUVIER, 1829)
 100. *Kathetostoma cubana* BABOUR, 1941
- Familia Chaenopsidae
 101. *Emblemariopsis diaphana* LONGLEY, 1927
- Familia Gobiidae
 102. *Oxyurichthys stigmalocephus* (MEAD & BÖHLKE, 1958)
- Familia Sphyraenidae
 103. *Sphyraena barracuda* (EDWARDS, 1771)
- Familia Gempylidae
 104. *Lepidocybium flavobrunneum* (SMITH, 1843)
 105. *Neoepinnula orientalis* (GILCHRIST & VON BONDE, 1924)
 106. *Ruvettus pretiosus* COCCO, 1833
- Familia Trichiuridae
 107. *Evoxymetopon taeniatus* POEY, 1863
- Familia Scombridae
 108. *Auxis thazard* (LACEPÈDE, 1800)
 109. *Sarda sarda* (BLOCH, 1793)
 110. *Scomber japonicus* HOUTTUYN, 1782
 111. *Thunnus obesus* (LOWE, 1839)
- Familia Nomeidae
 112. *Cubiceps gracilis* (LOWE, 1843)
 113. *Cubiceps* sp.

Familia Ariomatidae

114. *Ariomma regulus* (POEY, 1868)

Orden Pleuronectiformes

Familia Paralichthyidae

115. *Ancylopsetta cycloidea* TYLER, 1959116. *Cyclopsetta fimbriata* (GOODE & BEAN, 1885)117. *Paralichthys tropicus* GINSBURG, 1933118. *Syacium papillosum* (LINNAEUS, 1758)

Familia Cynoglossidae

119. *Symphurus laberinticus* CERVIGÓN 2018

Orden Tetraodontiformes

Familia Balistidae

120. *Balistes capriscus* GMELIN, 1789121. *Balistes vetula* LINNAEUS, 1758122. *Canthidermis maculata* (BLOCH, 1786)

Familia Monacanthidae

123. *Aluterus monoceros* (LINNAEUS, 1758)

Familia Ostraciidae

124. *Lactophrys trigonus* (LINNAEUS, 1758)

BIODIVERSIDAD, ABUNDANCIA Y DENSIDAD DE EJEMPLARES JUVENILES DE CAMARONES PENEIDOS CAPTURADOS EN LA LAGUNA LA RESTINGA. ISLA MARGARITA. VENEZUELA

MARCELO A. SCELZO

Universidad Nacional de Mar del Plata/CONICET. Argentina

E-mail: mascelzo@gmail.com

RESUMEN: Se describen las condiciones hidrográficas del hábitat de captura (temperatura del agua y aire, salinidad, oxígeno disuelto, nitritos, nitratos, amonio y fosfatos) en los sectores denominados Pasadero y Botadero de la laguna de manglar La Restinga, Isla de Margarita, Venezuela. Se analiza la presencia y abundancia densidad (ej.m⁻²) y frecuencia de captura de los ejemplares juveniles de las especies de camarones peneidos marinos más frecuentes. Las capturas de camarones peneidos juveniles fueron llevados a cabo durante los años 1979 – 1983 y 1999. Fueron hallados postlarvas avanzadas y juveniles de tres especies de camarones peneidos: el camarón rosado con manchas *Farfantepenaeus brasiliensis* (74,6%), el camarón rosado del sur *F. notialis* (16,9%) y el camarón café *F. subtilis* (0,03%). Juveniles y adultos de otras especies, como el camarón blanco *Litopenaeus schmitti* y el camarón titi *Xiphopenaeus kroyeri*, han sido hallados en playas que bordean la Isla de Margarita. El reclutamiento de juveniles en los sectores internos de la laguna, sobre las praderas de la fanerógama sumergida *Diplanthera wrightii* es continuo durante el año. La abundancia de las especies es variable a lo largo del año. *F.brasiliensis* es dominante durante los meses centrales del año (marzo a noviembre), coincidentes con las temperaturas promedios más elevadas. *F.notialis* fue dominante entre los meses de diciembre y febrero del año siguiente, periodo del año con las menores temperaturas, especialmente en Canal de entrada a la Laguna y mar adyacente. No fueron halladas diferencias morfológicas (longitud total, longitud caparazón, peso) entre sexos en las especies estudiadas dentro del rango de las tallas capturadas. Los ejemplares más pequeños capturados tuvieron una longitud total entre 8-10 mm. La emigración de los “nursery grounds” en La Restinga se inicia alrededor de los 100 mmLT. Los ejemplares mayores capturados no superaron los 120 mmLT. La Restinga es un ambiente lagunar hipersalino con salinidades oscilando entre 41- 49 ‰. Las temperaturas promedio del agua de mar ha sido entre 27-30°C, los valores mas altos fueron hallados en los meses centrales del año. Las concentraciones promedios anuales de oxígeno disuelto, oscilaron entre 3-4 ml.l⁻¹ y los nutrientes (amonio, nitrito, nitratos y fosfatos) fueron inferiores a 1µg.at⁻¹.l⁻¹.

PALABRAS CLAVE: Camarones peneidos marinos * juveniles * laguna hipersalina * nursery ground * Reclutamiento

ABSTRACT: Biodiversity inside the Pasadero and Botadero sectors of the La Restinga mangrove lagoon, Margarita Island registered the presence of late postlarvae and early juveniles of *Farfantepenaeus brasiliensis* (74.6%); *F. notialis* (16.9%); and *F. subtilis* (0.03%) during the years 1979-1983 and 1999. The abundance of these species is variable along the year being the *F. brasiliensis* dominant from March to November, in coincidence with the highest temperature values, whereas *F. notialis* was the dominant between December and February, with the lowest temperature values. No morphological differences were found between sexes; the total length range was between 8-120 mm. The emigration of the nursery grounds begins around the size of 100 mm. La Restinga is a hypersaline habitat showing salinities between 41-49‰; sea-water temperatures between 27-30°C; annual mean of oxygen concentration between 3-4 ml.l⁻¹ and nutrients (ammonia, nitrite, nitrates and phosphate) lower than 1µg.at⁻¹.l⁻¹.

KEY WORDS: Marine penaeids shrimps * juveniles * hypersaline lagoon * nursery ground * Recruitment *

INTRODUCCIÓN

La Isla de Margarita, está situada a los 11° N y 64° W, en el extremo nor-oriental de Venezuela y junto con dos islas menores: Coche y Cubagua, conforman el actual Estado Nueva Esparta (Fig.1). De acuerdo a MONTE (1978), la Isla Margarita está constituida por dos islas diferentes unidas naturalmente por una estrecha y larga barra arenosa que se denomina “restinga”. Sus hermosos paisajes tanto terrestres como marinos, la calidez de gente, sean tanto pobladores nativos, como extranjeros y el clima

tropical, le han valido el reconocido nombre de “la perla del Caribe”. La laguna La Restinga es la laguna de mayor superficie localizada en Isla Margarita. Es una típica laguna de manglar y ha sido estudiada en diferentes aspectos tanto bióticos como abióticos, por trabajos realizados por diversos autores (GÓMEZ 1983, CERVIGÓN & GÓMEZ 1986, GÓMEZ 1991a, b). Siendo una laguna de origen marino, sin efluentes de agua dulce, salvo aquellos producidos por corrientes durante la época de lluvias, se trata de un cuerpo de agua cuya salinidad va incrementándose en dirección al interior de la laguna. Dicha laguna se comporta como área

de refugio y cría (nursery ground) de muchas especies de organismos acuáticos, especialmente de camarones peneidos (SCELZO 1982) como lo hacen diversas lagunas tropicales, incluso en diversas regiones del territorio marino costero venezolano comportándose como estuarios positivos (menor salinidad) o negativos (mayor salinidad). Factores ambientales, tales como temperatura del agua, aire, salinidad, oxígeno disuelto, productividad primaria y nutrientes (amonio, nitritos, nitratos y fosfatos), son parámetros ecológicos claves para interpretar cualquier fenómenos biológico. Desde el punto de vista climático, MONENTE (*op.cit.*) indica que el régimen de precipitaciones en la Isla de Margarita es independiente del que sigue el resto de Venezuela. Fundamentalmente se pueden reconocer dos períodos anuales: el primero de febrero a mayo, corresponde a la “época seca”, el segundo abarca de junio a diciembre y constituye la “época lluviosa”, siendo enero y mayo los meses de transición (T). La temperatura presenta un promedio de 28 °C, con un mínimo de 18 y un máximo de 36,2 °C. En términos generales el clima es seco, ya que la precipitación anual oscila entre 300-500 mm. No obstante, la humedad relativa es elevada (70-75 %) y la evaporación entre 6,7 y 11,2 mm/día. De esa manera se

puede reconocer una estación “fría”, que abarca los meses de diciembre a mayo, con una temperatura de alrededor de 27 °C y una estación “cálida”, entre los meses de julio a noviembre, con una temperatura mayor de 28 °C. Las mareas son de tipo diurno mezclado, con una pleamar cada veinticuatro horas y semi-diurnas en octubre-noviembre, alcanzando los 90 cm de amplitud y mareas más bajas (30 cm) en marzo y abril (MONENTE *op.cit.*, CERVIGÓN & GÓMEZ *op.cit.*).

Además de La Restinga, la Isla Margarita posee numerosas lagunas litorales mencionadas por CERVIGÓN & GÓMEZ (*op.cit.*). Excepto por el Caño El Cardón que es salobre, las restantes son lagunas marinas y generalmente hipersalinas, caracterizadas por ser litorales, algunas de ellas verdaderas albuferas, con una boca de comunicación con el mar. En el interior de la laguna, los agentes del transporte son: el agua en forma de torrente durante los días lluviosos y el viento que sopla constantemente con cierta intensidad y durante todo el año preponderantemente del sector este-noreste. El sedimento de las lagunas es de tipo reductor en toda el área sumergida y presenta un color gris oscuro o negro característico (ZARZOSA 1974). Dentro del sistema de lagunas litorales, digno es de



Fig. 1. Estado Nueva Esparta. Fuente internet.

mención la laguna de Boca Chica, situada en la Península de Macanao, el extremo sud-occidental de la Isla. Esta es una típica laguna hipersalina, cuya salinidad cercana a las 300 partes por mil y donde prosperan poblaciones del crustáceo branquiostraco *Artemia* (SCELZO & VOGLAR 1980) cuyos quistes, larvas y/o biomasa de adultos son de gran utilidad en acuicultura. Las aguas marinas que circundan la Isla de Margarita están afectadas por una surgencia costera o afloramiento, que fertiliza las capas superiores del mar, transportando a la superficie elementos nutritivos que constituyen la base para la producción de materia orgánica en el mar (MARGALEF 1982, CERVIGÓN & GÓMEZ *op.cit.*). Un estudio realizado por GÓMEZ GASPAS (1996) señala que durante los meses de junio a noviembre, la producción mantuvo valores superiores a $800 \text{ mgC}\cdot\text{m}^{-3}\cdot\text{día}^{-1}$, mientras que desde diciembre a marzo osciló entre 350 a $450 \text{ mgC}\cdot\text{m}^{-3}\cdot\text{día}^{-1}$. Son clásicos los trabajos de VOLTOLINA & VOLTOLINA (1974 a, b y c) en relación a la caracterización hidroquímica de La Restinga.

La laguna de manglar La Restinga (Fig. 2) es considerada un Parque Nacional, área con régimen de

administración especial señalada en la Gaceta Oficial del Estado Nueva Esparta del año 1997. Dicha laguna separa la Península de Macanao del resto de la isla, quedando conectada mediante el puente de Boca de Río o de La Restinga. Esta albufera es un cuerpo de agua de forma triangular con un área de $26\text{-}30 \text{ Km}^2$ con su ápice que forma la comunicación con el mar Caribe en el sector sur, constituido por un canal de alrededor de 100 metros de ancho y una profundidad no mayor de 6 metros en la zona más profunda (ZARZOSA *op.cit.*). A la vera del canal de entrada o boca de la laguna, se ha ido desarrollando el pueblo de Boca del Río, sede del Centro de Investigaciones Científicas y Escuela de Ciencias del Mar, Núcleo Nueva Esparta de la Universidad de Oriente. La base del triángulo de la laguna La Restinga mira hacia el norte, formado por la barra arenosa o restinga de alrededor de 23 km de longitud (CERVIGÓN & GÓMEZ *op.cit.*).

Posee una cuenca hidrográfica de 159 Km^2 . El agua de mar que penetra por la boca de la laguna situada en el extremo sur, se dispersa en el espejo de agua de menor profundidad, produciendo una pérdida de la energía potencial proveniente de las olas del mar.



Fig. 2. Mapa de La Restinga. Fuente original Internet modificado

El clima general de la cuenca es xerófilo produciéndose una evaporación de aproximadamente 10% diario que provoca la formación de depósitos salinos causantes de un fenómeno curioso, ya que luego de una lluvia intensa, donde cabría esperar una merma en la salinidad de la laguna, se produce un hecho anómalo: un aumento de la salinidad, ya que el agua de escorrentía disuelve gran cantidad de sales de la cuenca (ZARZOSA *op.cit.*). En las denominadas “zonas marginales”, extremos oriental y occidental de la laguna, la salinidad puede llegar hasta 90 ‰ en el primer lugar y hasta 60 ‰ en el segundo. En términos generales, el sedimento de la laguna es de grano fino y medio, con contenido alto de materia orgánica y carbonato de calcio, siendo un ambiente reductor, de color gris a negro. Los desniveles de mareas son escasos y según (MONENTE *op.cit.*) la diferencia entre la marea más alta y la más baja a lo largo del año, no supera los 90 cm de amplitud. Las mareas más altas suelen sucederse en octubre, mientras que las mínimas del año corresponden a marzo. La laguna de la Restinga, queda ubicada en la zona más seca de la isla, con una precipitación anual que apenas alcanzó 336 mm en el período 1949-64. Las temperaturas mínimas del agua de mar de la laguna se registran entre enero a marzo y las máximas entre agosto a octubre. La salinidad es mayor que la del mar adyacente es decir, se considera un estuario negativo. En el canal de entrada el agua cercana al fondo presenta una temperatura y salinidad mayor (ocasionando una mayor densidad) que el agua superficial que proviene del mar adyacente.

CERVIGÓN & GÓMEZ (*op.cit.*) citan una extensa bibliografía de las lagunas costeras de Margarita. La mayor parte de esos estudios se han realizado tanto en la boca de entrada a la laguna o en área cercana. El alto contenido de nutrientes y las condiciones especiales de circulación convierten a esta laguna en un lugar privilegiado para ser empleada en cultivo (MONENTE *op.cit.*).

El borde de la laguna está constituido por varias especies de mangle, principalmente del mangle rojo *Rhizophora mangle*, formando un verdadero bosque a la orilla del mar, como es típico de los manglares tropicales. Al mangle rojo se le suma el mangle negro *Avicenia nitida*, el mangle bastoncillo *Conocarpus erectus* y el mangle blanco *Laguncularia racenosa*.

En particular, la fauna de crustáceos es muy variada, especialmente los Decapoda (RODRÍGUEZ 1980, SOLER 1985, SOLER & SCELZO 1985), entre los cuales se destacan los cangrejos portúnidos del género *Callinectes* (ORTIZ 1978).

Digno de mención es la presencia de ejemplares juveniles de camarones del género “*Penaeus*”, especialmente *F. brasiliensis* y *F. notialis* (SCELZO 1982).

Dentro de la laguna se hallan distintos subsectores e islotes rodeado de canales. En el fondo de los canales y principalmente de los diferentes espejos de aguas interiores, se va depositando materia orgánica, donde los procesos oxidativos son muy altos, formando ambientes hipóxicos o anóxicos con alto contenido en ácido sulfhídrico. Dicha materia orgánica no está consolidada y en ciertos lugares forma un fango blando de alrededor de un metro de espesor. Esa materia orgánica constituye un aporte importante de energía para muchos organismos filtradores, incluso a los camarones.

En los extremos occidental y oriental del interior de La Restinga se destacan sectores conocidos por los nombres de “Pasadero”, “Punta Gaviota” y “Botadero” (Fig. 2). Estos sectores son llanos y de muy poca profundidad, menos de un metro. Se caracterizan por la ausencia de mangle u otro tipo de vegetación, especialmente en el sector occidental de la laguna. El fondo es cenagoso, con alto contenido de materia orgánica (hasta 6%), intercalado con restos de grava o conchilla de moluscos fósiles actuales o recientes (ZARZOSA *op.cit.*).

En las aguas someras, de escaso medio metro de profundidad, se desarrolla otra comunidad de fanerógamas marinas sumergidas, constituida principalmente por *Diplanthera (Halodule) wrightii* (Ascherson), pero está ausente *Thalassia testudinum* que se la puede hallar cercana a la boca de entrada. Ambas fanerógamas requieren de aguas claras, pero esta última requiere aguas de salinidad similar a la del mar. Los tubérculos o rizomas de ambas fanerógamas se entierran en el substrato y conjuntamente con sus raíces contribuyen a retener la materia orgánica en suspensión. Las praderas sumergidas de ambas especies sirven de protección, alimento y asiento de una variada fauna y flora, bacterias, diatomeas, algas filamentosas viven epífitas en sus hojas y en forma similar los ejemplares juveniles de varias especies de invertebrados y peces. Digno de mención es al alto número de camarones juveniles de cuatro especies del complejo género “*Penaeus*” que suelen habitar en las praderas de *Diplanthera* que se hallan en el interior de La Restinga (SCELZO 1982).

Queremos destacar que a pesar de haberse realizado un número considerable de trabajos de investigación sobre distintos aspectos bióticos y parámetros ambientales

de la laguna de la Restinga, la mayoría de ellos se han centrado en áreas cercanas a la boca de entrada a la misma y adyacencias, siendo escasos los trabajos publicados aportando datos hidroquímicos especialmente del interior de la misma. Trabajos más recientes sobre aspectos hidroquímicos fueron realizados por SALAZAR *et al.* (2003) y VELAZQUEZ *et al.* (2016) Además, a pesar de su gran importancia, son casi inexistentes las publicaciones sobre el ciclo de vida (presencia, abundancia, estructura de la población en la “ecofase lagunar”, inmigración y emigración) de las diferentes especies de camarones que allí habitan, especialmente en su fase juvenil.

Tanto la escasa información publicada (ANGELL 1976), como la experiencia práctica o empírica, indicaban que los juveniles del camarón *F. brasiliensis* (Latreille) y *F. notialis* (Pérez Farfante), eran los más abundantes en las lagunas litorales de la Isla de Margarita. El escaso conocimiento de la presencia y abundancia de juveniles de dichas especies y el desconocimiento del ritmo de crecimiento de los mismos en la Laguna la Restinga, junto con el escaso conocimiento de las condiciones hidroquímicas del interior de la laguna, alentaron la realización de este estudio.

Este trabajo resume las investigaciones sobre la presencia y abundancia de camarones juveniles en el interior de la laguna de manglar La Restinga, Isla Margarita, Venezuela. MONENTE (*op.cit.*) menciona a las especies *Farfantepenaeus brasiliensis* (como *Penaeus brasiliensis*) y *F. notialis* (como *Penaeus notialis*) y destacó el importante rol de la Laguna de la Restinga como vivero de muchas especies, citando al camarón blanco *Litopenaeus schmitti*. Aunque dicha especie penetra ocasionalmente al interior de las lagunas hipersalinas. Parte de las investigaciones que aquí se dan a conocer, se iniciaron en 1976 con el objeto de desarrollar el Proyecto Carcinicultura (Torti 1976), siendo financiadas por los Subsidios del Consejo de Investigaciones de la Universidad de Oriente, principalmente para el cultivo (engorde) de *F. brasiliensis* y otras especies de camarones nativas de Venezuela. Dicho proyecto, como otros similares, fueron propiciados por el interés siempre de manifiesto del Dr. Fernando Cervigón –recientemente fallecido- quién fue director del Centro de Investigaciones Científicas de la UDO, Boca del Río durante el período en el cual se desarrollaron estos estudios y este trabajo pretende ser un reconocimiento a su labor.

Los datos –históricos- aquí detallados de la presencia y la abundancia de juveniles de las diferentes especies de camarones y densidad durante el ciclo anual en la laguna La Restinga, formaron parte de la Tesis Doctoral del autor. A pesar de que los datos originales fueron obtenidos durante la década de los años ochenta del siglo pasado no dejan de ser datos históricos que merecen darse a conocer y emplearse además para estudios de carácter ecológico, impacto ambiental o variaciones naturales sobre el estado de salud del ecosistema.

MATERIALES Y METODOS

Obtención de las muestras, Areas de pesca y metodología para la captura de camarones

Los ejemplares de juveniles y pre-adultos de camarones fueron capturados en los sectores occidental conocido como Pasadero y en forma irregular, en el sector oriental conocidos como Botadero y Punta Gaviota de la laguna La Restinga (Fig. 2). El traslado hasta los sitios de pesca y retorno, se hizo por agua, mediante el empleo de diferentes embarcaciones (cascos de madera, fibra de vidrio, caucho neumático) con motor fuera de borda (15-35 HP). Las salidas de pesca se realizaron durante las horas de la mañana durante el período 1979-85 y en horas de la noche y madrugada en 1999. El equipo de pesca estuvo constituido, principalmente, por dos pescadores, un técnico a cargo de las determinaciones de parámetros ambientales (temperatura, salinidad, oxígeno y nutrientes).

La toma de muestras de agua y la pesca de camarones juveniles se efectuó entre los años 1979-1983 y tuvieron una periodicidad variable –semanal, cada dos semanas o mensual. La temperatura del agua y del aire fue determinada *in situ* mediante termómetros de vidrio con bulbo de mercurio ($\pm 0,1^{\circ}\text{C}$) o alcohol ($\pm 1^{\circ}\text{C}$). La salinidad fue determinada mediante refractómetros de campo y laboratorio (Américan Optical, Baush y Lomb), sensibilidad ($\pm 1 \text{‰}$) o analíticamente (sensibilidad $\pm 0,01\text{‰}$) y los valores se expresan en partes por mil (‰) o unidades prácticas de salinidad (ups). El oxígeno se determinó analíticamente (Método de Winkler). Una muestra de agua era fijada *in situ* y la determinación en laboratorio o *in situ* mediante oxígeno metro portátil YSI Mod.57. Los valores fueron expresados en mililitros por litro (ml.l^{-1}) y la sensibilidad a la décima o centésima, según la metodología usada.

Los nutrientes (amonio, nitrito, nitrato y fosfatos) fueron determinados analíticamente mediante espectrofotómetro

y los valores expresados en microgramo/átomo por litro (ug.at.l⁻¹) con una sensibilidad a la centésima. Para los análisis cuali-cuantitativos de los nutrientes se tomó como referencia el trabajo de STRICKLAND & PARSONS (1976). Los datos en las Tablas se expresan en valores promedio, su desvío, sus rangos y el coeficiente de variación.

Para la captura de los camarones (postlarvas y juveniles) se seleccionaron sectores donde eran visibles las praderas de la fanerógama *Diplanthera wrighti*. Se empleó una red o “chinchorro” con una malla de 10 – 20 mm de abertura (1979-1985) y 5 mm (1999) y una longitud de 2-3 metros. Para el cálculo de densidad (ejemplares por unidad de área), se seleccionaba el área de pesca y se marcaban dos puntos distantes mediante dos estacas unidas con una cuerda extendida y de tamaño conocido. Dos pescadores tomaban cada uno un extremo de la red estando separados por la distancia de uno-dos metros, según el caso y una tercera persona operaba en el centro. La red era arrastrada por el fondo, sobre las praderas de *Diplanthera*, generalmente en distancias fijas, pero que podían ser variables entre las distintas salidas de pesca. Conociendo el área barrida por la red y el número de ejemplares capturados se realizó el cálculo de la densidad de ejemplares por unidad de superficie. Los camarones fueron fijados en una solución de formol 5-10 %. Se tenía la precaución de no efectuar la pesca exactamente en el mismo lugar donde se había pescado previamente a fin de evitar errores metodológicos por extracción de ejemplares sin reposición y evitar crear condiciones de hipoxia o anoxia al removerse el fondo cenagoso y con alto contenido en materia orgánica.

Caracterización de la comunidad

Simultáneamente con la captura de camarones se realizó un relevamiento de la fauna de invertebrados y peces acompañante de la captura de camarones sobre la fanerógama *Diplanthera*. El objetivo específico fue conocer la biodiversidad de la fauna acompañante que pudiera ser considerada como depredadores potenciales o alimento de los camarones. La determinación específica de los integrantes de dicha comunidad –específicamente de moluscos y peces- fue realizada por el Dr. Alfredo Gómez G. profesor de la Universidad de Oriente.

Identificación y muestreo morfométrico de las especies de camarones

El análisis e identificación del material de camarones y fauna acompañante se efectuó en los laboratorios del CIC-

UDO (1979-1985) y en el Museo Marino de Margarita de Boca del Río (1999), los ejemplares juveniles y pre-adultos fueron identificados empleando las claves taxonómicas de DAVANT (1973), PÉREZ-FARFANTE (1969, 1970).

Para la sinonimia de las especies se utilizó la revisión realizada por PÉREZ FARFANTE & KENSLEY (1997). El sexo fue determinado mediante la presencia de las placas del tético en las hembras o del petasma en los machos.

Para cada ejemplar se determinó:

Largo total (LTmm): extremo del rostro hasta el extremo del telson.

Largo de caparazón (LCmm): entre la cuenca orbitaria y la parte posterior media del caparazón. Estas dos mediciones se efectuaron con lupa binocular (Wild M3) mediante ocular graduado. Los ejemplares de mayor tamaño fueron medidos con calibre y regla graduada al milímetro.

Peso total: expresada en gramos (g) mediante el empleo de balanza analítica, con sensibilidad ± 10 miligramos.

También se realizaron análisis del efecto del sustrato (con y sin vegetación) en la presencia y abundancia de camarones al igual que el efecto de la fase lunar que fueron ya dados a conocer en un trabajo previo del autor (SCELZO 2003).

RESULTADOS

1- Parámetros ambientales de los sectores de muestreo

En las Tablas 1-7 se detallan los valores de temperaturas se aire, agua, salinidad, oxígeno disuelto, amonio, nititos y nitratos según los años de muestreo.

2- Las especies camarones marinos Penaeidae presentes en las aguas marinas venezolanas.

2.1. Género *Farfantepenaeus* BURUKOVSKY, 1997 (Según FISHER & CERVIGÓN 1978, RODRIGUEZ 1980 y PÉREZ-FARFANTE & KENSLEY 1997).

2.1.1. *Farfantepenaeus brasiliensis* (LATREILLE)

Nombres vernaculares: Camarón rosado con manchas

Distribución geográfica conocida: Cabo Hatteras hasta Florida Keys, alcanzando Tortugas. Bermuda a través de las Bahamas y Antillas, Costas atlánticas de Sudamérica hasta Lagoa dos Patos, Rio Grande, Brasil.

Tabla 1: Temperatura del aire promedio en Pasadero (1979-1983). Isla Margarita.

Temperatura aire/Año	Pasadero
Promedio (° C)	27,5 – 28,4
Desvío	0,97 – 1,5
Coef. Variación (%)	3,47 - 5,28
Rango	26 - 30,6
Total número muestras	32

Tabla 2: Promedio anual de la temperatura del agua. Pasadero y Botadero, La Restinga, Isla Margarita. Venezuela.

Temperatura agua	Pasadero	Botadero
Promedio (° C)	27,4 -29,9	27,6 - 29,8
Desvío	0,9 - 2,4	1,2 - 1,8
Coef. Variación (%)	3,32 - 8,37	4,23 - 5,92
Rango	24,1 - 32	25,3 – 33,9
Número Total muestras	92	14

Tabla 3: Salinidad promedio del agua en los sectores Pasadero y Botadero, Isla Margarita

Salinidad \Año	Pasadero	Botadero
Promedio anual (%)	41,8 - 49,0	43,3 - 45,1
Desvío	1,63 - 6,5	3,9 – 8,0
Coef. de variación (%)	3,35 - 14,87	7,95 - 17,8
Rango	26,3 - 52	36,0 – 51,3
Total muestras	91	12

Tabla 5. Valores de la concentración de Oxígeno disuelto en los sectores Pasadero y Botadero, Isla Margarita

Oxígeno \Año	Pasadero	Botadero
Promedio anual (ml.l ⁻¹)	3,26 - 4,51	3,7 - 3,82
Desvío	0,48 - 1,28	0,5 - 0,8
Coef. de variación (%)	15,74 - 39,26	12,09 - 21,95
Rango	0,78 - 6,62	2,98 - 5,76
Total muestras	62	23

Tabla 6: Concentración de Amonio en Pasadero, Isla Margarita (microgramo átomo por litro)

Amonio \Año	Pasadero
Promedio anual (mg.at.l ⁻¹)	0,76 - 5,16
Desvío	0,88 – 6,12
Coef. de variación (%)	113,89 - 118,60
Rango	0,07 - 21,24
Total muestras	79

Tabla 7: Valores de Nitrito del agua en Pasadero, Isla Margarita (microgramo átomo por litro)

Nitrito \Año	Pasadero
Promedio anual (mg.at.l ⁻¹)	0,13 – 0,16
Desvío	0,08 - 0,15
Coef. de Variación (%)	50,00 -115,38
Rango	0 - 0,52
Total muestras	80

Tabla 8: Valores promedio del Nitrato en Pasadero, Isla Margarita (microgramo átomo por litro)

Nitratos \Año	Pasadero
Promedio anual (mg.at.l ⁻¹)	0,04 - 0,21
Desvío	0,06 - 0,16
Coef. de variación (%)	76,19 - 150,00
Rango	0 - 0,55
Total muestras	80

Tabla 9: Valores promedio de Fosfatos en Pasadero, Isla Margarita (microgramo átomo por litro)

Fosfatos \Año	Pasadero
Promedio anual (mg.at.l ⁻¹)	0,01 - 0,88
Desvío	0,08 - 3,06
Coef. de variación (%)	49,40 - 800,00
Rango	0 - 19,11
Total muestras	68

2.1.2. *Farfantepenaeus notialis* (PÉREZ-FARFANTE)

Nombres vernaculares: Camarón rojo

Distribución geográfica conocida: Cuba, Antillas Mayores, Islas Vírgenes, Bahía de la Ascensión, Quintano Roo, Mexico, Costa del Caribe, América Central y del Sur, Costa Atlántica de América del Sur hasta São Luis, Brasil. Costa occidental de Africa, desde Cabo Blanco hasta Angola.

EWALD (1965) menciona que los adultos de la especie (c.f. *P. duoraum*) son muy comunes en la parte exterior del Golfo de Venezuela y en medida menor en las aguas al norte de esta área. Los juveniles se encuentran en aguas salobres interiores.

2.1.3. *Farfantepenaeus subtilis* (PÉREZ-FARFANTE, 1967)

Nombres vernaculares: Nombre más común en Venezuela: Camarón café

Distribución geográfica conocida: Cuba a través de las Antillas y desde Honduras a través de de las costas del Caribe de Centro y Sudamérica. Costa Atlántica de Sudamérica hasta Cabo Frío, Brasil.

2.2. Género *Litopenaeus* PÉREZ-FARFANTE, 1969 (tomado de PÉREZ-FARFANTE & KENSLEY 1997).

Especies de camarones nativas del género *Litopenaeus* presentes en Venezuela (Según FISHER & CERVIGÓN 1978, RODRÍGUEZ 1980. Para la sinonimia ver PÉREZ FARFANTE & KENSLEY 1997)

2.2.1. *Litopenaeus schmitti* (BURKENROAD)

Nombres vernaculares: Nombre más común en Venezuela: Camarón blanco

Distribución geográfica conocida: Cuba a través de las Antillas e Islas Vírgenes y Trinidad. Belize, Honduras Británica a través de de las costas del Caribe de Centro y norte de Sudamérica hasta Laguna, Brasil.

3- Abundancia relativa de ejemplares juveniles de las especies de camarones en los sectores Pasadero y Botadero, La Restinga

Durante el transcurso de los años 1979-1983 y 1999, se capturaron, identificaron y muestrearon un total de 31.464 camarones peneidos juveniles en el sector Pasadero de la Laguna de La Restinga, Isla Margarita. Las principales especies de camarones capturadas han sido *Farfantepenaeus brasiliensis* (Latreille), *Farfantepenaeus notialis* (PÉREZ-FARFANTE) y *Farantepenaeus subtilis* (PÉREZ-FARFANTE), cuyo número y frecuencia por especie, se resume en la Tabla 10. Estos camarones presentaron tallas entre 9 y 120 mm de longitud total. En el sector Botadero, las capturas fueron llevadas a cabo solamente durante los años 1979 y 1980, no llevándose un registro pormenorizado de las especies, es de destacar que en dicho lugar se logró capturar un ejemplar del camarón blanco *Litopenaeus schmitti*. Entre los meses de febrero y marzo de 1999, se capturaron 3403 ejemplares en Punta Gaviota, cercano a Botadero. No se incluye un único ejemplar de *L.schmitti*.

De la abundancia relativa de camarones capturadas en Pasadero, *F.brasiliensis* representó promedios anuales entre 68% (1983) y 94,8% (1979) del total de las capturas por año. Los porcentajes de captura de *F.notialis* oscilaron entre 5,08% (1979) y 32,04% (1983), mientras que *F.subtilis* fue hallado sólo en los muestreos de los años

1979 y 80, con valores de abundancia relativa entre 0,14 – 0,48% sobre el total de las especies capturadas (Tabla 10).

4- Comparación entre presencia y abundancia de camarones durante 1979-1983 y 1999.

Entre el 15 de febrero hasta el 17 de marzo de 1999, se reiteraron capturas de camarones en La Restinga. A diferencia de las capturas efectuadas entre los años anteriores, el principal propósito fue, en primer término, comparar la abundancia y densidad de ejemplares actuales con datos previos obtenidos durante el período 1979-85 y en segundo término, obtener datos adicionales sobre la biología de la especie *F.notialis*, por ser la especie dominante durante esa época del año. Es de hacer notar que gran parte de las lagunas centrales y canales interiores de la laguna La Restinga se hallaban invadidos por la medusa *Cassiopea xamacana* (Coelenterata, Schyphozoa). Esta medusa, que alcanza tamaños considerables (alrededor de 30 cm de diámetro) se la halló en muy altas densidades tapizando casi todo el fondo de la laguna. Como lo indicó MARGALEF (1982) estas medusas son portadoras de zooxantelas en sus tentáculos hecho que provoca que dicha medusa se encuentra habitualmente con la zona oral (boca) vuelta hacia arriba, exponiendo al sol los brazos llenos de algas. En comparación con el período 79-83, durante febrero de 1999, el sector interior y occidental, denominado Pasadero, se pudo constatar una gran disminución de las praderas de *Diplanthera*. El fondo de la laguna se hallaba cubierto por un excesivo desarrollo de la macroalga *Ulva* que tapizaba los escasos manchones de *Diplanthera*, hallados en ese sector. Gran parte de las praderas de las fanerógama se hallaban en su mayoría

Tabla 10: Número y frecuencia de la presencia especies de camarones capturados en Pasadero en la Laguna La Restinga, Isla Margarita, Venezuela.

Especies	<i>Farfantepenaeus brasiliensis</i>		<i>Farfantepenaeus notialis</i>		<i>Farantepenaeus subtilis</i>		Total	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
1979	1417	94,78	76	5,08	2	0,13	1495	4,75
1980	1046	84,35	188	15,16	6	0,48	1240	3,94
1981	3332	92,30	278	7,70	0	0,00	3610	11,47
1982	11030	91,39	1039	8,61	0	0,00	12039	38,36
1983	6556	67,96	3091	32,04	0	0,00	9647	30,66
1999(*)	101	2,97	3302	97,03	0	0,00	3403	10,81
TOTAL	23482	74,63	4672	16,90	8	0,03	31464	100,00

(*) Capturas efectuadas sólo durante los meses de febrero y marzo.

muerdos y en descomposición. Es de destacar que no pudieron capturarse camarones excepto un solo ejemplar. Esto último es comparable con un fenómeno similar observado durante los meses de setiembre y octubre de 1984 e indican cambios o una alteración del ambiente cuyo origen no pudo detectarse ya que dicho sector no está ubicado cerca de poblados que puedan emitir descargas por afluentes domésticos por lo que podrían deberse a fenómenos naturales (ciclos) de difícil interpretación actual. Por otra parte, en el sector oriental de la laguna, denominado Botadero, la situación fue diferente a lo observado en Pasadero. Las praderas de *Diplanthera* se encontraban vitales, aunque también se hallaba presente la medusa *Cassiopeia* en densidad apreciable, estimándose un promedio de 5 ejemplares/20 m², aproximadamente. Por tales motivos, la pesca de camarones se concentró en un lugar cercano a Botadero, localmente denominado “Punta Gaviota”.

Tal como se determinó en años anteriores, durante los meses de febrero y marzo de 1999, la especie *F.notialis* ha sido más abundante (97,03%) que *F.brasiliensis* (2,97%) para esta época del año. También debe hacerse notar la dificultad de la exacta identificación específica para los ejemplares de pequeño tamaño (postlarvas y primeros juveniles), por lo que la abundancia de *F.brasiliensis* puede estar subestimada.

5- Densidad de camarones juveniles capturados en Pasadero y Botadero

En la Tabla 11, se resumen el número de ejemplares y las densidades de camarones capturados en el sector Pasadero durante 1979-83 y en Botadero durante 1979 y 1980. Promediando los valores de las capturas de ejemplares en cada salida de pesca en cada mes en relación al área barrida por la red, se expresaron los valores en términos de densidad promedio para cada año (ejemplares.m⁻²).

Las capturas llevadas a cabo durante febrero-marzo de 1999, en el sector denominado Punta Gaviota, lugar muy

cercano a Botadero indicó valores de capturas entre 0,9-2,9 ejemplares.m⁻², durante horas del día y valores entre 0,5 hasta 3,7 ejemplares.m⁻² durante horas de la noche siendo valores similares a los obtenidos durante los años anteriores. No ocurrió lo mismo con las capturas en el sector Pasadero, donde no se obtuvieron ejemplares.

6- Relación Densidad/Biomasa

En la Tabla 12 se expresan los valores y proporción de densidad y biomasa de los camarones capturados durante el ciclo anual año 1983.

La biomasa (g.m⁻²) presenta una variación cíclica similar a la densidad, ya que está estrechamente relacionada con el número de ejemplares y su tamaño. Se indica también la relación entre densidad y biomasa, dicha densidad es superior a la unidad en los meses centrales del ciclo anual (mayo-octubre) momento en el cual es muy grande el número de ejemplares de pequeño tamaño. A partir de los meses de noviembre y hasta los primeros meses del año siguiente, la relación densidad/biomasa es inferior a la unidad, indicando un número menor de ejemplares de tamaño mayor, siendo proporcionalmente inferior la densidad en comparación con la biomasa. Este fenómeno es cíclico, ya fue hallado también en los diferentes años de estudio. Tanto densidad como biomasa, son aspectos de tener en cuenta en lo referente al crecimiento de los ejemplares, tanto en el ambiente natural como en experiencias de cultivo, entendiéndose que la producción de alimento por unidad de superficie o carga (yield) será una limitante en el crecimiento.

7- Principales especies de peces e invertebrados hallados en la comunidad de *Diplanthera* en los Sectores Pasadero, Botadero y Punta Gaviota de la Laguna de Manglar La Restinga. Isla Margarita

Simultáneamente con las capturas de las postlarvas y juveniles de los camarones peneidos se realizó un censo de

Tabla 11. Densidad anual (promedio, desviación y rango de ejemplares.m⁻²) de camarones juveniles capturados en La Restinga (1979-1983). (sd= sin datos)

AÑO	PASADERO			BOTADERO		
	Promedio	Densidad Mínimo	Densidad Máximo	Promedio	Densidad Mínimo	Densidad Máximo
1979	6,0 ± 5,4	1,8	17,7	3,8 ± 1,3	2,6	5,1
1980	5,4 ± 2,78	0,4	8,1	2,6 ± 3,5	0,9	12,0
1981	4,4 ± 4,56	sd	sd	sd		
1982	2,7 ± 2,38	sd	sd	sd		
1983	4,4 ± 4,56	sd	sd	sd		

Tabla 12. Densidad (ej.m⁻²), biomasa (g.m⁻²) y relación densidad/biomasa promedio mensual de camarones juveniles capturados en Pasadero, La Restinga durante 1983.

MESES	Densidad (ej.m ⁻²)	Biomasa (g.m ⁻²)	Proporción densidad/ biomasa
Enero 1983	1,69	2,9	0,58
Febrero	s.d	s.d	s.d
Marzo	s.d	s.d	s.d
Abril	s.d	s.d	s.d
Mayo	13,37	11,76	1,14
Junio	8,4	5,68	1,48
Julio	3,01	1,71	1,76
Agosto	5,07	2,47	2,05
Septiembre	2,73	1,14	2,39
Octubre	0,82	0,62	1,39
Noviembre	0,47	0,60	0,78
Diciembre	0,31	0,64	0,48
Enero 1984	0,28	0,96	0,29

s.d= sin datos

las principales especies de peces e invertebrados integrantes de la comunidad dominada por la fanerógama sumergida *Diplanthera wrightii*. Conjuntamente con *Diplanthera* se obtuvieron algas Ulváceas (*Ulva*, *Enteromorpha*) y otras algas filamentosas no identificadas. Los crustáceos frecuentes, amén de las propias especies de camarones fueron anfípodos y cangrejos *Brachyura* Portunidae (*Callinectes bocourti*) y Majidae. En forma esporádica se realizaron colectas de fauna acompañante, que incluyeron invertebrados varios y peces, cuya determinación específica fue realizada por el Dr. Alfredo Gómez. Fueron frecuentes los moluscos gasterópodos del género *Bulla*, con longitudes entre 15 y 20 mm, el “largo” *Melongena melongena* entre 45 y 33 mm de longitud. Fueron comunes las ascidias, aunque no se llegó a la identificación de las

especies. También se colectaron ejemplares de estrellas de mar, de color rojo brillante y talla pequeña, con brazos de 50-60 mm, pertenecientes al género *Echinaster* (*E.cf. echinophrus* (Lamarck)), ctenóforos. En los muestres del año 1999 es digno de destacar la invasión al interior de la laguna de la medusa *Cassiopeia xamachana* (Bigelow). Esta medusa era casi inexistente en los muestres durante los años 1979-85.

En general predominaron los estadios juveniles de peces, excepto la especie *S.scovelli*, de la cual se colectaron principalmente ejemplares adultos. La fauna de peces en estadios juveniles, y en forma similar a los camarones, buscaría refugio y alimento en de la comunidad de *Diplanthera*.

DISCUSION

En las aguas marinas que circundan a la Isla de Margarita, Venezuela, se hallan cuatro especies de camarones del género “*Penaeus*”: los camarones acanalados *Farfantepenaeus brasiliensis*, *F.notialis* y *F.subtilis* y el camarón no acanalado blanco *Litopenaeus schmitti* (BASHIRULLAH & LARES 1973), todas ellas de gran importancia económica. Los ejemplares adultos de esas especies habitan los fondos marinos a profundidades entre 20-80 metros, aunque suelen hallarse algunos ejemplares cercanos a las aguas costeras, compartiendo dicho hábitat con el camarón tití *X.kroyeri* (SCELZO 1985b). Es común hallar reproductores de esta última especie en fondos de pesca de escasa profundidad –inferiores a un metro– en los alrededores de Isla Margarita.

Estas especies de camarones peneidos marinos son de sexos separados y al igual que otras similares, presentan el denominado modelo indirecto de reproducción dentro

Tabla 13. De la fauna de peces identificados se hallaron las siguientes especies

FAMILIA	ESPECIE	Talla (LT mm)
Batrachoididae	<i>Batrachoides manglae</i> CERVIGÓN	105-143
	<i>Thalassophryne maculosa</i> GUNTHER	58-100
Sciaenidae	<i>Bairdiella ronchus</i> (CUVIER)	70-81
Gerreidae	<i>Eucinostomus argenteus</i> BAIRD & GIRARD	31-70
	<i>Eugerres plumieri</i> (VALENCIENNES)	36-71
Sparidae	<i>Archosargus rhomboidalis</i> (LINNAEUS)	33-93
Atherinidae	<i>Xenomelarniris brasiliensis</i> (QUOI & GAIMARD)	38-80
Cyprinodontidae	<i>Cyprinodon dearborni</i> MEEK	31-35
Syngnathidae	<i>Syngnathus scovelli</i> (EVERMANN & KENDALL)	88-137

de sus ciclos de vidas. En este modelo, los huevos son de pequeño tamaño y producidos en gran número y liberados al medio ambiente y formando parte de la comunidad del plancton, dando nacimiento a larvas primitivas (nauplius) incompletamente desarrolladas, de pequeña talla, con un escaso volumen de vitelo que es insuficiente para producir el fenotipo definitivo. Excepto el nauplius lecitotrófico, las restantes fases larvales deben alimentarse de partículas de pequeña talla para alcanzar su desarrollo y son muy vulnerables durante ese período frente a la depredación de organismos filtradores y factores ambientales adversos. Durante el desarrollo larval y metamorfosis hay cambios morfológicos, de nicho trófico y en particular su capacidad de osmorregulación. Esto último es importante en relación a la migración, localización y asentamiento de las postlarvas en ambientes costeros o estuarinos (*nursery grounds* en la terminología inglesa), donde la mayoría de los factores ambientales fluctúan ampliamente durante las diferentes estaciones, incluso durante un mismo día. Las corrientes y mareas son responsables de la migración hacia áreas costeras, donde las postlarvas quedarán asentadas en los diferentes substratos. Allí se producirá un cambio fundamental de comportamiento, de larva planctónica a postlarva bentónico-demersal. Ello es coincidente con el arribo hacia zonas costeras y el asentamiento en estuarios y lagunas costeras, que ha sido señalado para la mayoría de las especies de camarones peneidos (WILLIAMS 1955, 1969, COSTELLO & ALLEN 1959, 1964, HOESTLANDT 1966, 1969, SALOMAN 1968, LE RESTE 1973a y b, DURONSLET *et al.* 1972, GARCÍA 1972, BOSCHI 1974-77, BOSCHI & SCELZO 1974-77, BRISSON 1976, ROJAS BELTRÁN 1977, 1978, IMAI 1980, MAS 1984, BAÑADA 1984, MAS & SCELZO 1984, RAMASAMY & PANDIAN 1984, VASUDEVAN & SUBRAMONIAM 1984, DREDGE 1985, IORIO *et al.* 1990, L'HOMME 1992, MCCONAUGHA 1992, DELANCEY *et al.* 1994, CALAZANS & ANTUNES 1999).

El éxito de la localización de los estuarios para el transcurso de la etapa de crecimiento y el reclutamiento son factores críticos para los camarones peneidos. Una vez que las postlarvas alcanzan las aguas costeras se cree que localizan los estuarios orientándose a lo largo de gradientes horizontales salinos los cuales se extienden hacia el exterior de los estuarios (BENFIELD & ALDRICH, 1992). El ingreso se produce desde las áreas costeras hacia el interior de los estuarios proceso que se considera que incluye el transporte de marea selectivo sincronizado por salinidades diferenciales entre corrientes de mareas, ritmos endógenos y presión hidrostática (niveles verticales). Algunos datos experimentales sugieren además, que los peneidos son capaces de detectar el olor

de compuestos orgánicos disueltos de los estuarios para orientarse hacia esos sistemas (BENSFIEL & ALDRICH *op.cit.* y bibliografía citada en dicho trabajo). Las larvas de los crustáceos decápodos tienen capacidades “olfatorias” bien desarrolladas y poseen quimiorreceptores capaces de detectar aminoácidos y compuestos nitrogenados de bajo peso molecular. Aunque las capacidades olfatorias de las postlarvas de los camarones peneidos no han sido examinadas directamente, los ejemplares adultos de *Penaeus merguensis* de Australia fueron específicamente selectivos a bajas concentraciones (10^{-5} M) de compuestos bioquímicos como aminoácidos, almidón, sucrosa, etanol y urea. Ejemplares adultos de *P. paulensis* parecen responder a la isoleucina (DOS SANTOS 1983 en BENSFIEL & ALDRICH, *op.cit.*). La importancia de conocer el comportamiento y el desarrollo de los juveniles en áreas costeras yace en el hecho de que los estuarios sirven como áreas o zonas de cría para los camarones, los cuales como adultos soportan pesquerías comerciales mar adentro (SALOMAN 1968).

Un gran número de especies de camarones presentan ciclos de vida con presencia de una fase estuarina o lagunar para el desarrollo de postlarvas y juveniles, mientras que otras especies no ingresan a los estuarios como es el caso del langostino *Pleoticus muelleri* (Solenoceridae) y el camarón *Artemesia longinaris* (Penaeidae), especies endémicas de aguas marinas del Atlántico sudoccidental, llevan a cabo todo su ciclo en el mar (SCELZO 2016). *A. longinaris* es una especie que habita aguas de profundidad moderada, aún así es posible reconocer concentraciones de juveniles en áreas costeras, asociadas con lechos de algas marinas que servirían de protección frente a los depredadores aportando diversas fuentes de alimentos.

El rol de los Estuarios en el ciclo de vida de los camarones

Los ambientes estuarinos de profundidad reducida -que incluyen vegetación acuática tanto emergente como manglares y sumergida - son extremadamente productivos y generalmente dan soporte a grandes poblaciones neotónicas, principalmente de peces y crustáceos, tanto en sus fases de adultos como de estadios larvales y postlarvales (BRUSHER & OGREN 1976, STAPLES *et al.* 1985, RYER 1987, AYVAZIAN *et al.* 1992, ROUNTREE & ABLE 1992, MINELLO *et al.* 1994, QUEIROGA *et al.* 1994, 1997, McMILLAN *et al.* 1995, MINELLO & WEBB 1997, ROZAS & MINELLO 1997, MENDES RUAS *et al.* 2014). Dichos ambientes están caracterizados sobre la base de la hidrología, el tipo de sustrato y la vegetación dominante

(ROZAS & MINELLO *op.cit.*). Esos estuarios dan soporte al desarrollo de un número variado de especies residentes y transeúntes (*transient species*) de peces e invertebrados, dentro de los que se incluyen los crustáceos, utilizando los estuarios como áreas de cría (*nursery grounds*) (WILLIAMS 1955). En términos generales, un área de cría que es habitada por más de una especie a la vez, es utilizada por cada especie –al menos en forma dominante– aunque existe cierta superposición espacio-temporal. Esta situación ha sido confirmada por los resultados de nuestro trabajo. La mayoría de las especies de camarones del género “*Penaeus*” (actualmente géneros *Farfantepenaeus* y *Litopeneus* según PÉREZ FARFANTE & KENSLEY *op.cit.*), presentan migraciones de postlarvas asociadas a ambientes estuarinos con salinidades más bajas o mayores que la del mar adyacente. Ello es conocido como el ciclo anfibiótico a diferencia de las especies cuyo ciclo de vida transcurre totalmente en el mar. Se reconocen postlarvas y juveniles de algunas especies que tienen preferencias por estuarios positivos, que se caracterizan por tener salinidad inferior a la del mar adyacente y otras, por estuarios negativos, ambientes con mayor salinidad que la del mar. También se da el caso de especies de camarones típicamente eurihalinas, cuyo ciclo de vida lagunar se desarrolla indistintamente en ambientes con salinidades inferiores o superiores a la del mar. Este último caso es conocido para *P.esculentus* de Australia y *F.notialis* en Senegal (GARCÍA & LE RESTE 1981), esta última especie también está presente en Venezuela y cuyo ciclo de vida lagunar se lleva a cabo en la laguna La Restinga, Isla Margarita. Entre los factores reconocidos como los más destacados se hallan: la naturaleza del substrato, las condiciones tróficas, la hidrología y el hábitat en general, caracterizado por su alto contenido de materia orgánica, la protección ofrecida por las comunidades de vegetales sumergidos y la ausencia de grandes predadores. El o los stocks de juveniles en los estuarios pueden ser monoespecíficos –es decir constituidos por una sola especie, o bi- o multiespecífico, dos o más especies. Ejemplo del primero es el caso de la bahía de Nosi-Bé en Madagascar (LE RESTE 1973 b) que alberga juveniles de *Fenneropenaeus indicus* y *F.paulensis* en la laguna Dos Patos en el sur de Brasil. El segundo caso se aplica también para la Laguna de La Restinga, Isla Margarita, donde se pueden hallar juveniles de varias especies: *Farfantepenaeus brasiliensis*, *F.notialis* y *F.subtilis*. Este último caso ofrece consideraciones importantes desde el punto de vista ecológico, ya que la presencia simultánea en el tiempo y en el espacio de especies con hábitos similares, conduce a

casos de competencia interespecíficos como se da en otras regiones (BROAD 1962).

Conocer las características del hábitat para cada una de las fases del ciclo de vida aporta información básica sobre la biología de las especies y sobre su rol en el ecosistema, además brinda ciertos beneficios de orden práctico, p.ej. la posible captura de postlarvas y/o juveniles para operaciones de engorde en operaciones de cultivo como se efectúa tradicionalmente en varios países de América Latina (p.ej. Ecuador, Perú, Panamá, Brasil, entre otros) donde se emplean con éxito la captura de postlarvas y primeros juveniles de camarones como fuente de provisión de “semilla” a los criaderos comerciales (YOONG & REINOSO 1982). En esos casos, las capturas se realizan con métodos artesanales, tanto dentro de lagunas litorales y estuarios como en la costa del mar, teniendo como marco de referencia el conocimiento del ciclo migratorio de los camarones.

La mayoría de las especies de camarones son de ciclos de vida cortos –alrededor de un año– en escasos meses de vida –6 meses es el tiempo generacional para la mayoría de las especies– pudiendo llegar a la talla de adultos y reproducirse. El grado de eurioicidad o estenohicidad de cada especie durante la fase de su ciclo de vida, le permite sobrevivir adaptándose o no, a los cambios bruscos o graduales del medio. De allí la importancia de caracterizar el ambiente donde se desarrollan. Uno de los objetivos de este estudio ha sido realizar una caracterización ambiental de sectores internos de la laguna de manglar La Restinga, Isla Margarita, habitada por postlarvas y juveniles de varias especies de camarones peneidos tropicales. Con ello se ha pretendido conocer total o parcialmente los factores abióticos y bióticos que controlan una fase del ciclo de vida de los camarones peneidos en un ambiente lagunar.

Importancia de los factores abióticos y bióticos en el ciclo de vida de los camarones

La información publicada sobre la importancia de parámetros ambientales en la fase lagunar de camarones peneidos como responsables del comportamiento de postlarvas y juveniles en los estuarios, es abundante pero no concluyente. La superposición de organismos dentro de la misma comunidad podría ser explicada por diferencias en el nicho ecológico o diferente sensibilidad a un parámetro ecológico. Difícilmente pueda hallarse un solo factor como responsable de una sola respuesta ya que ningún factor ambiental por si solo gobierna la abundancia y distribución de los organismos vivos y muchos factores están interactuando indirectamente (IVERSEN *et al.* 1993).

En la mayoría de los casos se trataría de una multiplicidad de factores entrelazados. En el proceso de evolución, la adaptación de los organismos a los cambios del ambiente produce respuestas de mayor o menor grado que se reflejan en la presencia, abundancia o distribución de las especies en el medio donde viven.

La penetración de la luz en el ambiente tiene una importancia directa sobre la presencia y abundancia de camarones. Existen diferencias de abundancia y densidad de capturas de camarones peneidos en relación con las fases lunares aunque ello es dependiente del grado de transparencia de las aguas y la profundidad. Según SALOMAN (*op.cit.*) quizás el mayor efecto de la luna sobre el comportamiento de los camarones es la intensidad de luz ya que en la mayoría de los casos se capturan más camarones durante las fases “oscuras” del ciclo lunar, es decir durante las fases de luna nueva y los cuartos (menguante y creciente). Dicho autor señala que la intensidad de la luz de la luna durante cuarto creciente y menguante, es de sólo un quinto de la intensidad total de la luz de la luna llena. SCELZO (2003) señaló que la densidad de capturas de los camarones en La Restinga se vio influenciada por las fases lunares, siendo las menores densidades (inferiores a 1 ejemplar.m⁻²) durante la fase de luna llena, mientras que durante las restantes fases lunares la densidad ha sido entre 3,7 – 5,1 ejemplar.m⁻². El fotoperíodo puede considerarse como un factor secundario –pero importante– en el proceso reproductivo de ciertas especies de camarones (SCELZO *et al.* 1998). En dicho trabajo se indicó que el mayor número de camarones (66%) fueron capturados durante horas de la noche. La densidad de captura ha sido el doble durante horas de la noche en comparación con el día.

Ciertos trabajos relacionaron el incremento de las capturas del camarón blanco *L.setiferus* en las costas de Texas, USA, con las lluvias. La probable conexión de la producción de camarones y lluvias es a través de las variaciones de la salinidad de las bahías (¿estuarios?), la cual es gobernada por las lluvias GUNTHER & HILDEBRAND (1954). La efectividad de especies como *F.brasiliensis* y *F.notialis* en colonizar ambientes estuarinos hipersalinos como La Restinga, está sustentado por la gran capacidad osmorreguladora. Específicamente *F.brasiliensis* puede mantener su hemolinfa hiperosmótica en medios diluidos de agua de mar e hipoosmótica en medios concentrados (DUARTE & ROMERO 1985) y probable que *F.notialis* tenga una capacidad similar. Esos autores indican que el punto isosmótico obtenido para *F.brasiliensis* se asemeja a valores

obtenidos para especies como *P.esculentus* y *P.plebejus* de Australia. De hecho estas especies poseen eficientes mecanismos osmorreguladores, siendo organismos eurihalinos capaces de soportar el stress impuesto por un hábitat de salinidad cambiante, especialmente hipersalino con mayor éxito que otras especies afines. Esto último corroboraría el hecho de ser especies exitosas en colonizar un ambiente hipersalino como La Restinga. Ello entraña riesgos en relación a su crecimiento y/o sobrevivencia. Los animales osmorreguladores poseen esa capacidad muy desarrollada y pueden soportar extremos de salinidad con mayor independencia. En dichos mecanismos están en juego el uso de la energía proveniente del alimento y acumulada en sus moléculas biológicas: más energía que se destina a compensar la osmorregulación menor será la destinada a crecimiento somático o gonadal, dentro de los límites de vida. Los cambios de salinidad provocan estrés que se manifiesta de diversas maneras. En los crustáceos con escasa capacidad osmorreguladora, la frecuencia de mudas aumentará como resultado de estar expuesto a un ambiente externo estresante., p.ej. a un gradiente salino inadecuado. Aunque la muda es generalmente un indicativo de crecimiento, en esos casos es en respuesta a un estrés fisiológico. Ello ha sido evidente en postlarvas y primeros juveniles del camarón titi *Xiphopenaeus kroyeri* expuestos a un gradiente salino (SCELZO & DÁVILA 1986). Según dichos autores, el número mínimo de mudas durante 28 días de bioensayos se observó en salinidades de 20‰. El número de mudas se incrementó con el aumento de salinidad, siendo 2,5 veces más frecuente a salinidades entre 40 y 50‰ que a 20‰. La mortalidad producida a salinidades entre 40 y 50‰ fue del 77%, tanto la sobrevivencia como el ritmo de crecimiento a 20‰ fue el mayor de las restantes salinidades testeadas. Aunque ejemplares adultos, sexualmente maduros de dicha especie es común en las costas de la Isla de Margarita (SCELZO 1986), los resultados sobre el efecto de la salinidad tanto en la sobrevivencia, crecimiento y número de mudas a 20‰ explicarían su ausencia del interior de lagunas hipersalinas, como p.ej. La Restinga. Otros trabajos han señalado la importancia de la salinidad en el crecimiento y sobrevivencia de camarones en Venezuela. CRIALES (1979) y ROBAINA (1980) desarrollaron estudios sobre la especie *F.brasiliensis* e IBAÑEZ & SCELZO (1984) sobre el camarón blanco *Litopenaeus schmitti*. ROBAINA (*op.cit.*) mediante bioensayos de 60 días de duración, determinó que los juveniles de la especie *F.brasiliensis* toleran salinidades desde 1 hasta 78‰. A salinidad de 40‰ resultó ser la que proporcionó el mejor crecimiento de los juveniles de la

especie, aunque la sobrevivencia mejora al disminuir la salinidad. Indudablemente esos resultados confirman que ambientes con salinidades superiores al mar adyacente es beneficioso para el crecimiento de la especie, aunque no lo es para la sobrevivencia.

El ingreso de postlarvas de camarones a la Laguna La Restinga, Isla Margarita. Importancia de la vegetación emergente y sumergida

Los sucesos que inducen al enriquecimiento y aumento de producción de las bahías y estuarios son causados por una cadena o trama de eventos ecológicos que enlazan factores abióticos y bióticos. En zonas costeras y especialmente en los estuarios, se suelen hallar áreas caracterizadas por la presencia de vegetación sumergida (SAV: *submerged aquatic vegetation*) al igual que áreas desnudas, con sedimentos carentes de vegetación. Los sedimentos sin vegetación generalmente dominan amplias áreas de los estuarios. La extensión de los substratos sin vegetación se ha incrementado históricamente en muchos estuarios, especialmente durante períodos de declinación rápida en la abundancia de la vegetación acuática sumergida (RUIZ *et al.* 1993 y bibliografía específica), que también recibe impacto ambiental debido a las actividades humanas. En términos generales, la vegetación sumergida provee un refugio temporal significativo para crustáceos –ermitaños pagúridos, cangrejos grápsidos, portúnidos, xántidos y májidos, camarones peneidos y palemónidos– contra la depredación (HECK & WILSON 1987, RUIZ *ET AL.* *op.cit.*). En dichos trabajos se ha enfatizado el valor de la SAV como refugio de la fauna de pequeño tamaño, frente a la depredación ejercida por animales de mayor tamaño. El análisis de datos dan soporte a la hipótesis que la abundancia de camarones peneidos está directamente relacionada al área absoluta y tipo de vegetación estuarina intermareal (TURNER 1977). Incluso la producción de camarones por medio de la pesca puede ser estimada por medio de la abundancia de vegetación de fanerófitas sumergida. Dicha producción está vinculada a los procesos productivos de los estuarios. TURNER (*op.cit.*) halló una relación inversa entre producción por hectárea del estuario y latitud, que puede ser atribuida a una serie de factores tales como la temperatura, la disponibilidad de alimento, y cambios en la duración del tiempo necesario para el crecimiento de camarones dentro de los estuarios. Dicha productividad de las áreas estuarinas es mayor en latitudes bajas –entre 0 - 20° de latitud, que en mayores latitudes. Los hábitats con vegetación son puntos focales para las poblaciones de peces y crustáceos dentro de los estuarios

(KNEIB & WAGNER 1994). La vegetación sumergida parece desempeñar un papel preponderante, sirviendo no sólo de refugio contra depredación o canibalismo (PRIMAVERA & GACUTÁN 1989) también aportando recursos alimenticios - en forma directa o indirectamente- a los camarones juveniles en los estuarios. El riesgo de depredación en estuarios de aguas someras (menores a un metro de profundidad) se considera que se reduce mediante dos mecanismos: con la disminución de la profundidad del agua y el incremento del tamaño individual. Los individuos lograrían una mayor protección frente a los depredadores con el aumento de tamaño en comparación con los individuos más pequeños, permitiendo que los animales más grandes puedan explotar las mayores profundidades que son demasiado riesgosas para los más pequeños. Las zonas más profundas de los estuarios están desprovistas de vegetación lo que permite mayor eficiencia de reconocimiento visual a los depredadores como peces y ciertos cangrejos. No obstante, en las zonas de poca profundidad, los grandes depredadores son menos abundantes. Ello estaría causado por un incremento del riesgo de ser más visibles por ciertos depredadores como aves y mamíferos al hacerse más visibles, sumado a un decrecimiento de la actividad del forrajeo, un incremento de estrés fisiológico debido a las altas temperaturas y niveles reducidos de oxígeno relativo en comparación con las aguas más profundas (RUIZ *et al. op.cit.*). Las diferencias de actividades diarias o nictemerales, también podrían explicar las diferencias de abundancia durante el día y la noche. Estos autores señalan que las actividades que los organismos realizarían durante horas del día ofrecerían mayor vulnerabilidad debido a la detección visual por parte de los depredadores.

La preferencia de camarones juveniles en ambientes estuarinos con vegetación sumergida ha sido objeto de varios estudios tanto en el ambiente natural o experimentalmente a nivel de laboratorio (SALOMAN 1968, GILES & ZAMORA 1973).

Se estima que Luego de transcurridas 2-3 semanas de producirse el desove, las postlarvas de camarones del complejo “brasiliensis” (*F.brasiliensis* y *F.notialis*) con tallas entre 5-10 milímetros de longitud total alcanzan la boca de entrada de la Laguna La Restinga. las larvas planctónicas son transportadas pasivamente mediante las corrientes de mareas hacia las áreas costeras. Ello es coincidente con la metamorfosis de las larvas en postlarvas. Existe abundante literatura científica que demuestra la relación de algunas variables ambientales

con el reclutamiento de postlarvas a los estuarios o lagunas litorales. Entre los factores más importantes merecen citarse la luminosidad, altura de la marea, fase lunar, etc., estos factores pueden actuar solos o combinados para producir un efecto más evidente. HUGHES (1969 a y b), CAILLOUET *et al.* (1970), DURONSLET *et al.* (1972) y DE LANCEY *et al.* (1994) demuestran que las postlarvas de *F.aztecus*, *F.duorarum* y *L.setiferus* son más abundantes en las colectas durante horas de la noche y con marea alta. Los juveniles de *F.duorarum* son capturados predominantemente en las noches con mareas bajas. Una posible explicación a ello sería debido al incremento de la actividad nocturna por parte de las postlarvas y la dificultad de percibir la red de colecta durante horas de la noche (WILLIAMS & DEUBLER 1968, DE LANCEY *et al. op.cit.*). También la literatura da pruebas que las postlarvas de *F.duorarum* han sido más abundantes en colectas nocturnas coincidentes con la fase de luna nueva que con las restantes fases lunares (WILLIAMS Y DEUBLER, *op.cit.*, ALLEN *et al.* 1980). Trabajos realizados con postlarvas y juveniles de diferentes especies de camarones peneidos en South Carolina, USA (DE LANCEY *et al. op.cit.*) han demostrado que las postlarvas de *F.aztecus* fueron capturadas cuando la temperatura del agua osciló entre 10 y 20 °C con picos de abundancia entre 12 y 16 °C. *L.setiferus* fue colectado sólo cuando las temperaturas excedieron 20° C, la mayoría a temperaturas entre 25 y 30 °C.

Ha sido habitual hallarlas en altas densidades en el substrato entre el alga *Caulerpa* (SCELZO *obs.pers.*). Esta alga ha sido reconocida previamente como un hábitat adecuado para otras especies de camarones (*Penaeus semisulcatus* y *P.esculentus*) en Australia (HAYWOOD *et al.* 1995). Aprovechando los ciclos de mareas, las postlarvas van ingresando al interior de la Restinga especialmente durante las mareas altas. La ola de marea se extiende por toda la laguna, alcanzando las zonas extremas al cabo de 45 minutos aproximadamente (MONENTE *op.cit.*). Finalmente allí, los camarones hallan refugio, protección y alimento en las praderas de la fanerógama *Diplanthera wrightii* Ascherson. Esta fanerógama pertenece al orden *Cymodocea* (DIAZ-PIFERRER 1972). En dichos lugares, *Diplanthera* es submareal y rara vez ha sido hallada fuera del agua, excepto en las mareas más bajas del año. Las praderas de esta fanerógama cubren amplias extensiones, aunque su distribución no es homogénea, forma manchones (patches), cuya extensión es difícil estimar *in situ* y sería importante realizar una evaluación del área cubierta por tal fanerógama empleando aerofotogrametría a través

de drones, aviones, helicópteros o satelital. *Diplanthera* se adhiere al substrato mediante rizomas subterráneos y presenta una alta densidad de hojas filiformes que pueden alcanzar 30-40 cm de longitud. Estas hojas forman un denso “colchón” que confiere protección a los camarones y brinda alimento por servir de sustento y desarrollo a una variada fauna y flora macro- y microscópica (KITTING *et al.* 1984).

En el presente trabajo, del total de 1233 camarones capturados, el 65% procedieron de la estación con fanerógamas sumergidas. Algunos datos de este trabajo fueron dados a conocer previamente (SCELZO 2003) especialmente la comparación entre la abundancia y densidad de camarones capturados en diferentes substratos. En dicho trabajo se señala que se halló densidades equivalentes entre 134-240 ejemplares.100 m⁻² sobre las praderas de *Diplanthera*, mientras que la pesca sobre substrato fangoso o con conchilla, desprovisto de vegetación, la densidad disminuyó entre valores nulos hasta no mayores de 13 camarones por 100 m⁻². Estudios llevados a cabo en Australia (HALLIDAY 1995) han demostrado que juveniles del camarón *P.plebejus* es abundante sobre las praderas de fanerógamas y también en substrato desnudo en aguas de alta salinidad, pero es más abundante sobre las fanerógamas cuando ambos hábitats están disponibles.

La relación entre las praderas de fanerógamas sumergidas y los organismos asociados a ello ha llamado la atención de los investigadores, específicamente tratando de establecer relación entre la vegetación y la presencia de la fauna de peces, crustáceos como camarones y cangrejos. HECK & THOMAN (1984) determinaron que fondos cubiertos por vegetación compuesta principalmente por *Ruppia maritima*, soportan sustancialmente mayor número de crustáceos decápodos que áreas desnudas de vegetación. BAUER (1985 a y b) realizó estudios sobre la comunidad de invertebrados y de crustáceos en particular, que vive epibionte sobre *Thalassia testudineum* (Hydrocharitaceae) en Puerto Rico. Los resultados indicaron que el número de camarones capturados se incrementaba juntamente con el aumento de las horas de oscuridad, hecho coincidente con lo hallado a escala experimental. Los camarones penaeoideos hallados durante horas del día en dicho trabajo, no superaron el 15% del total de los hallados durante horas de la noche. De los camarones hallados, dos especies de *Sicyonia* fueron dominantes, estando representadas por un 86%. Juveniles y adultos de tres especies de *Metapenaeopsis* alcanzaron una abundancia relativa del 13%, mientras que postlarvas del género

“*Penaeus*” solo alcanzaron 0,5%. Ello confirma que los camarones “*Penaeus*” pueden refugiarse en las praderas de *Thalassia* como postlarvas y en menor medida como juveniles (SALOMAN *op.cit.*), tal como lo hacen sobre otras fanerógamas subacuáticas, p.ej. *Diplanthera spp.*, *Halodula spp.*, *Ruppia spp.* y *Zoostera marina* (Wassemberg 1990). Además de las arriba citadas, otras especies de fanerógamas o macroalgas desempeñan funciones similares. En la Tabla 15 se citan las principales especies de macroalgas y fanerógamas sumergidas usadas por las principales especies de camarones en el Océano Atlántico americano y mar Caribe. La importancia de *Diplanthera* como protección y aporte de alimento en forma indirecta, ha sido demostrado por nosotros al realizar experiencias con dietas pelletizadas utilizando dicha fanerófama como materia prima: los camarones demostraron muy bajo crecimiento, incluso quedó demostrado que algunos ejemplares marcados “decrecieron” en longitud y peso durante las experiencias (SCELZO *obs.pers.*). No siempre la ausencia de la vegetación sumergida está en relación directa con la ausencia de camarones. El camarón australiano *Penaeus plebejus* es endémico de Australia y habita tanto sustratos con vegetación sumergida como sin ella. No obstante, cuando están disponibles ambos sustratos, dicha especie prefiere el hábitat con vegetación (YOUNG & CARPENTER 1977, COLES & GREENWOOD 1983 en HALLIDAY 1995). Contrariamente a lo esperado, (HALLIDAY *op.cit.*) ha hallado que el camarón *P. plebejus* ha sido dominante en sitios con escasa o nula vegetación y sólo el 29 % de las capturas fueron hallados en sitios con vegetación acuática densa, mientras que otras especies como *Metapenaeus bennettiae* está presente en igual número en ambos sitios. Experimentos conducidos en ambientes dulceacuícolas, también demuestran la importancia de la vegetación sumergida. ROZAS & ODUM (1987) demostraron que cuando la SAV (submerged aquatic vegetation), compuesta especialmente por *Naja minor* y *Ceratophyllum demersum* es eliminada, el número de camarones (*Palaemonetes pugio*) decrece, pero no la densidad promedio de peces.

En cuanto a la vegetación semi-acuática, los manglares son sitios muy importantes dentro de los ecosistemas litorales ya que de ellos depende la subsistencia tanto de la fauna área y acuática como de diversas actividades humanas (pesca artesanal y de subsistencia, recreación, habitación y vivienda a comunidades de pescadores, etc.). Desde el punto de vista de la importancia biológica debe puntualizarse la contribución del manglar en el aporte

de materia orgánica como nutrientes, y la intrincada red de micro-hábitats que ofrecen las raíces sumergidas y su aporte como refugio y alimento. Su importancia específica como área de cría de crustáceos como camarones, no ha sido debidamente aclarada, debido, quizás, a no haberse empleado estrategias claras de muestreos (ROBERSON & DUKE 1987). En dicho trabajo se pone en evidencia que camarones *Fenneropenaeus merguensis* y *Metapenaeus ensis* de Australia fueron significativamente más abundantes en los manglares (*Rhizophora slyosa*, *Ceriops tagal* y *Avicenia marina*) que en otros sitios de muestreo constituidos por fanerógamas sumergidas (*Halophila ovales*, *H. spinulosa*, *Halodule sp.* y *Cymodocea rotundata*). Dichos autores justifican la diferencia de diversidad, abundancia y densidad de crustáceos entre ambos hábitats debido a tres posibles factores: 1) diferencias entre factores físicos entre hábitats, 2) diferencias entre la heterogeneidad estructural y por lo tanto de la intensidad de depredación entre hábitats, y 3) diferencias en productividad y disponibilidad entre hábitats. Estudios al nivel de laboratorio han demostrado la importancia de la vegetación sumergida contra la depredación de peces sobre camarones peneidos (HECK & THOMAS 1984, MINELLO & WEBB 1997), este tipo de estudios son escasos aún y deberán profundizarse. ROBERTSON & DUKE (*op.cit.*) justifican la diferencia entre ambos ambientes debido a la mayor abundancia de alimento presentes en las raíces del manglar. Sin lugar a dudas que la intrincada red que conforman las raíces del manglar que bordean los canales de la Laguna La Restinga, deben cumplir un importante rol en la ruta que utilizan de postarvas hacia las áreas interiores de la laguna, de escasa profundidad, donde se asientan las fanerógamas, pero lamentablemente no ha sido objeto de estudio en nuestro trabajo. También debe recordarse que ambas comunidades de vegetales dominadas por las distintas especies de mangle, macroalgas y macrofitas sumergidas, junto con el fitoplancton, son las responsables de la productividad primaria, base de la pirámide trófica de esos ecosistemas litorales tropicales y subtropicales.

Condiciones hidrológicas en el Sector Pasadero

En general, las aguas costeras, generalmente ocupadas por camarones peneidos, el factor que más fluctúa con el cambio de la marea es la salinidad (HUGHES 1969c). Por largo tiempo, la salinidad ha sido citada como un factor esencial en la distribución de los camarones juveniles en los estuarios (GARCÍA & LE RESTE 1981). Diferentes especies viviendo en el mismo ambiente estuarino han demostrado ligeras preferencias en la salinidad, p.ej.

L.setiferus, *F.aztecus* y *F.duorarum*. LOESH (1976) señala que en Mobil Bay, Alabama, USA La presencia y abundancia de camarones en aguas de diferente salinidad también está relacionada con la temperatura y por ende del oxígeno disuelto, ya que existe una relación inversa entre temperatura-salinidad y la concentración de oxígeno en el medio acuático. Cuando las postlarvas se hallan en aguas de baja salinidad, se invierte la reotaxis, a favor de la corriente, siendo una actividad pasiva y pudiera interpretarse como una respuesta de ahorro de energía frente a un medio inadecuado.

De acuerdo con nuestra experiencia, las postlarvas de camarones del complejo “brasiliensis”-con tallas entre 8-10 mm de longitud- pueden permanecer entre la vegetación que bordea la zona costera o realizar la penetración en lagunas costeras de alta salinidad abundantes en la Isla Margarita. La penetración a dichas lagunas se realiza también por el flujo de mareas y en este caso se ha comprobado la mayor densidad de postlarvas durante las mareas más altas o “mareas vivas” producidas por la fase de luna nueva (MAS & SCELZO 1985). La metamorfosis de postlarva planctónica a juvenil bentónico, produce un cambio en los hábitos de comportamiento, ya que los juveniles van a asentarse en el fondo. Las características de los ecosistemas lagunares, brindando alta productividad, áreas tranquilas y protegidas, abundante vegetación que sirve de asentamiento y aportando abundante alimento mediante su epibiosis, conjuntamente con la ausencia de grandes predadores, los hace ambientes exitosos como zona de crianza. Existe abundante literatura sobre el rol de dichas lagunas litorales como zonas de crianza. Sobre las condiciones hidrológicas de la laguna La Restinga existe abundante literatura publicada (SALAZAR *et al.* 2003, VELÁSQUEZ *et al.* 2016).

Destacamos que en este trabajo, la emigración de camarones juveniles y preadultos de *F.brasiliensis* y *F.notialis* de los sectores Pasadero y Botadero hacia mar abierto, se realiza mensualmente, alternando con el reclutamiento de cada cohorte según la fase lunar. Desde su ingreso como postlarvas a través de la boca de entrada a La Restinga, la migración hacia dichos sectores presenta variaciones cíclicas, coincidentes con las fases lunares, que produce desniveles de marea y que son aprovechados por el comportamiento nictemeral de las postlarvas para realizar el desplazamiento hacia el interior de la Laguna.

Existe abundante documentación que demuestra que los camarones peneidos ingresan a los estuarios luego de metamorfosearse como postlarvas o primeros juveniles. El comportamiento de los postlarvas y juveniles ha sido estudiado por HUGHES (1969 a y b) en el camarón *F.duoraum*, quién demuestra la relación entre dirección y fuerza de la corriente en el enterramiento y emergencia del sustrato de las postlarvas de esa especie. La llegada de las postlarvas está asociada a la marea alta y (alta) salinidad. GARCÍA (1972) indica la presencia de postlarvas del género “*Penaeus*”, en la costa de África es durante todo el año, en número reducido durante la estación fría y con una abundancia máxima durante la estación cálida. Especialmente las postlarvas de *Farfantepenaeus notialis* colonizan las zonas lagunares poco profundas, de abundante vegetación sumergida y alto contenido de materia orgánica. Ejemplares juveniles de dicha especie, con tallas entre 60-100 mmLT permanecen entre 4 y 7 meses. El alejamiento de los preadultos es coincidente con la baja marea, nadando a favor o en contra de la corriente de marea. BERRY & BAXTER (1969) dan cuenta de que las postlarvas y primeros juveniles del camarón *F.aztecus* permanecen en el estuario hasta lograr la talla aproximada de 100 mm LT, para luego migrar hacia el mar.

Tabla 15: Lista de macroalgas y fanerofamas sumergidas estuarinas características de los nursery grounds donde son hallados distintas especies de camarones peneidos juveniles

Macroalgas	Especie camarón	Area Geográfica	Autores
<i>Enteromorpha sp.</i>	<i>Penaeus vannamei</i>	México	PAUL & BOWERS 1982
<i>Cladophora sp.</i>	<i>Penaeus stylirostris</i>		
Fanerógamas acuáticas			
<i>Ruppia maritima</i>	<i>Penaeus paulensis</i>	Brasil	
<i>Ruppia maritima</i>	<i>Penaeus vannamei</i>	Mexico	PAUL & BOWERS 1982
	<i>Penaeus stylirostris</i>		
<i>Diplanthera wrighti</i>	<i>Farfantepenaeus brasiliensis</i>	Venezuela	Este trabajo
<i>Diplanthera wrighti</i>	<i>Farfantepenaeus notialis</i>	Venezuela	Este trabajo
<i>Diplanthera wrighti</i>	<i>Farfantepenaeus subtilis</i>	Venezuela	Este trabajo
<i>Spartina alterniflora</i>	<i>Penaeus aztecus</i> y <i>P.setiferus</i>	Laboratorio. USA	GILES & ZAMORA 1973

En términos generales, el ingreso de los estadios postlarvales y primeros juveniles de camarones al interior de las lagunas litorales puede ser reconocido por los siguientes mecanismos de transporte: 1) activo, mediante sus propios apéndices o 2) pasivo como las mareas, y foresia, es decir transportados por otros organismos vivo, animal o vegetal (MAS & SCELZO 1985, GAMBA & RODRIGUEZ 1987, WEHRMANN & DITTEL 1990).

Con el nombre de foresia se designa al mecanismo de transporte efectuado por otro organismo, vivo o no. Ciertas aves pueden transportar pasivamente huevos o quistes de *Artemia* de una zona o ambiente a otro. WEHRMANN & DITTEL (*op.cit.*) identificaron a las hojas de mangle flotantes a la deriva, como medio de transporte de una variedad de animales –principalmente larvas y juveniles de crustáceos (92,6%) y peces (7,4%). Entre los crustáceos se hallaron cangrejos (77,8%), camarones (9,1%), peces (7,4%) y anfípodos e isópodos (5,7%). Dichos autores postulan que las especies que se sujetan a las hojas flotantes poseen la ventaja de reducir la presión de predación por organismos que habitan la columna de agua. Esta estrategia puede ser ventajosa en minimizar la utilización de energía durante la re-invasión dentro del estuario, ya que los camarones juveniles deben consumir energía para permanecer en la columna de agua durante el transporte por la marea (RULIFSON 1981). Los organismos que usan las hojas flotantes para la inmigración al estuario, durante la alta marea entrante, no tienen que consumir energía para permanecer en la superficie. En ambos casos resulta un ritmo de sobrevivencia más grande o mayor en comparación con los animales que nadan libremente (WEHRMANN & DITTEL *op.cit.*). Aunque ello no ha sido estudiado por nosotros no descartamos que pueda ser un mecanismo de ingreso a La Restinga que pueda ser utilizado por las postlarvas de las especies que allí se han hallado. En forma similar a lo citado para *F.aztecus* por MINIELLO *et al.* (1989), las postlarvas del complejo “brasiliensis” penetran en “oleadas” a la laguna La Restinga (MAS & SCELZO 1984). Durante los primeros meses del año 1982, en el cual se ha podido realizar la captura de juveniles a intervalos entre 7 -y en algunos casos cada 15 días entre muestreos- la distribución de tallas en los histogramas de frecuencia permitió visualizar el reclutamiento de los ejemplares y relacionarlos con las fases lunares. En el sector Pasadero, el reclutamiento de cada grupo modal o “cohorte” se produjo coincidente con la fase de luna llena, aunque la densidad ha sido menor que en las fases oscuras de la luna. La fase de luna llena o nueva, produce

las mareas más altas del mes y las postlarvas y juveniles verían facilitado su desplazamiento con la corriente de marea que produce el “llenar” los sectores más distantes de la laguna. Este fenómeno se repitió mensualmente, lo que hizo posible identificar los grupos modales o cohortes y poder interpretar el crecimiento mediante el corrimiento o desplazamiento de los picos modales a través del tiempo, como es técnica usual en estudios biológicos pesqueros, especialmente de los crustáceos carentes de estructuras físicas rígidas sobre las cuales leer marcas de crecimiento (BOSCHI 1969, RICKER 1975, D’INCAO 1978, PETRIELLA & BOSCHI 1997). Según nuestro estudio, tanto en el sector Pasadero como en Botadero, la emigración se realiza mensualmente, alternando con el reclutamiento de nuevas cohortes, pero podría ocurrir que los preadultos se refugien en otros sectores de la Restinga o en áreas marinas costeras, para incorporarse al stock como primeros reclutas, cuando alcanzan tallas superiores a 100 mm de longitud, ya que en los histogramas de frecuencias durante los meses de marzo a noviembre es raro hallar ejemplares con tallas superiores a 70 mm de longitud. En casos extremos, p.ej. en Punta Gaviotas, durante los meses de febrero y marzo de 1999, fueron hallados ejemplares de más de 100 mmLT. El escaso número de ejemplares de esas tallas indican que ello no es habitual y se tratarían de un caso de permanencia “accidental” más que de un hecho común (Scelzo 1999). Es de destacar que entre ambas especies se produce un fenómeno de dominancia alternante, siendo más abundante *F.brasiliensis* durante los meses centrales del año, y *F.notialis* dominante en los últimos y primeros meses del año siguiente. Ello también ocurre en otras regiones donde varias especies de camarones, con hábitos similares conviven en una misma área. De acuerdo a WILLIAMS (1969), el reclutamiento de postlarvas del camarón marrón *F.aztecus* en Carolina del Norte, USA, se extiende desde enero hasta mayo, teniendo un gran pico de reclutamiento en marzo. El mismo autor indica que el reclutamiento de postlarvas de la especie *F.duorarum* ocurre entre junio a noviembre (temporada cálida), con un pico de reclutamiento entre julio y noviembre. RULIFSON (1981) señala que estudios experimentales han demostrado un fenómeno de exclusión entre el camarón blanco (*L.setiferus*) y el camarón marrón (*F.aztecus*) siendo esta última especie dominante sobre la primera. Ambas especies habitan sustratos con fanerógamas donde se refugian y obtienen alimento, pero puestas simultáneamente el camarón marrón permanece dentro de la vegetación, mientras que el camarón blanco se excluye hacia áreas desnudas, sin vegetación. Ello es resultado de

varios aspectos del ciclo de vida de cada especie, en el cual las condiciones ambientales, el tipo de sustrato, la alimentación, los ciclos de reproducción, forman parte del comportamiento especie-específico.

Hemos estimado que las postlarvas de los camarones que alcanzan la boca de entrada de la de la Laguna de la Restinga con tallas entre 6-8 mmLT deben tener alrededor de 2 semanas de vida desde el desove. La emigración hacia mar abierto ocurre a partir del momento desove de tallas de 90 mmLT, luego de 2-3 meses (8- 12 semanas de vida). Ello es coincidente con lo conocido para otras especies de peneidos. KUTKUHN (1966 a y b) estimó que postlarvas del camarón marrón *F. aztecus* que alcanzan las costas de Galveston, Texas, USA, de tallas entre 8-12 mmLT tendrían entre 3-4 semanas de vida y emigran hacia mar abierto a tallas a partir de 105 mmLT luego de 15 semanas de vida desde el desove. Estos datos serían similares al del camarón rosado *F. duorarum* para la zona de Tortugas, USA (KUTKUHN *op.cit.*). Especies de camarones peneidos del Oc.Pacífico, como *Litopenaeus stylirostris* y *Melicertus occidentalis* demuestran formas de reclutamiento similares, siendo la edad de reclutamiento en la población de adultos a los 7,5 meses de vida con una longitud de 130 mmLT (TABASH & PALACIOS 1996). Dichos autores indican que la estación de reproducción más importante para ambas especies en el Golfo de Nicoya, Costa Rica, es entre marzo y abril.

Relaciones tróficas

Los camarones peneidos adultos son generalmente omnívoros, en sus dietas se han hallado restos de una gran variedad de organismos, animales, vegetales y diversos microorganismos (bacterias y hongos) conjuntamente con materia orgánica en forma de detrito. En términos generales, al morir, por causa natural o por acción de los depredadores, restos no consumidos del cuerpo de los "organismos presa" va siendo disgregado, tanto por acción bacteriana, pudiendo ser despedazados previamente por la acción mecánica del depredador y posteriormente su cuerpo lisado por microorganismos. De tal manera que los restos orgánicos forman parte del detrito orgánico en las formas conocidas como materia orgánica no-particulada -tanto disuelta como coloidal- (DOM) o particulada (POM) con una eficiencia de asimilación inferior al 50%. Gran parte de la POM y DOM eliminada como heces entra al pool de detrito y es subsecuentemente utilizada por los microorganismos heterótrofos (WETZEL 1995) o consumidos por coprófagos que extraen gran parte de la energía remanente en las heces.. Gran parte de la DOM

es utilizada por microbios, degradada directamente o reciclada intensivamente en el ciclo microbiano de bacterias y protistos hasta la mineralización (WETZEL *op.cit.*) de allí que se obtenga una mayor eficiencia en la utilización de la energía de la materia orgánica. De hecho existe materia orgánica viva y muerta, siendo la primera muy importante por su alto valor energético. La POM es fuertemente colonizada por bacterias y hongos que a su vez sirven como materia orgánica aportando energía a los organismos que se alimentan de ellos. La DOM domina el ecosistema pelagial mientras que la POM, de mayor densidad, se sedimenta y domina en el bentónico, siendo en ese sustrato donde se lleva a cabo gran parte del metabolismo heterotrófico.

WASSEMBERG (1990) señala que el estómago de los camarones adultos que viven en el mar no contienen material de plantas, mientras que muchas especies de camarones juveniles, que habitan los estuarios, incorporan materia vegetal en su dieta (*Penaeus esculentus*, *Fenneropenaeus indicus*, *F.merguiensis*, *Penaeus monodon*, *P.semisulcatus*, *Farfantepenaeus aztecus*, *F.duorarum*, *Metapenaeus monoceros*, *M.dodsoni* entre otros). KITTING *et al.* (1984, citado por Wassemberg *op.cit.*) indican que empleando raciones con Carbono 13 radiactivo, los juveniles de los camarones *F.aztecus* y *F.duorarum* capturados en praderas de fanerógamas acuáticas, no obtienen carbono orgánico de dichas plantas, y que las algas epífitas son la fuente principal de carbono de *F.aztecus*. Las algas epífitas son comidas por otras especies de peneidos juveniles. Especies como *P.esculentus* de Moreton Bay, Australia, se alimentan de semillas de la fanerógama *Zostera capricorni* Aschers. y de algas filamentosas. Las semillas de *Z.capricorni* poseen un alto contenido energético, similar al contenido del tejido de los crustáceos, además de 13% de proteína y 51% de hidratos de carbono (WASSEMBERG *op.cit.*).

La hipótesis de que la vegetación de los estuarios, donde viven los camarones juveniles pueda servir como recursos alimenticio ha llamado la atención a los investigadores, especialmente motivado por la necesidad de desarrollar una dieta balanceada y de bajo costo para el cultivo de las especies. La materia vegetal es un recurso natural de gran abundancia y como tal representa una economía muy grande desde el punto de vista energético por representar el primer eslabón de la cadena trófica. Su producción es muy eficiente, con gran ahorro de energía. Comparativamente con la materia de origen animal, los vegetales –salvo excepciones- contienen un tenor de proteína muy bajo, pero

puede incrementarse con la descomposición del mismo tejido vegetal y desarrollo de bacterias, que contribuyen a suplementar los valores de proteína. ODUM & DE LA CRUZ (1967, citado por VENKATARAMIAH *et al.* 1978) informaron que el nivel de proteína de la fanerógama acuática *Spartina alterniflora* en descomposición se incrementó hasta un 24% en oposición al 10% del vegetal vivo o el 6% muerto. VENKATARAMIAH *et al.* (*op.cit.*) llevaron a cabo ensayos nutricionales comparando dietas experimentales en el crecimiento del camarón *Farfantepenaeus aztecus*. Una de las dietas preparada ha sido con el “marsh grass” *Spartina patens*. Los resultados indicaron que en el tratamiento suministrando dicha dieta se produjo una alta incidencia de canibalismo entre los ejemplares. Ello fue atribuido a que la dieta vegetal contenía muy bajo tenor proteico (4%). Observaciones similares hemos realizado con juveniles de *F.brasiliensis*, donde la dieta a base de *Diplanthera* fue ineficiente para mantener el crecimiento y los camarones depredaban sobre los más débiles o recién mudados. PRIMAVERA & GACUTÁN (1989) llevaron a cabo un experimento sobre dietas artificiales preparadas con distintas clases de macrófitas sumergidas sobre el crecimiento y sobrevivencia de juveniles del camarón *P.monodon*. Los resultados mostraron que la mayor sobrevivencia se obtuvo con la dieta preparada con *Najas maritima*, en comparación con *Ruppia maritima*. Con esta última dieta se lograron los menores ritmos de crecimiento. Los valores de digestibilidad hallados por PRIMAVERA & GACUTAN (*op.cit.*) han sido 40-47 % con *N.graminea* y 70-76 % con *R.maritima*.

Nuestro trabajo no incluyó el estudio de las relaciones tróficas como tema específico. Disponemos de datos sobre la alimentación natural de los camarones del sector Pasadero. El contenido estomacal de los ejemplares mostró restos de cutícula de pereiópodos o toracópodos de crustáceos isópodos y anfípodos, nematodos, copépodos Harpacticoides, gran cantidad de bacterias y varias diatomeas, entre las cuales se pudieron determinar varias especies del género *Amphora sp.*, *Cocconeis sp.*, *Gyrosigma sp.* (muy abundante), *Pleurosigma sp.*, *Navicula sp.*, varias especies de *Nitzschia* en forma muy abundante. A pesar que sobre la pradera de *Diplanthera* no se hallan peces adultos de gran tamaño y solo juveniles o adultos de especies pequeñas como el pargo dientón (*Lutjanus griseus*), o que no son depredadoras de camarones como la cornética (*Syngnathus scovelli*), el sistema lagunar de La Restinga ofrece una variedad de peces, crustáceos y aves (citados en detalle por CERVIGÓN

& GÓMEZ 1986) que pueden actuar como depredadores potenciales. Experiencia personal mostró que peces como el robalo (*Centropomus undecimalis*), crustáceos como los cangrejos nadadores (*Callinectes danae* y *C.exasperatus*) y aves como la cotúa (*Phalacrocorax olivaceus*) y la garza blanca (*Casmerodius albus*) han sido halladas consumiendo camarones juveniles, tanto en el ambiente natural como en operaciones de cultivo (SCELZO 1985). En el buche de las cotúas capturadas en estanques de cultivo fueron hallados hasta 15 camarones de más de 10 gramos de peso. Otras especies de peces como las cunas (*Mycteroperca rubia* y *M.bonaci*), la guasa (*Epinephelus itajara*), la cagalona (*Arcosargus rhomboidalis*) y el arrevés o lenguado (*Achirus lineatus* y *Trinectes paulistanus*.) pueden ser depredadores potenciales de camarones juveniles.

Presencia, abundancia y densidad de camarones juveniles

Del total de 26.023 camarones juveniles capturados durante los años 1979-1983, *F.brasiliensis* ha sido la especie dominante en las capturas efectuadas en el sector Pasadero, seguido en orden de importancia por *P.notialis* y muy ocasionalmente por *F.subtilis*. A pesar de que durante los muestreos de los años 79-83 no se identificaron juveniles de *L.schmitti*, la especie es frecuente hallarla en aguas costeras de Isla Margarita con salinidad normal (SCELZO 1986) y ha sido hallada en escaso porcentaje en los cultivos realizados con “semilla” capturada del sector Pasadero. Datos obtenidos por nuestro grupo de trabajo en estudios anteriores (ROBLETO 1982, ROBLETO & SCELZO 1982, SCELZO 1982) han indicado que *F.brasiliensis* es la especie dominante y es la que parece afectarle en menor grado los cambios ambientales tanto físico-químicos como biológicos (ROBLETO *op.cit.*). Dicho autor indicó que se observa cierta relación entre la abundancia con las fases lunares y en menor medida con la altura de marea. Las praderas de *Thalassia testudinum* no parecen ser propicias para el asentamiento de camarones juveniles. También destacó que el mayor índice de captura para *F.brasiliensis* se presenta en épocas de novilunio y durante el día y en cuarto creciente en la noche. El mayor índice de captura para la especie *F.notialis* se reporta en época de novilunio durante el día y en plenilunio en las noches.

ROBLETO (*op.cit.*), ROBLETO & SCELZO (*op.cit.*), SCELZO (1982, 1986) han indicado de la presencia esporádica de otras especies, especialmente de los camarones *F.subtilis* y del camarón blanco *L.schmitti*, especies que también suelen penetrar a la Laguna la Restinga, pero quizás la alta

salinidad actúe produciendo alta mortalidad a esas especies. Esta última especie es abundante en los estuarios positivos formados por las lagunas de Píritu y Unare, en el oriente venezolano con salinidades variables, pero con predominio de valores de salinidad inferiores al mar (KHANDKER 1968). Los resultados obtenidos en nuestro trabajo en el interior de La Restinga, indicaron que la presencia y abundancia de cada especie fue variable con los meses del año. Los juveniles de *F.brasiliensis* fueron proporcionalmente los más abundantes, siendo capturados durante todos los meses del ciclo anual. Aunque se hallaron variaciones interanuales, su mayor abundancia relativa fue durante el período abril-noviembre, disminuyendo a partir de diciembre-enero, donde *F.notialis* suele ser más abundante. También es probable que la presencia de *F.notialis* haya estado subestimados en los muestreos efectuados en los meses centrales del año, especialmente entre julio a setiembre, donde se capturaron los ejemplares más pequeños dentro de la Restinga (menores de 2 gramos). Debe destacarse que los ejemplares juveniles solo pueden ser bien diferenciados entre sí mediante caracteres morfológicos externos cuando alcanzan tallas superiores a 30 mm de longitud total y pesos superiores a un gramo. Ambas especies son morfológicamente muy similares, ya que se incluyen en la categoría de camarones “rosados acanalados” por presentar surcos adrostrales ensanchados que alcanzan el borde posterior del cefalotórax. La diferenciación específica de los camarones del género “*Penaeus*” se basa en la forma y estructura de los caracteres sexuales secundarios, como el tético y pestasma, amén de otros rasgos anatómicos y relaciones morfométricas (PÉREZ FARFANTE 1969, 1970 y 1971). *F.brasiliensis* (Latreille), *F.notialis* (Pérez Farfante) y *F.duorarum* (Burkenroad), conforman una unidad conocida como “complejo brasiliensis”, aunque la distribución de la última especie no alcance el mar Caribe sur. La coloración y distribución de cromatóforos suele ser un rasgo distintivo, especialmente en animales vivos o recientemente muertos. En los ejemplares que permanecen un tiempo prolongados fijados en formol o alcohol, suelen disolverse los cromatóforos, dificultando el reconocimiento de las manchas características de cada especie en vivo, especialmente de *F.brasiliensis*. Ese hecho ha dificultado los estudios de identificación de pequeños juveniles, subestimando los valores reales de abundancia y crecimiento, especialmente durante los primeros años de este estudio. Con el objeto de aportar más evidencia que permita diferencias ambas especies, BLAU Y SCELZO (*com. pers.*) realizaron estudios sobre taxonomía bioquímica, aplicada a dichas especies. La comparación de las bandas

de proteínas musculares, mediante corridas electroforéticas no demostró diferencias ni en el número de bandas ni en la velocidad de desplazamiento de las mismas. Esos resultados fueron complementados mediante estudios comparando los sistemas enzimáticos, cuyos resultados demostraron diferencias a nivel específico sólo entre las enzimas enterasas (VARGAS 1985, VARGAS *et al.* 1985). Sería interesante utilizar técnicas genéticas modernas, p.ej. análisis de DNA con PCR para la identificación de poliformismos (MERUANE *et al.* 1997). El método RAPD-PCR, ha probado ser un marcador sensible excelente para la identificación de las especies y para estimar la variabilidad genética y niveles de “inbreeding” en camarones peneidos (MERUANE *et al. op.cit.*). La similitud entre los ejemplares de *F.brasiliensis* y *F.notialis* es muy notable y sorprende también que ocupen hábitats similares para los juveniles, por lo menos en parte de su ciclo de vida. La mayor abundancia de *F.notialis* frente a *F.brasiliensis* durante los meses de enero, febrero y diciembre, provocando un fenómeno de exclusión no ha sido satisfactoriamente explicado por el análisis de las condiciones ambientales de los sitios de muestreo en este trabajo. Quizás ello tenga relación a alternancias durante el período de reproducción de cada especie, producción de larvas o que sus postlarvas sean más resistentes a las bajas temperaturas de la estación más fría del año A pesar de que en el sector Pasadero no pudieron detectarse cambios de temperatura apreciables en diferentes épocas del año durante el período bajo estudio, dicho fenómeno es más apreciable en el canal de entrada a la laguna y adyacencias. En dicho lugar también se han hallado variaciones de salinidad apreciables. Ambos parámetros solos o combinados, pueden ser la clave del éxito o fallas del reclutamiento. Otros aspectos, como la abundancia del alimento—fito o zooplancton—no parecerían ser claves ya que afectaría por igual a las larvas de ambas especies. La alta salinidad—hipersalinidad—del interior de la laguna La Restinga, parecería ser un factor clave en la escasa abundancia de las demás especies de camarones, como *L.schmitti* y *F.subtilis*, ya que su presencia ha sido demostrada en este trabajo, especialmente de la última especie. Trabajos realizados por nosotros durante 1984 y 1985 dieron cuenta de la presencia también de juveniles del camarón blanco *Litopenaeus schmitti* en el interior de la Laguna pero siempre en muy baja densidad (SCELZO 1985). Los datos disponibles indican que esta última especie coloniza eficazmente estuarios positivos (de baja salinidad). Con la llegada de las lluvias se produce un fenómeno de aporte de agua del interior de las lagunas hacia el mar abierto, fenómeno que es aprovechado por los

ejemplares preadultos para migrar al mar en forma pasiva o nadando acativamente pero con menor gasto energético.

La presencia y abundancia de las especies de camarones juveniles en estuarios y lagunas litorales varían regionalmente. Algunos ejemplos pueden dar una idea de lo conocido en el área del Caribe y otras zonas. ROJAS-BELTRÁN (1977) al realizar un estudio de la composición de camarones peneidos juveniles y preadultos en una laguna litoral de la isla de Guadalupe (Antillas Francesas) indicó que las variaciones semanales de abundancia relativas son más marcadas en la estación seca que en la estación intermedia o de lluvias, lo que puede traducirse en un retardamiento de la actividad migratoria. Las variaciones de tallas medias semanales, pone en evidencia que los juveniles son mucho más grandes en la estación seca que en la lluviosa, lo que confirma que los camarones se quedan o permanecen más tiempo en el manglar en la estación seca y que en consecuencia, las migraciones son menos importantes. Durante la estación seca hay una fuerte disminución del stock de camarones juveniles en el manglar de Guadalupe, pero dichas poblaciones existen en forma permanente. Según GARCÍA (1977) existe una buena relación entre la abundancia y la talla de los camarones durante la emigración de juveniles. Las tallas mayores corresponden a la estación fría coincidente con la menor abundancia y *vice-versa*. El mismo fenómeno ha sido hallado por otros autores en diversas áreas geográficas (YOEKEL, 1970, citado por GARCÍA, *op.cit.*) en Nigeria y HOESTLANDT (1966) en Dahomey. Un hecho similar se produce en La Restinga donde los camarones son hallados durante todo el año y permanecen por mayor lapso de tiempo en Pasadero y Botadero, donde, las cohortes alcanzan mayores tallas, durante los últimos meses del año y principios del año siguiente, coincidente con la menor densidad de los ejemplares en las praderas de fanerógamas. Posiblemente este hecho tenga relación con la abundancia del alimento, es decir se trataría de un fenómeno de competencia intraespecífica por la alimentación.

Estas investigaciones ponen en evidencia la importancia de los stocks de juveniles en los manglares y demuestran por el análisis de abundancia, tallas medias y relación sexual, que esas poblaciones están en recomposición: ello podría ser debido a los movimientos de inmigración y emigración por una parte y al crecimiento en el mismo lugar, por otra. Los resultados de los muestreos en la zona del manglar de Guadalupe, realizados por ROJAS BELTRÁN (*op.cit.*) parecen confirmar la relación muy estrecha que

existe entre el manglar y las especies pertenecientes al género "*Penaeus*".

En ciertas áreas, la densidad de ejemplares puede variar dramáticamente dependiendo de la altura de la marea o condiciones meteorológicas que se hacen evidentes en ambientes con amplias variaciones de mareas (ROZAS & MINELLO 1997). Asumiendo una distribución de animales uniforme sobre un área inundada, la densidad de animales decrecerá en la medida que se eleve la marea. Desafortunadamente, el estado de la altura de la marea no fue siempre tenido en cuenta en los diferentes muestreos realizados en nuestro trabajo, pero dada las características de poca amplitud de marea en los trópicos y especialmente en la laguna La Restinga –máxima diferencia de 45 cm entre mínima y máxima- el efecto se considera mínimo. Este error también se ha minimizado al comparar hábitat diferentes –con y sin vegetación- ya que se realizaron simultáneamente, con el mismo estado de marea, aunque persistió el error entre muestreo en fechas diferentes.

Talla de reclutamiento y de emigración de preadultos

Como se ha destacado (MAS 1981, MAS & SCELZO 1981) las postlarvas penetran al canal de entrada de la laguna La Restinga, con tallas superiores a 6 mm de LT, talla similar a las portlarvas del camarón blanco *L.schmitti* cuando penetran a la laguna de Unare, Venezuela (KHANDKER 1968). Tanto en Pasadero como Botadero y Punta Gaviotas, los ejemplares fueron capturados a partir e la talla de 10 mm de longitud total, siendo abundantes a partir de 20 mm de longitud. En la captura de postlarvas avanzadas y juveniles, consideramos que el tamaño de abertura de malla ha actuado como un arte de captura selectivo, que puede haber dificultado la captura de mayor abundancia de los ejemplares de menor talla. Al finalizar el período de crecimiento lagunar, los camarones juveniles preadultos inician el retorno al mar, conocido como "migración reproductiva o emigración", para incorporarse a las poblaciones de adultos reproductores, como reclutas de los stocks alrededor de la Isla Margarita. Las mayores tallas observadas en el período 1979-83 no excedieron 100-110 mm de longitud a pesar que en febrero-marzo se llegaron a capturas ejemplares de hasta 120 mmLT. Las tallas más grandes son abundantes durante los últimos meses del año (noviembre-diciembre) y los primeros del siguiente (enero-febrero). En trabajos realizados por KHANDKER & LARES (1973) sobre la pesquería de *F.brasiliensis* en el nororiente de Venezuela, indican que la especie es abundante en profundidades menores a 20

brazas (35 metros aproximadamente). Fueron hallados gran cantidad de camarones juveniles, con tallas entre 90-120 mm de longitud total, señalando que gran número de ellos se hallaban en la condición de subadultos y que migran al mar desde los lugares de cría costeros. En dicho trabajo se ha indicado que durante el período entre julio y diciembre se han capturado el mayor rango de tallas de los camarones, especialmente de tallas pequeñas, pudiendo indicar los meses de reclutamiento en la pesquería del nororiente venezolano. La mayoría de los ejemplares fueron capturados durante horas de la noche y las capturas durante horas del día fueron insignificantes (KHANDKER & LARES *op.cit.*). Similar a lo hallado por ROJAS BELTRÁN (1976, 1977) en la isla de Guadalupe, también en La Restinga la abundancia de camarones disminuyó al principio de la estación seca. El hallazgo de ejemplares de mayor talla al final de la estación húmeda e inicio de la estación seca puede indicar un retardamiento de la actividad migratoria. También durante ese período hay una fuerte disminución del stock de camarones, pero las poblaciones existen en forma permanente, excepto en los momentos de desaparición de las praderas de fanerógamas.

La emigración a mar abierto de los juveniles en La Restinga para completar el crecimiento, la maduración gonadal y reproducción en aguas de salinidad normal, estaría inducida por los mayores caudales de agua durante la época lluviosa que favorecerían el transporte pasivo hacia mar abierto.

A pesar del tiempo transcurrido de la realización de este estudio, los datos obtenidos han sido de relevancia por demostrar la presencia de los estadios juveniles de diversas especies nativas de camarones peneidos, la abundancia de las mismas y la densidad en los sectores interiores de la laguna de manglar La Restinga en la Isla de Margarita. Esta información es de gran relevancia histórica y servirá de línea de base para estudios posteriores y evaluar la salud del ecosistema estudiado, especialmente en lo referente a posibles cambios tanto naturales como por impacto ambiental producidos por la actividad humana. Ha sido una contribución más que se suma al interés siempre presente de nuestro colega y amigo Fernando Cervigón por el ambiente marino, sus pobladores y pescadores nativos a quienes debo el interés del presente estudio. Vaya para todos ellos mi cálido reconocimiento.

CONCLUSIONES

La Laguna de manglar La Restinga en Isla de Margarita, se comporta como criadero natural (nursery ground) de varias especies de camarones marinos.

Los resultados de este estudio llevado a cabo durante los años 1979–1983 y 1999, han caracterizado a los sectores occidental (Pasadero) y oriental (Botadero y Paso Gaviota) de la laguna La Restinga, Isla Margarita, como ambientes tropicales hipersalinos.

La salinidad promedio anual en los Sectores Pasadero y Botadero osciló entre 41-49 ‰, lo que caracteriza a este ambiente como un estuario negativo, con salinidad superior a la normal del mar adyacente.

Las temperaturas promedio del agua de mar ha sido entre 27-30 °C, los valores mas altos fueron hallados en los meses centrales del año.

Las concentraciones promedios anuales de oxígeno disuelto, oscilaron entre 3-4 ml.l⁻¹ y los nutrientes (amonio, nitrito, nitratos y fosfatos) fueron inferiores a 1µg.at⁻¹.l⁻¹.

Fueron hallados postlarvas avanzadas y juveniles de tres especies de camarones peneidos: el camarón rosado con manchas *Farfantepenaeus brasiliensis* (74,6%), el camarón rosado del sur *F. notialis* (16,9%) y el camarón café *F.subtilis* (0,03%).

La abundancia de las especies es variable a lo largo del año. *F.brasiliensis* es dominante en los meses centrales del año (marzo a noviembre), coincidentes con las temperaturas promedios mas elevadas. *F.notialis* es dominante entre los meses de diciembre y febrero del año siguiente, período del año con las menores temperaturas, especialmente en Canal de entrada a la Laguna y mar adyacente.

F.brasiliensis es un buen osmorregulador, especialmente en altas salinidades, comportamiento que podría ser compartido por juveniles de *F.notialis*. Ello explicaría tanto la presencia, abundancia y éxito en la colonización de esos ambientes, excluyendo las demás especies en forma espacio-temporal.

La dominancia alternada por los juveniles de ambas especies en la Restinga podría ser el resultado de estrategias reproductivas diferentes permitiendo la coexistencia de ambas especies en el mismo habitat, pero en tiempos diferentes.

El reclutamiento de juveniles en los sectores internos de la laguna, sobre las praderas de la fanerógama sumergida *Diplanthera wrighti* es continuo durante el año.

La densidad promedio de ejemplares capturados en las praderas de *Diplanthera* ha sido superior a 200

ejemplares.100 m⁻², comparativamente superior a los capturados sobre fondos fangosos y de conchillas de moluscos, sin vegetación, cuyas densidades han sido nulas hasta no mayores de 13 ejemplares.100 m⁻².

La relación sexual ha sido cercana a la unidad, no habiendo sido halladas diferencias estadísticas entre las proporciones de los sexos.

No fueron halladas diferencias morfológicas (longitud total, longitud caparazón, peso) entre sexos en las especies estudiadas dentro del rango de las tallas capturadas (inferiores a 120 mmLT).

Los ejemplares más pequeños capturados tuvieron una longitud total entre 8-10 mm. La emigración de los "nursery grounds" en La Restinta se inicia alrededor de los 100 mmLT. Los ejemplares mayores capturados no superaron los 120 mmLT.

Se ha estimado que los juveniles de ambas especies permanecen en los sectores estudiados de la laguna La Restinga, un lapso de tiempo no superior a 3 meses desde su ingreso como postlarvas, aunque algunos ejemplares en forma aislada, pueden permanecer tiempo algo mayor.

Hasta el presente, el mayor "criadero natural" (o nursery grounds) de juveniles conocido para ambas especies en Venezuela es la laguna de manglar La Restinga, pero otras lagunas litorales cumplirían roles similares.

Los juveniles son reclutados en los sectores conocidos como Pasadero, Botadero y Punta Gaviotas con tallas superiores a los 9-10 mm de longitud total.

Al lograr tallas superiores de 70-80 mm de longitud, al cabo de 2-3 meses de residencia en dichos lugares, los juveniles y pre-adultos emigran hacia el mar abierto. Algunos ejemplares lograr permanecer mayor tiempo en los lugares interiores de la laguna, habiéndose capturado ejemplares hasta 110 mm de longitud.

Existe un reclutamiento mensual continuo a lo largo del año en el cual tanto las fases lunares y las mareas son factores determinantes. También se produce una emigración permanente hacia mar abierto. Los ejemplares de mayores tallas han sido hallados durante los últimos meses de cada año y principio del siguiente.

La casi totalidad de los ejemplares capturados en el interior de La Restinga han sido ejemplares juveniles y preadultos, sexualmente inmaduros. Solo se ha hallado un ejemplar maduro sexualmente de *F.notalis* en el sector

denominado Punta Gaviotas, aunque machos preadultos de ambas especies se encuentran ya con el petasma unido -maduracin morfológica- al iniciar la emigración.

Un número considerable de postlarvas podrían ser reclutadas en las aguas costeras sin lograr entrar a las lagunas litorales donde abunda las praderas de *Diplanthera*. En esos casos los ejemplares se podrían refugiar en otras praderas de fanerógamas o macroalgas, pero la mortalidad sería mucho mayor, especialmente por la presencia de grandes depredadores acuáticos (peces, otros crustáceos, moluscos e invertebrados varios) y aves.

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Fernando Cervigón por su constante apoyo al desarrollo de las ciencias marinas en Venezuela. Al colega y amigo Alfredo Gómez por todo su apoyo y consejos durante mi estadía en Margarita, y a todo el personal del Museo del Mar, Isla Margarita, por su colaboración durante mi estadía durante 1999. A mis estudiante, colegas y amigos del CIC/ECAM/UDO, especialmente a J. Enrique Hernandez, Yomo Marcano, Juan Bolaños y Gonzalo Hernández. A Marina Vargas y Mauricio Soler y Rafael Suárez por su amistad y apoyo durante la fase del cultivo en Margarita. A Freddy Robletto y Jaime Mas y otros, estudiantes, quienes fueron grandes colaboradores y compartimos muchos años de tediosos pero fructíferos muestreos. A los amigos, técnicos Eulogio Penoth y Agustín Aguado, por la ayuda en los análisis químicos. A los pescadores, obreros y amigos de la Isla de Margarita, como Regulo, Chuchú, Elías, Julián, y otros cuyos nombres se fueron borrando de mi memoria, pero no sus rostros ni sus afectos.

REFERENCIAS

- ALLEN, D.M., J.H. HUDSON & T.J.COSTELLO. 1980. Postlarval shrimp (*Penaeus*) in the Florida Keys: species, size and seasonal abundance. *Bull. Mar. Sci.* 30:21-34.
- ANGELL, C.L. 1976. Juveniles del complejo *Penaeus duorarum* - *P. brasiliensis* en la laguna de Punta de Piedras. Nueva Esparta, 1972-1973. *Mem. Soc. Cienc. Nat. La Salle* 36(104): 155-163.
- AYVAZIAN, S. G., L. A. DEEGAN, & T. FINN. 1992. Comparison of habitat use by estuarine fish assemblages in the Acadian and Virginian zoogeographic provinces. *Estuaries* 15:368-383.
- BAÑADA, V.C. 1984. Seasonal and local occurrence of adults and postlarval stages of *Penaeus merguensis*

- and *Penaeus indicus* in Batan Baty, Phillippines. Abstract in the *Proceedings of the First International Conference on the Culture of Penaeud Prawns/ Shrimps*. Iloilo City, Philippines, pg.176.
- BASHIRULLAH, A.K. & L.B.LARES. 1973. Arrastres exploratorios en la plataforma continental de la Guayana. I. Especies de camarones capturados y su abundancia relativa. *Bol. Inst. Oceanogr. Venez.* 12(3): 15-22.
- BAUER, R.T. 1985 a. Penaeoid shrimp fauna from tropical seagrass meadows: species composition, diurnal and seasonal variation in abundance. *Proc. Biol. Soc. Wash.*, 98(1):177-190.
- BAUER, R.T., 1985 b. Diel and seasonal variation in species composition and abundance of caridean shrimps (Crustacea, Decapoda) from seagrass meadows on the north coast of Puerto Rico. *Bull. Mar. Sci.* 36(1): 150-162.
- BENFIELD, M.C. & D.V.ALDRICH. 1992. Attraction of postlarval *Penaeus aztecus* Ives and *P.setiferus* (L.) (Crustacea: Decapoda, Penaeidae) to estuarine water in a laminar-flow choice chamber. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 156:39-52.
- BERRY, R.J. & K.N.BAXTER. 1969. Predicting brown shrimp abundance in the northwestern Gulf of Mexico. *FAO Fish. Rep.* 57(3):775-798.
- BOSCHI, E., E., 1969. Crecimiento, Migración, y Ecología, del camarón comercial *Artemesia longinaris* Bate. *FAO Fish.Rep.* N° 57 (3):833-846.
- BOSCHI, E., E., 1974(77). Biología de los Crustáceos cultivables en América Latina. *FAO Inf. Pesca* N° 159(2): 73-95. Roma.
- BOSCHI, E.E. & M.A. SCELZO. 1974 (77). Desarrollo larval y cultivo del camarón comercial de Argentina *Artemesia longinaris* Bate (Crustacea, Decapoda, Penaridae). *FAO Inf. Pesca.* Roma. N° 159 (1): 289-327.
- BRISSON, S. 1976. II Distribuição seasonal de postlarvas de camarão-rosa (*Penaeus brasiliensis* Latreille e *Penaeus paulensis* Perez Farfante) na entrada do canal da laguna de Araruajma- Cabo Frío, Rio de Janeiro-Brasil. (102) . *Publicações do Instituto Pesquisa da Marinha*, Brasil. 101:1-20.
- BROAD 1962. Environmental requirements of shrimp. *Biological Problems in water pollution. Third Seminar.* 86-91.
- BRUSHER, H.A. & L.H.OGREN. 1976. Distribution, abundance and size of Penaeid shrimps in the St.Andrew Bay system, Florida. *Fish. Bull.* 74(1): 158-166
- BRUSHER, H.A. & L.H.OGREN. 1976. Distribution, abundance and size of Penaeid shrimps in the St.Andrew Bay system, Florida. *Fish. Bull.* 74(1): 158-166.
- CAILLOUET, C.W., JR., W.S.PERRET & R.S.DUGAS. 1970. Diel fluctuation in catch of postlarval brown shrimp, *Penaeus aztecus* Ives, with the Renfro beam trawl. *Bull. Mar. Sci.* 20:721-730.
- CALAZANS, D. & M.L.ANTUNES. 1999. Abundance and size of megalopa of *Farfantepenaeus paulensis* (Decapoda: Penaeidae): a comparative study among two estuaries in the Rio Grande do Sul. 7 *Colloquium Crustacea Decapoda Medieterranea*, pg. 129. Lisboa. Portugal
- CERVIGON, F. 1997. *Cubagua 500 años*. Fundación Museo del Mar. Caracas. 143 pp.
- CERVIGON, F. & A.GÓMEZ, 1986. *Las lagunas litorales de la Isla de Margarita. Sus recursos y su conservación*. Fundación Científica los Roques. Ed. Arte, 88 pp.
- COSTELLO, T.J. & D.M.ALLEN. 1959. Notes on the migration and growth of pink shrimp (*Penaeus duorarum*). *Proceedings of the Gulf and Caribbean Fisheries Institute, Twelfth Annual Session*, pgs. 5-9 (41).
- COSTELLO, T.J. & D.M.ALLEN. 1964. Migration and geographical distribution of pink shrimp (*Penaeus duorarum*) of the Tortugas and Sanibel grounds, Florida. *Fish. Bull.* 65(2): 449-459 (77).
- CRIALES, M.M. 1979. *Algunos aspectos de la salinidad y la temperatura sobre postlarvas y juveniles del camarón rosado Penaeus brasiliensis Latreille, 1867 (Crustacea, Natantia)*. Trab. Grad. M. Sci. Universidad de Oriente. Cumaná. Venezuela. 34 pp.
- DAVANT, P. 1973. Clave para la identificación de los camarones marinos y de río con importancia económica en el oriente de Venezuela. *Cuad. Oceanogr. Inst. Oceanogr. Venez.* (1): 113.
- DELANCEY, L.B., J.E.JENKINS & J.D.WHITAKER. 1994. Results of long-term, seasonal sampling for *Penaeus* postlarvae at Breach Inlet, South Carolina. *Fish. Bull.* 93(2): 633-640.
- DIAZ-PIFERRER, M. 1972. *Las algas superiores y fanerógamas marinas. Capítulo 9*. En: *Ecología*

- Marina*, pgs. 273-307. Ed.Dossat S.A. Caracas. Venezuela.
- DREDGE, M.C.L. 1985. Importance of estuarine overwintering in the life cycle of the banana prawn, *Penaeus merguensis*. *Second Australian National Prawn Seminar*: 115-123. Ed.by P.C.Rothlisberg, B.J.Hill and D.J.Staples. NPS2, Cleveland, Queensland, Australia.
- DUARTE, C.E. & C.ROMERO G. 1985. Regulación iónica y osmótica en juveniles de camarón *Penaeus brasiliensis*, Latreille (Crustacea:Decapoda:Penaeidae). *Bol. Inst. Oceanogr. Venez.* 24(1&2):3-10.
- DURONSLET, M.J., J.M.LYON & F.MARULLO. 1972. Vertical distribution of postlarval brown, *Penaeus aztecus*, and white shrimp, *Penaeus setiferus*, during immigration through a tidal pass. *Trans.Am.Fish. Soc.* 101:748-752.
- EWALD, J.J. 1965. Investigaciones sobre la biología del camarón comercial en el occidente de Venezuela. Segundo Informe Anual al Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Ministerio de Agricultura y Cría, Caracas. 147 pp.
- FISCHER, W. & F. CERVIGON, 1979. Infopesca, Catálogo De Especies Marinas De Interés Económico Actual O Potencial Para América Latina. Parte 1. Atlántico Centro Y Suroccidental. Rome, FAO/UNDP, Sic/79/1: 372 p.
- GAMBA, L. & G.RODRIGUEZ. 1987. Migratory behavior of postlarval white *Penaeus schmitti*, and river shrimps, *Macrobrachium olfersi* and *Macrobrachium acanthurus*, in their zone of overlap in a tropical lagoon. *Bull. Mar. Sci.* 40(3):454-463.
- GARCÍA, S. 1972 a. Biologie de *Penaeus duorarum* (Buck.) en Cote d' Ivoire. II. Ponte et migration. *Doc. Scie. Centre Rech Oceanogr. Abidjan.* 3 (1): 19-45.
- GARCÍA, S. 1977. Biologie et dynamique des populations de crevettes roses (*Penaeus duorarum notialis* Pérez-Farfante, 1967) en Cote d' Ivoire. *Travaux et documents de l'O.R.S.T.O.M.* (79): 265 pp.
- GARCÍA, S. & L. LE RESTE. 1981. Life cycles, dynamics , exploitation and management of coastal penaeid shrimp stocks. *FAO Fisheries Technical Paper* N° 203:215 p.
- GILES, J.EJ & G.ZAMORA. 1973. Cover as a factor in habitat selection by juvenile brown (*Penaeus aztecus*) and white (*P.setiferus*) shrimp. *Trans.Amer.Fish.Soc.*, 1973(1):144-145.
- GÓMEZ, G., A. 1991 a. Causas de la fertilidad marina en el nororiente de Venezuela. *Interciencia* 21(3)140-146.
- GÓMEZ, G. A. 1991 b. Interacción entre un estuario negativo (Laguna de La Restinga, Isla de Margarita) y el Mar Caribe adyacente. *Bol.Inst.Oceanogr. Venez.* 30(1 & 2): 47-55.
- GÓMEZ, G., A. 1983. Pigmentos clorofílicos, producción primaria y abundancia planctónica en el canal de entrada a la laguna de La Restinga, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr.Venez.* 22 (1&2):43-63.
- GÓMEZ, A. 1996. Causas de la fertilidad marina en el Nororiente de Venezuela. *Interciencia* 21(3): 140-147.
- GÓMEZ G., A. & J.P.CHANUT. 1993. Hidrografía, producción y abundancia planctónica al sur de la Isla de Margarita, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Venez.*, 32(1 & 2): 27-44.
- GÓMEZ G., A & M. A. SCELZO, 1982. Policulture experiments of Pompano *Trachinotus carolinus* (Carangidae) and spotted red shrimp *Penaeus brasiliensis* (Penaeidae) in concrete ponds, Margarita Island, Venezuela. *J. Maricult. Soc.* 13:146-153.
- GUNTHER, G. & H.H.HILDEBRAND. 1954. The relation of total rainfall of the state and catch of the marine shrimp (*Penaeus setiferus*) in Texas waters. *Bull. Mar. Sci. Gulf Carib.* 4(2):95-103.
- HALLIDAY, I.A. 1995. Influence of natural fluctuation sin seagrass cover on commercial prawn nursery grounds in a subtropical estuary. *Mar.Freshwater Res.*, 46:1221-1226.
- HAYWOOD, M.D.E., D.J.VANCE & N.R.LONERAGAN. 1995. Seagrass and algae beds as nursery habitats for tiger prawns (*Penaeus semisulcatus* and *P.esculentus*) in a tropical Australian estuary. *Marine Biology* 122:213-223.
- HECK, K.J. & K.A.WILSON. 1987. Predation rates on decapod crustaceans in latitudinally separated seagrass communities: a study of spatial and temporal variation using tethering techniques. *J.Exp.Mar. Biol.Ecol.*, 107:87-100.
- HECK, K.L., JR. & T.A.THOMAN. 1984. The nursey role of seagrass meadows in the upper and lower reaches of the Chesapeake Bay. *Estuaries* 7(1):70-92.
- HOESTLANDT, H. 1966. Premières Recherches sur le cycle biologique de *Penaeus duorarum* Burkenroad, 1939 en Afrique Occidentale (Dahomey). *Memoires de*

- l'Institut Fondamental D'Afrique Nore. Réunion de spécialistes C.S.A. sur les Crustacés* N° 77:478-497.
- HOESTLANDT, H. 1969. Recherches sur le cycle biologique de la crevette *Penaeus duorarum* Burkenroad, 1939 au Dahomey. *FAO Fish. Rep.* N° 57 (3): 687-707.
- HUGHES, D.A. 1969 a. On the mechanisms underlying tide-associated movements of *Penaeus duorarum* Burkenroad. *FAO Fish. Rep.* N° 57 (3): 867-874.
- HUGHES, D.A. 1969 b. Factors controlling the time of emergence of pink-shrimp *Penaeus duorarum*. *FAO Fish Rep.* N° 57 (3): 971-981.
- HUGHES, D.A. 1969 c. Responses to salinity changes as a tidal transport mechanism of Pink shrimp, *Penaeus duorarum*. *The Biological Bulletin*, 136(1):43-53.
- IBAÑEZ, A.M. & M.A.SCELZO. 1984. Consumo de oxígeno del camarón blanco *Penaeus schmitti* Burkenroad (Decapoda, Penaeidae) en respuesta a un gradiente de salinidad. *XXXIV Convención Anual de la Asociación Venezolana para el Avance de la Ciencia*. Cumaná. Venezuela. Noviembre 1984.
- IMAL, T. 1980. *Biological Resarch on prawns*. In: *Aquaculture in shallow seas*. Part 5:413-474. Balkema Ed. Holanda.
- IORIO, M.I., M.A.SCELZO & E.E.BOSCHI. 1990. Desarrollo larval y postlarval del langostino *Pleoticus muelleri* Bate, mediante cultivos de laboratorio y muestras de plancton (Crustacea, Decapoda, Solenoceridae). *Scientia Marina* 54(4):329-342, Barcelona. España.
- IVERSEN, E.S., D.M.ALLEN & J.B.HIGMAN. 1993. *Shrimp capture and culture fisheries of the United States*. Halsted Press, J.Wiley & Sons. Inc. N.Y. 247 pp.
- KHANDKER, N.A. 1968. Some aspects of the biology of white shrimps *Penaeus schmitti* Burkenroad, in lake Unare, Venezuela. *FAO Fish. Rep.* N° 57(2): 505-512.
- KHANDKER, N.A. & LARES. 1973. Observations on the fishery and biology of pink spotted shrimp, *Penaeus brasiliensis* Latreille, of Margarita Island, Venezuela. *Proc. Gulf Caribb. Fish. Inst.*, 25 Ann.Sess.:156-162.
- KITTING, C.L., B.FRY & M.D.MORGAN. 1980. Coconsumer's choice in Seagrass meadows: inconspicuous algae, not seagrass detritus. *Science*:
- KNEIB, R.T. & S.L.WAGNER. 1994. Nekton use of vegetated marsh habitats at different stages of tidal inundation. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 106: 227-238
- KUTKUHN, J.H. 1966 a. The role of Estuaries in the development and perpetuation of commercial shrimp resources. *Am. Fish. Soc. Sp. Pub.* (3):16-36.
- KUTKUHN, J.H. 1966 b. Dynamics of a penaeid shrimp population and management implications. *Fish. Bull.* 65(2):313-338.
- LARES, L.B. & N.A.KHANDKER, 1972. Pesca de arrastre en zonas de las lagunas de Tacarigua, Unare y Píritu, con referencia especial a camarones. *Bol. Instit. Oceanogr. Universidad de Oriente, Venezuela* 11(1):51—56.
- LE RESTE, L. 1973 a. Etude de la répartition spatio-temporelle des larves et jeunes postlarvas de la crevette *Penaeus indicus* H.Milne Edwards en Baie d'Ambaro (Cote nord-ouest de Madagascar). Contribution a l'étude d'une baie eutrophique tropicale. *Cahier ORSTOM, sér. Océanographique*, 11(2):172-189.
- LE RESTE, L. 1973 b. Etude de recrutement de la crevette *Penaeus indicus* H.Milne Edwards dans la zone de Nosy-Bé Cote nord-ouest de Madagascar. Contribution a l'étude d'une baie eutrophique tropicale. *Cahier ORSTOM, sér. Océanographique*, 11(2):171-178.
- L'HOMME, F. 1992. Le recrutement des postlarves de la crevette *Penaeus subtilis* (Perez Farfante, 1967) dans deux estuaires de Guyane Française. *Annales de l'Institut Océanographique*, Paris, 68(1-2): 169-178
- LOESH, H.C. 1975. Observations on seabob shrimp *Xiphopenaeus kroyeri* trapped in a beach trough during a falling tide. *Proc. Louisiana Acad. Sci.* 38:16-19.
- LOESH, H.C. 1976. Penaeid shrimp distribution in Mobile Bay, Alabama, including low-salinity records. *Gulf Res. Rep.* 5(2): 43-45
- LONERAGAN, N.R., R.A.KENYON, M.D.E.HAYWOOD & D.J.STAPLES. 1994. Population dynamics of juvenile tiger prawns (*Penaeus esculentus* and *Penaeus semisulcatus*) in sea grass habitats of the western Gulf of Carpentaria. Australia. *Marine Biology*, 119:133-143.
- LOPEZ GUERRERO, L. 1968. Estudio preliminar sobre las migraciones de postmisis de *Penaeus vannamei* Boone. En: Mistakidis, M.N. (Ed.) *FAO Fisheries Report* (57) Vol.2: 405-413. Rome.
- MARCANO, J.G., 1980. *Efecto del nivel de proteína en el crecimiento de juveniles del camarón Penaeus brasiliensis Latreille (Decapoda, Penaeidae)*

- alimentados con dietas semipurificadas a base de harina de soya, suplementada con Metionina y Lisina.* Trab. Asc. Universidad de Oriente, Venezuela, 56 pp.
- MARGALEF, R. 1982. *Ecología*. Ediciones Omega, S.A. Barcelona. 951 pp.
- MAS, J. 1984. Abundancia de postlarvas de camarones del género *Penaeus* en el canal de entrada a la Laguna de La Restinga, Isla de Margarita, Venezuela, en relación a las fases lunares y otros parámetros ecológicos. *Trab Grad. Lic. Universidad de Oriente*. Venezuela.
- MAS, J. & M.A.SCELZO. 1985. Abundancia de postlarvas de camarones del género *Penaeus* en el canal de entrada a la Laguna de La Restinga, Isla de Margarita, Venezuela. *XXX Convención Nacional de la Asociación Venezolana para el Avance de las Ciencias (ASOVAC)*. Maracaibo. Venezuela.
- MCONAUGHA, J.R. 1992. Decapod Larvae: dispersal, mortality and ecology. A Working hypothesis. *American Zoologist* 32:512-523.
- MCMILLAN, R.O., D.A.ARMSTRONG & P.A.DINNEL. 1995. Comparison of intertidal habitat use and growth rates of two northern Puget Sound cohorts of 0+ age dungeness crab, *Cancer magister*. *Estuaries* 18(2):390-398.
- MENDES RUAS, V., M. ALANIZ RODRIGUES, L. CESTARI DUMONT & F. D'INCAO. 2014. Habitat selection of the pink shrimp *Farfantepenaeus paulensis* and the blue crab *Callinectes sapidus* in an estuary in southern Brazil: influence of salinity and submerged seagrass meadows. *Nauplius* 22(2):113-125.
- MERUANE, J., M.TAKAGI & N.TANIGUCHI. 1997. Species identification and polymorphisms using RAPD-PCR in Penaeid prawns *Penaeus japonicus* and *Metapenaeus ensis*. *Fisheries Science* 63(1):149-150.
- MINELLO, T.J. & J.W. WEBB, JR. 1997. Use of natural and created *Spartina alterniflora* salt marshes by fishery species and other aquatic fauna in Galveston Bay, Texas, USA. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 151:165-179.
- MINELLO, T.J., R.J.ZIMMERMAN AND E.X.MARTINEZ. 1989. Mortality of Young Brown shrimp *Penaeus aztecus* in estuarine nurseries. *Trans. Am. Fish. Soc.* 118:693-708.
- MINELLO, T.J., R.J.ZIMMERMAN, & R.MEDINA. 1994. The importance of edge for nanant macrofauna in a created salt marsh. *Wetlands* 14(3): 184-198.
- MONENTE, J.A. 1978. Estudio químico-físico de la Laguna de La Restinga. *Mem. Soc. Cienc. Nat. La Salle.* (110) 38:227-309.
- ORTIZ, N. 1978. *Las especies del género Callinectes (Decapoda, Brachyura) de la laguna de La Restinga, Isla Margarita*. Trab. Asc. Universidad de Oriente.
- PAUL, R.K.G. Y A.B. BOWERS. 1982. The ecology and *Penaeus* fishery of coastal lagoon system in west Mexico. *Oceanologica Acta*. Proceedings International Symposium on coastal lagoons. France 383-388.
- PEREZ FARFANTE, I. 1969. Western Atlantic shrimps of genus *Penaeus*. *U.S. Fish. Wildlife Serv. Fish. Bull.*, 67(3): 461-591.
- PEREZ FARFANTE, I. 1970. Características diagnósticas de los juveniles de *Penaeus aztecus subtilis*, *P.duorarum notialis* y *P.brasiliensis* (Crustacea, Decapoda, Penaeidae). *Mem. Soc. Cienc. Nat. La Salle* 44: 159-182.
- PEREZ FARFANTE, I. 1971. Range extension of the shrimp *Penaeus (Melicertus) brasiliensis* Latreille, 1817. (Decapoda, Penaeidae). *Bull. Mar.Scie.*, 21(3): 745-747.
- PEREZ FARFANTE, I. & B.KENSLEY. 1997. Penaeoides and Sergestoid shrimps and prawns of the world. Keys and diagnoses for the Families and Genera. *Mémoires du Muséum nationald'Histoire Naturelle* T.175: 200 pp.
- PETRIELLA, A.M. & E.E.BOSCHI. 1997. Crecimiento en Crustáceos Decápodos: resultados de investigaciones realizadas en Argentina. *Inv. Mar.* 25:135-159. Chile.
- PRIMAVERA, H.J. & R.Q.GACUTAN. 1989. Preliminary results of feeding aquatic macrophytes to *Penaeus monodon* juveniles. *Aquaculture* 80:189-193.
- QUEIROGA, H. 1996. Distribution and drift of the crab *Carcinus maenas* (L.) (Decapoda, Portunidae) larvae over the continental shelf off northern Portugal in April 1991. *J. Plankton Res.* 18(11):1981-2000.
- QUEIROGA, H., J.D.COSTLOW & M.H.MOREIRA. 1994. Larval abundance patterns of *Carcinus maenas* (Decapoda, Brachyura) in Canal de Mira (Ria de Aveiro, Portugal). *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 111:63-72.
- RAMASAY, A. & AL.P.PANDIAL. 1984. Recruitment of postlarval penaeid prawns in the Vellar Estuary, South India. Abstract in the *Proceedings of the First International Conference on the Culture of Penaeud Prawns/Shrimps*. Iloili City, Philippines, pg.175-176.

- RICKER, W.E. 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. *Bull. Board Can.* 191:382 pp.
- ROBAINA, G.O. 1980. *Efectos de la salinidad y la temperatura en la sobrevivencia y ritmo de crecimiento de juveniles del camarón comercial Penaeus (Farfantepenaeus) brasiliensis Latreille*. Trab. Grad. Lic., Universidad de Oriente, 90 pp.
- ROBERTSON, A.I. & N.C.DUKE. 1987. Mangroves as nursery sites: comparisons of the abundance and species composition of fish and crustaceans in mangroves and other nearshore habitats in tropical Australia. *Mar. Biol.* 96:193-205.
- ROBERTSON, A.I. & N.C.DUKE. 1987. Mangroves as nursery sites: comparisons of the abundance and species composition of fish and crustaceans in mangroves and other nearshore habitats in tropical Australia. *Mar. Biol.* 96:193-205.
- ROBLETO, F. 1982. *Algunas observaciones biológicas sobre los camarones del género Penaeus (Crustacea, Decapoda) en la laguna de la Restinga, Isla de Margarita, Venezuela*. Trab. Grad. Universidad de Oriente. Cumaná. Venezuela.
- ROBLETO, F. & M.A.SCELZO. 1982. Some ecological observations on the shrimps genus *Penaeus* (Crustacea, Decapoda) in Laguna La Restinga, Isla de Margarita, Venezuela. *International Symposium on utilization of coastal ecosystems, Planning, Pollution and Productivity*. Rio Grande. Brazil.
- RODRIGUEZ, G. 1980. *Los Crustáceos Decápodos de Venezuela*. IVIV, Caracas, 444 pp.
- ROJAS-BELTRÁN, R. 1977. Biologie de la phase lagunaire de quelques pénéides de la Guadeloupe (Antille Française). *C.R.Acad. Sc. Paris*, 284, Ser. D. 286:2539-2542.
- ROJAS-BELTRAN, R. 1978. Opposition entre les saisons seche et humide dans la biologie de quelques crevettes Paneides juveniles de la mangrove guadaloupeene (Antille Francases). *C.R.Acad. Sc. Paris. Ser. D.*, 286:1519-1522. (149).
- ROTHLISBERG, P.C., J.A.CHURCH & C.B.FANDRY. 1995. A mechanism for near-shore concentration and estuarine recruitment of post-larval *Penaeus plebejus* Hess (Decapoda, Penaeidae). *Est. Coast. Shelf Sci.* 40: 115-138.
- ROUNTREE, R.A. & K.W.ABLE. 1992. Fauna of polyhaline subtidal marsh creddks in souther new Jersey: Composition, abundance and biomass. *Estuaries* 15(2):171-185 (4863).
- ROZAS, L.P. & T.J.MINELLO. 1997. Estimating densities of small fishes and decapod crustaceans in shallow estuarine habitats: a review of samplaing design with focus on gear selection. *Estuaries* 20(1):199-213.
- ROZAS, L.P. & W.E.ODUM. 1987. The role of submerged aquatic vegetation in influencing the abundance of nekton on cointiguous tidal fresh-water marshes. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 114: 289-300.
- ROZAS, L.P., T.J.MINELLO. 1997. Estimating densities of samall fishes and decapod crustaceans in shallow estuarine habitats: a review of sampling design with focus o gear selection. *Estuaries* 20(1):199-213.
- RUIZ, G.M., A.H.HINES & M.H.POSEY. 1993. Shallow water as a refuge habitat of fish and crustaceans in non-vegetates estuaries: an example from Chepapeake Bay. *Marine Ecology Progress Series* 99:1-16.
- RULIFSON, R.A. 1981. Substrate preferences of juvenile Penaeid shrimps in estuarine habitats. *Contributions in Marine Sciences* 24(9):35-53.
- RYER, C.H. 1987. Temporal patterns of feeding by blue crabs (*Callinectes sapidus*) in a tidal marsh creek and adjacent seagrass meadow in the lower Chesapeake Bay. *Estuaries* 10(2): 135-140.
- SALAZAR, J.C., J.A.ROZAS C., J.C.RODRIGUEZ R. 2003. Condiciones sedimentológicas de la laguna La Restinga, Isla de Margarita, Venezuela. *Interciencia* 28(1):44-50.
- SALOMAN, C.H. 1968. Diel and seasonal occurrence of pink shrimp, *Penaeus duorarum* Burkenroad, in two divergent habitats of Tampa Bay, Florida. *Spec.Scie. Rep. Fish.Wildl.Srv. Fisheries* N° 561: 6 pp.
- SALOMAN, C.H. D.M.ALLEN & T.J. COSTELLO, 1968. Distribution of three species of shrimp (Genus *Panaeus*) in waters contiguous to southern Florida, *Bull. Mar. Sci.* 18(2): 343-350.
- SCELZO, M.A. 1971. Identificación, Deistribución y Abundancia de larvas, postlarvas y juveniles del camarón *Artemesia longinaris* Bate (Crustacea, Decapoda, Penaeidae) en las aguas costeras de la provincia de Buenos Aires, Argentina. *CARPAS/5/ Doc.Téc.17:1-18*. Argentina.

- SCELZO, M.A. 1974 (77). Técnicas para la producción y obtención de larvas, postlarvas y juveniles en el cultivo de crustáceos en Latinoamérica. FAO Informe de Pesca 159 (2):56-72.
- SCELZO, M.A. 1982. Crecimiento y migración del camarón *Penaeus brasiliensis* Latreille (Decapoda, Penaeidae) en la laguna de manglar de La Restinga, Isla Margarita, Venezuela. *Atlántica, Brasil* 5(2): 107-108.
- SCELZO, M.A. 1983. 2.1.2. Crustáceos. Especies: camarones marinos. En: *La Acuicultura en Venezuela, Estado Actual y perspectivas*. F. Cervigón, Ed.: 57-63. Caracas.
- SCELZO, M.A. 1985 a. El cultivo de camarones marinos en Latinoamérica. Consideraciones Generales. *Boletín Inf.Asoc. Venezolana. Acuicultura (AVEA)* Nº 6: 22-25.
- SCELZO, M.A. 1985 b. Informe final del proyecto "Cultivo de camarones en cautiverio". CONICET/UDO/CEFEBEDA. Parta A: Aspectos biológicos del cultivo de camarones peneidos marinos. 84 pp. 87 Tablas.
- SCELZO, M.A. 1999. Biología de la fase lagunar de los camarones marinos *Farfantepenaeus brasiliensis* (Latreille) y *F.notialis* (Pérez Farfante) (DECAPODA, PENAETIDAE) en la Laguna de manglar La Restinga, Isla Margarita, Venezuela, Con referencia al cultivo de las especies. Tesis doctoral Universidad Nacional de La Plata. Argentina, Cap.4. Crecimiento, pgs. 152-193.
- SCELZO, M.A. 2003. Day and night abundance and density of juveniles pink shrimps *Farfantepenaeus notialis* (Pérez-Farfante) and *Farfantepenaeus brasiliensis* (Latreille) in La Restinga lagoon, Margarita Island, Venezuela. (Decapoda, Penaeidae). *Nauplius* 11 (1):1-13
- SCELZO, M.A. 2016. Biología reproductiva del langostino y del camarón de las aguas marinas argentinas. INIDEP. *El Mar y sus recursos Pesqueros*. 6:71-88.
- SCELZO, M.A. & O.DAVILA. 1986. Effect of salinity levels on the sea-bob *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller) postlarvae (Crustacea, Decapoda, Penaeidae). *I Interamerican congress of Aquaculture*, Salvador, Bahía, Brasil, pg.72
- SCELZO, M.A. & J.F.VOGLAR. 1980. Ecological study of the *Artemia* populations in Boca Chica salt lake, Margarita Island, Venezuela. In: *The Brine Shrimp Artemia 1980, Vol.3. Ecology, Culturing. Use in Aquaculture*. G.Persoone, P.Sorgeloos, O.Roels and E.Jaspers (Eds.). Universa Press. Wetteren. Belgium: 115-125.
- SCELZO, M.A. & O.ZUNIGA, 1987. Consumo de oxígeno en el camarón *Penaeus brasiliensis* Latreille (Decapoda: Penaeidae) en relación a salinidad y temperatura. *Mem. Soc. Cienc. Nat. La Salle* 47(127-128):201-216.
- SCELZO, M.A., N.M. LUCERO, C. GRAVINA, R. RICO, J.MARTINEZ ARCA & A.GIANGIOBBE. 1998. Photoperiod Effect in the Gonadal Maturation and Growth of the Penaeid Shrimp *Artemesia longinaris*. Resumen en: *I Congreso Sul-Americano de Acuicultura*, Recife, Brasil, pg.140
- SOLER, M. 1985. Crustáceos Decápodos de la laguna de La Restinga, Isla Margarita. Venezuela. *Tesis de Licenciatura. Universidad de Oriente*. Venezuela.
- SOLER, M. & M.A.SCELZO. 1985. Crustáceos Decápodos de la laguna de La Restinga, Isla Margarita. Venezuela. *XXXIV Convención Anual de la Asociación Venezolana para el Avance de la Ciencias. (ASOVAC)*. Cumaná. Venezuela.
- STAPLES, D.J., D.J.VANCE & D.S.HEALES. 1985. Habitat requirements of juveniles penaeid prawns and their relationship to offshore fisheries. *Second Australian National Prawn Seminar*: 47-54. Ed.by P.C.Rothlisberg, B.J.Hill and D.J.Staples. NPS2, Cleveland, Queensland, Australia.
- STARR, M., J.H. HIMMELMAN & J.-C. THERRIAULT. 1990. Direct coupling of marine invertebrate spawning with phytoplankton blooms. *Science* 247:1071-1074.
- STARR, M., J.H. HIMMELMAN & J.-C. THERRIAULT. 1991. Coupling of nauplii release in barnacles with phytoplankton blooms: a parallel strategy to that of spawning in urchins and mussels. *J. Plankton Res.* 13(3):561-571.
- STONER, A.W. & R.J.ZIMMERMAN. 1988. Food pathways associated with penaeid shrimps in a mangrove-fringed estuary. *Fish. Bull.* 86(3): 543-551.
- STRICKLAND, J.D.H. & T.R. PARSONS. 1976. A practical handbook of seawater analysis. *Bull. 167 Fish. Res. Board Can.* 310 p. Ottawa. Canada
- TABASH, F.A. & J.A.PALACIOS V. 1996. Stock assessment of tow penaeid prawn species, *Penaeus occidentalis*

- and *Penaeus stylirostris* (Decapoda, Penaeidae) in Golfo de Nicoya, Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 44(2): 595-602.
- TORTI, M.R. 1976. (UDO-CORPORIENTE. 1976). Programa de Acuaculture Marina. Informe de progreso 1975-76. Centro de Investigaciones Científicas, Boca del Río. 81 pp.
- TURNER, R.E. 1977. Intertidal vegetatioin and commercial yields of penaeid shrimp. *Trasnactions Am. Fish. Soc.*, 106(5):411-416.
- VARGAS, M. 1985. *Estudio electroforético de algunas proteínas en especies de camarones (Decapoda, Natantia)*. Trab. Grad. Lic. Biología. Universidad de Oriente. Venezuela. 49 pp.
- VARGAS, M., J. PEREZ & M.A. SCELZO, 1985. Estudio electroforético de algunas proteínas de camarones del género *Penaeus*. Resumen: XXXV Convención Nacional de ASOVAC, Zoología: pg. 106, Mérida. Venezuela.
- VASUDEVAN, S. & T.SUBRAMONIAM. 1984. Seasonal abundance of penaeid prawn seed in the Ennore Estuary, Madras in relation to hydrography and lunar phase. *Abstract in the Proceedings of the First International Conference on the Culture of Penaeus Prawns/Shrimps*. Iloili City, Philippines, pg.175.
- VELÁSQUEZ J, A. MARQUEZ, I. FERNÍN, F. LÓPEZ, D. HERNÁNDEZ, W. SENIOR. 2016. Características geoquímicas de los sedimentos superficiales de la laguna La Restinga, Isla de Margarita, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Venez.* 55(1):54-68.
- VENKATARAMIAH, A., D.W.COOK, P.BIESSOT & G.J.LAKSHMI. 1978. Nutritional value of high marsh grass and shrimp shell waste for commercial brown shrimp (*Penaeus aztecus* Ives). *Proc. Ninth An. Meet. World Maricult. Soc.*, 217:224.
- VOLTOLINA, A.L. & D.VOLTOLINA. 1974 a. Observaciones hidrológicas en la Laguna de la Restinga. I. Abril-Diciembre 1968. *Mem. Soc. Cienc. Nat. La Salle* 34(97):59-72.
- VOLTOLINA, A.L. & D.VOLTOLINA. 1974 b. Observaciones hidrológicas en la Laguna de la Restinga. II. Enero 1969-Abril 1970. Parte I, Manglar-Vivero (datos de superficie). *Mem. Soc. Cienc. Nat. La Salle* 34(97):73-85.
- VOLTOLINA, A.L. & D.VOLTOLINA. 1974 c. Observaciones hidrológicas en la Laguna de la Restinga. II. Enero 1969-Abril 1970. Parte 2, Manglar. *Mem. Soc. Cienc. Nat. La Salle* 34(99):203-226.
- WASSENBERG, T.J. 1990. Seasonal feeding on *Zoostera capricorni* seeds by juvenile *Penaeus esculentus* in Moreton Bay, Queensland. *Aust. J. Mar. Freshwater Res.*, 41:301-310.
- WEHRTMANN, I.S. & A.I.DITTEL. 1990. Utilization of floating mangrove leaves as a transport mechanisms of estuarine organisms, with emphasis on decapod Crustacea.. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 60:67-73.
- WETZEL, R.G. 1995. Death, detritus, and energy flow in aquatic ecosystems. *Freshwater Biol.* 33:83-89
- WILLIAMS, A.B. 1955. A survey of North Carolina shrimps nursery grounds. *J. Elisha Mitchell Sci. Soc.*, 71(2):200-207.
- WILLIAMS, A.B. 1969. A ten year study of meroplankton in North Carolina Estuaries: Cycles of occurrence among Penaeid shrimps. *Chesapeake Sci.* 10(1):36-47.
- WILLIAMS, A.B. & E.E.DEUBLER. 1968. A ten-year study of meroplankton in North Carolina estuaries: assessment of environmental factos and sampling success among bothid flounder and penaeid shrimps. *Chesapeake Sci.* 9:27-41.
- YOKE, B.J., E.S. IVERSEN & G.P. IDYLL 1969. Prediction of the success of commercial shrimp fishing on the Tortugas grounds based on enumeration of emigrants from the Everglades National Park Estuary. *FAO Fish. Resp.* N° 57(3): 1027-1039.
- YOUNG, P.C. 1975. Preliminary observations on theenvironment and biology of the juvenile kingprawn (*Penaeus plebejus*) in Moreton Bay, Queensland. In: Young, P.C. (ed.) *Proceedings of the national prawn seminar. Aust. Govt. Publ. Serv. Canberra.* 18-36.
- YOUNG, P.C. 1978. Moreton Bay. Queensland: a nursery area for juvenile sprenaeid prawn. *Aust. J. Mar. Freshwat. Res.* 28:745-773
- YOUNG, P.C. & S.M. CARPENTER. 1977. Recruitmen of post-larvae penaeid prawn to nursery areas in Moreton Bay, Queensland. *Austral. J. Mar. Feshwat. Res.* 28:745-773.
- YOUNG B., F. & B.REINOSO N. 1982. Cultivo del camarón marino (*Penaeus*) en el Ecuador. Metodologías y Técnicas utilizadas. Recomendaciones. *Bol. Cient. Téc. Inst. Nac. Pesca, Ecuador*, 5(2):43 pp.

- ZARZOSA, J.D. 1974. Características sedimentológicas y geomofrológicas de la Laguna de la Restinga Isla de Margarita, Venezuela. *Cuadernos Azules* N 9, 57 pp.
- ZUNIGA, O., M.A.SCELZO & B.VENABLES. 1981. Distribución energética del camarón *Penaeus brasiliensis* (Decapoda, Penaeidae), alimentados con dietas diferentes. Resumen, *VII Simposio Latinoamericano sobre Oceanografía Biológica*.

RECIBIDO: Abril 2017.
ACEPTADO Septiembre 2017.

FERNANDO CERVIGON

Bladimir Rodríguez y Pablo Rodríguez ₁

₁ Museo Marino de Margarita museo.marino@hotmail.com

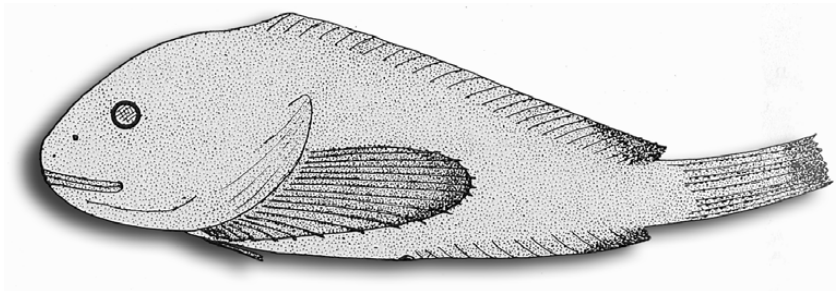
Fernando Cervigón Marcos nace en Valencia de España el 15 de mayo de 1930, sus padres y sus otros tres hermanos eran de Salamanca pero las circunstancias obligaron a la familia a mudarse a Valencia. En la entrevista que le hace en el libro "Gentes que hacen Escuela", BANESCO, 2000, Fernando resalta que a pesar de nacer en Valencia, él era "Castellano". Su infancia queda marcada por la Guerra civil española que obliga a su familia a retirarlo del colegio siendo enseñado por su padre. Relatado en sus propias palabras "tuvimos que cambiar un par de zapatos por una gallina". Su afición a las colecciones la mostró desde pequeño colectando insectos y estampillas. Se gradúa de licenciado en Ciencias Naturales en 1955 en la Universidad de Barcelona donde además hizo su postgrado entre 1957 y 1959 obteniendo en 1964 el Título de doctor en ciencias biológicas con su tesis sobre Peces Marinos de Venezuela.

Entre 1957 y 1959 ingresa al Instituto de Ciencias Marinas de Andalucía del Consejo Superior de Investigaciones de España, allí realiza expediciones en el buque Costa Canarias entre abril de 1958 y octubre de 1959 por la costa occidental africana, desde Cabo Juby hasta Cabo Verde, zona de gran interés pesquero para España en aquella época, pues era activamente explotada por una numerosa flota de barcos arrastreros con base en Cádiz y Huelva que faenaban en los bancos de merluza y langosta.

Sobre ellas F. Cervigón continúa recordando: "Yo tenía dos objetivos: hacer el muestreo de plancton para



mi tesis doctoral y tratar de diferenciar la distribución de la merluza blanca (*Merluccius merluccius*) y la merluza negra (*Merluccius senegalensis*). "Me dediqué pues a medir merluzas y a hacer pescas de plancton, pero, como me sobraba tiempo, decidí aprovechar para estudiar los peces, de los cuales no sabía nada. Como ictiólogo, soy absolutamente autodidacta." De dichas expediciones Fernando publica el reporte de su primera especie para la ciencia *Cottunculus costae-canariae* hoy conocida como *Ebinania costacanariae* (Cervigón, 1961). Es curioso que en ninguno de sus Curriculum vitae, Fernando citara esta publicación ni esta especie nueva para la ciencia, lo que hace pensar que para él su vida científica solo comenzó una vez que piso tierras venezolanas.



Cottunculus costae-canariae

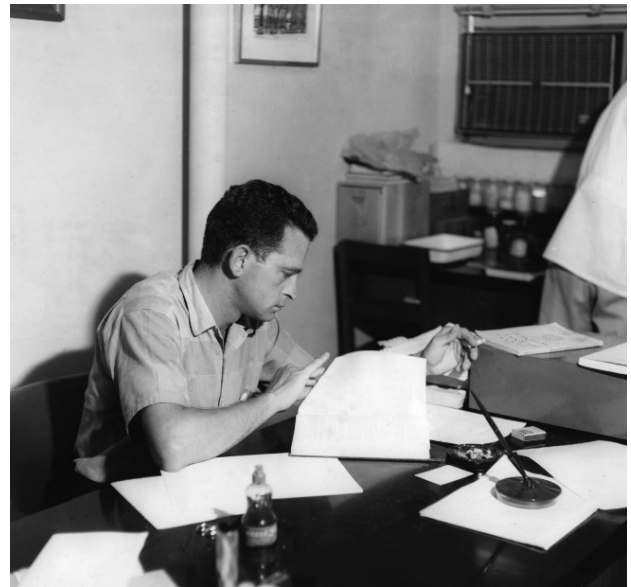
ETAPA I. LA SALLE:

(1960-1970):

Fernando llega a Venezuela y a la Isla de Margarita, en febrero de 1960, saliendo del Yacht Club Caraballeda a bordo del yate Alma Llanera III, propiedad del Dr. Silvio Gutiérrez, ministro de Sanidad en la época de la dictadura de Pérez Jiménez, posteriormente expropiado y entregado a la Fundación La Salle como buque Oceanográfico al servicio de la Estación de Investigaciones Marinas. Alma Llanera III fue rebautizada como Biomar I y estuvo en servicio hasta 1966 cuando llegó la motonave La Salle. Le acompaña el Investigador Norteamericano Robert James Menzies del Lamont Geological Laboratory, USA, quien llegaba para asumir la dirección de Estación de Investigaciones Marinas (EDIMAR) de la Fundación de Ciencias Naturales La Salle, aun no inaugurada. Venía asignado como biólogo ayudante y había sido recomendado nada menos que por el famoso ecólogo español Dr. Ramón Margalef, nacido en Tarragona y profesor de la Universidad de Barcelona. Determinados aspectos de la administración comenzaron a hacer difíciles las relaciones entre el Dr. Menzies y el Hno. Ginés hasta que decidieron romperlas, aceptando el Dr. Menzies quedarse hasta la inauguración. Le sustituiría Gerardo Yepes y su esposa en la dirección formal aunque por ser ornitólogos no podían hacerlo científicamente. Después entraría Fernando como Director de EDIMAR hasta junio de 1970. Fue una jugada que revela, como ninguna otra, la psicología del Hno. Ginés. Allí descubrió un estilo de vida y unas características humanas para su mayor satisfacción y felicidad en el mundo pesquero de la pequeña Isla que lo llevó de la mano a conocer una situación que nunca se había podido imaginar.

“Punta de Piedras era un pueblo donde solo había polvo, viento y los jóvenes solo tenían estudios de primaria pues no había bachillerato”. Fernando coloca avisos en el pueblo reclutando a jóvenes para formarlos en el estudio de las Ciencias Marinas, entre ellos captó al joven de apenas 15 años Pablo Rodríguez, quien lo acompañó cual Sancho Panza, al Quijote, de todas sus aventuras científicas y proyectos por más de 50 años.

Durante su estadía en La Salle trabaja y publica sobre fitoplancton y zooplancton de las costas orientales de Venezuela y más específicamente con el grupo de los copépodos, una subclase de crustáceos de pequeño tamaño, principalmente formando parte del zooplancton.



Comenzó a trabajar en peces a petición de Ginés para realizar un trabajo sobre especies comerciales. Así comienza una relación con los pescadores artesanales de Cubagua y fue interesándose cada vez más en los peces. En una visita de Ramón Margalef a Venezuela, Fernando le muestra su preocupación por su poco avance en su tesis doctoral en plancton, pero al mismo tiempo le muestra todo lo que había hecho en peces de Venezuela, es entonces como él dice “Hice mi tesis doctoral sin saber que la estaba haciendo” cuando Margalef le dijo “con ese trabajo de los peces ya tienes tu tesis de doctorado” Publica en 1966 dos Volúmenes la primera Edición del Libro Peces Marinos de Venezuela, además de otras publicaciones sobre la ictiología marina de la costa Caribeña y Atlántica de Venezuela. Desarrolla estudios sobre las pesquerías del oriente Venezolano incluyendo las del Delta del Orinoco y fachada Atlántica. Describe durante este periodo de 1960 a 1970 ocho (8) especies nuevas de peces para la ciencia.

Fernando es despedido de la Salle por su Junta Directiva por un conflicto más de tipo administrativo que científico, conjuntamente con la mayor parte de los técnicos que él mismo había preparado con jóvenes de Punta de Piedras que ni siquiera eran bachilleres.

Durante esta etapa de su vida Fernando fue Comisionado en 1969 por la oficina regional de UNESCO para dictar cursos y ciclos de conferencias en universidades y centros de investigación en: Colombia, Perú, Chile, Argentina, y Uruguay. Así mismo fue Consultor (UNESCO) para Argentina en el Instituto de Biología Marina en Mar del Plata, 1970.

ETAPA II: UNIVERSIDAD DE ORIENTE: (1970-1991)

Aun estando en FLASA, Fernando ya estaba dando clases en la Universidad de Oriente en Cumaná. A su salida de la Salle el Rector Dr. Víctor Fossi Belloso lo invita a incorporarse a la UDO. La Universidad de Oriente en Margarita tenía sede en la ciudad de Porlamar en el denominado Mercado Artesanal situado en el estacionamiento del Hotel Bellavista, allí funcionaba la Dirección dirigida por Jesús Rojas Velásquez, y una Unidad de Cursos Básicos. A finales de 1970 el Dr. Cervigón se vincula a la Universidad, fue nombrado Coordinador de Investigaciones Marinas y le asignan cuatro módulos del Mercado como laboratorios. En esas instalaciones se dictaron cursos de ictiología para biólogos de países latinoamericanos (Argentina, Chile, Colombia y Venezuela) que fueron financiados por la UNESCO, el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas (CONICIT) y la Universidad de Oriente que también vinculó a laboratoristas que habían trabajado en la Fundación La Salle.

En febrero de 1972 la Universidad de Oriente establece el Centro de Investigaciones Científicas de Nueva Esparta, no tenía sede propia y por gestiones del Dr. Cervigón ante personalidades insulares, fue posible que la Corporación Venezolana de Fomento ofreciera en venta a la Universidad dos posibles sedes, ambos eran hoteles, uno en la bahía de Juan Griego y el otro localizado al sur de Margarita, en el pueblo pesquero de Boca del Río (Península de Macanao). El Rector le pidió a Fernando que decidiera



la nueva sede y él rápidamente le dijo “Boca del Río” por su proximidad a la laguna de La Restinga y la isla de Cubagua, lo que facilitaría las investigaciones a realizar. Era un edificio nuevo de cinco plantas construido en 1965 y con extenso terreno circundante, el cual fue comprado por la Universidad y ocupado en abril de 1973. Gracias al esfuerzo titánico y prácticamente personal del Dr. Cervigón, se afianza el Centro de Investigaciones con la ayuda de la Gobernación de Nueva Esparta, del CONICIT y la Universidad de Oriente. En dos años se construyen tanques circulares para ensayos de cultivo, se adquieren balsas para cultivar moluscos, se adecúan y equipan laboratorios, se compran embarcaciones, artes de pesca, vehículos terrestres, aires acondicionados y materiales para los laboratorios.

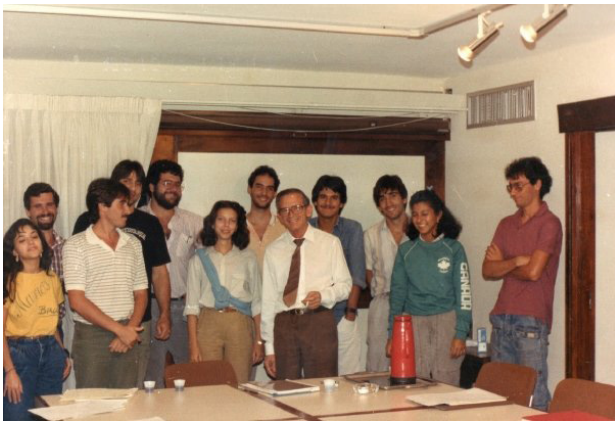
El Centro de Investigaciones tuvo como objetivos realizar los estudios técnicos y científicos para determinar las condiciones óptimas para el desarrollo de cultivos controlados de moluscos pelecípodos, crustáceos (camarones) y peces en la isla de Margarita. Se firmaron convenios con instituciones para el desarrollo regional (Corporiente), con la Gobernación del Estado y el CONICIT para contratar algunos profesionales. El programa de mejillones se inició en mayo 1975 con la siembra de semilla en balsa fondeada en la Bahía de El Guamache; los tanques para experiencias de piscicultura y camaricultura se terminaron en octubre de 1975 y se comenzaron ensayos con lisas, lebranches, robalos y mojarra en agosto de 1976; los ensayos con camarones se iniciaron en 1977 y fue puesta en marcha una planta piloto de Tecnología de Alimentos donada por la Gobernación y equipada por Corporiente. Asimismo, financian una granja de acuicultura marina con superficie de 10.250 m² provista de 11 estanques, siendo la primera de su índole en el país para cultivar camarones y peces, fue inaugurada a finales de 1978. En este año también se inician cultivos de peces en jaulas flotantes, las primeras en Latinoamérica. Fue Vicepresidente de la Asociación Venezolana de Acuicultura (AVEA) entre 1982 y 1987.



Todo el personal se dedicó a cumplir con los objetivos del Centro con el convencimiento de que la Acuicultura representaría en futuro cercano una de las formas eficaces de aprovechar racionalmente los recursos marinos y contribuir a solucionar graves problemas. Los ingentes esfuerzos realizados en este Centro de Investigaciones fueron importantes para el desarrollo nacional de la Acuicultura marina.

Las ideas del Dr., Cervigón fueron visionarias en consideración al considerable desarrollo de los cultivos acuáticos como alternativa y complemento a la explotación de los recursos por la actividad pesquera. Durante su vinculación con la Universidad de Oriente, enfoca el Centro para la investigación y el desarrollo experimental de la acuicultura marina. Los logros obtenidos se deben a su excepcional capacidad de trabajo y la adecuada coordinación de un grupo de profesionales de distintos países (Venezuela, España, Chile, Argentina y Colombia) quienes junto con obreros, pescadores y empleados fueron las bases reales para su funcionamiento y sin los cuales cualquier labor hubiera sido un fracaso. A partir de 1982 declina acusadamente la investigación y comienza a consolidarse la actividad docente con la consecuente politización, propia de las Instituciones universitarias de la época.

En referencia al aspecto académico a finales de 1977 el Dr. Cervigón coordina la elaboración del proyecto para la creación de la Escuela de Ciencias Aplicadas del Mar (ECAM) finalmente aprobada en 1978 por el Consejo Nacional de Universidades, lo que consolida a la Universidad de Oriente en Nueva Esparta como Núcleo universitario con relativa autonomía. Se jubila de la Universidad en 1991 y se traslada a Caracas para asumir responsabilidades rectorales de la Universidad Monteávila en plena gestación y con sólido enfoque humanístico. Pero



cada 15 días viajaba a Margarita para permanecer algunos días porque su obra excelsa, el Museo Marino, se encontraba en rápida construcción, así como la preparación del material de exhibición y por su trabajo científico.

A nivel Nacional ostento importantes cargos relacionados con la ciencia a través del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONICIT): Miembro del grupo de Trabajo en el área de Oceanografía. Miembro de la Comisión de Ciencias de la Tierra. 1970-1973. Miembro Principal Grupo trabajo Oceanología 1972-1975. Miembro Comisión de Ciencias de la Tierra y el Mar, 1973-1976. Miembro Comisión Técnica de Pesca, 1976 – 1981. Presidente Comisión “Aprovechamiento Recursos Acuáticos”. 1982-1984. Presidente Comisión Técnica de Ciencias Acuáticas, 1984 – 1988. Miembro Comisión Nacional de Oceanología, 1989 – 1993

La Cancillería de la Republica le nombró Miembro del grupo de expertos técnicos de la Comisión Pesquera del Acuerdo Pesquero Venezuela-Surinam. . Dirección General de Fronteras, 1978 y Miembro “Grupo de expertos Técnicos de la Comisión del Acuerdo Pesquero Venezuela-Trinidad. . 1987-1988

A nivel internacional y estando en al UDO fue designado por UNESCO como Director y profesor del programa LATIN-UNESCO 1970 - 1972 para los “Cursos avanzados de formación e investigación en Ictiología”; patrocinados por UNESCO-CONICIT-UDO, 1971 y 1973; con asistencia de alumnos de postgrado de Colombia, Venezuela, Chile y Argentina. Fue también Consultor (UNESCO) para Uruguay en la Facultad de Ciencias y Humanidades de la Universidad de Montevideo, 1983.

ETAPA III. Fundación Científica Los Roques: 1980-1994

Desde su llegada a Venezuela Fernando tuvo un gran apego a la Estación Biológica del Archipiélago los Roques y a la Fundación Científica Los Roques (FCLR) que la administraba. Fernando entabló con Guillermo Machado Mendoza, Presidente de la FCLR una amistad que duró hasta sus últimos días y que comenzó en aquellas expediciones en los años 60 en la lancha “Caribana I” propiedad de Machado en la cual Fernando realizó numerosas expediciones a lo largo de todos los cayos de Los Roques tomando muestras de plancton y peces.

En 1980 trabaja para dicha institución de la cual además de investigador fue su asesor y hasta miembro de su Junta Directiva. A su salida de la Salle y de sus técnicos en 1970 Fernando coloca a dos de sus técnicos

más cercanos (Pablo Rodríguez y José Ana Marval) en la Estación Biológica de la FCLR

La Estación Biológica le dio una excelente plataforma para sus investigaciones y allí dictó también tres (3) cursos de ictiología a nivel de postgrado con participación de estudiantes universitarios nacionales y extranjeros y es allí donde salen los primeros volúmenes de un total de 6 de la 2a Edición de la obra Peces Marinos de Venezuela.

La Fundación llevó a cabo numerosos proyectos de evaluación de las Pesquerías que allí se realizaban, especialmente la de la Langosta *Panulirus argus*, su fauna acompañante, pesquerías de artes de redes y la del Botuto *Strombus gigas* que tuvieron en Fernando un asesor de lujo.

Numerosos estudiantes realizaron sus tesis de grado en La Estación Biológica de Los Roques. Indudablemente que El Dr. Cervigón fue una motivación muy especial y un asesor tras bastidores de muchos de esos jóvenes que hoy día se encuentran en Venezuela o en el exterior en posiciones en importantes Universidades o centros de investigación.

FUNDACIENCIAS

En el año de 1979, el ministro de Ciencia y Tecnología Raimundo Villegas, ayudó a su hermano Jorge a crear la < Fundación para el Desarrollo de la Ciencia (Fundaciencia) José Gregorio Hernández; el presidente de la época, Luis Herrera Campins, comentó que lo ponían bajo la advocación de José Gregorio Hernández a ver si el Santo hacía el milagro de que perdurara en el tiempo. Entró pues, a formar parte del Consejo Académico de la Fundación, lo que le permitió solicitar una subvención para promover la creación del Museo Marino.

En la década de los años ochenta Fernando se hizo cargo de la presidencia de FUNDACIENCIAS. Viajaba todos los meses a la bahía de Mochima y acompañado de un pescador que lo llevó a recorrer en lancha todas las islas Caracas, donde sacó muchas fotografías y apuntó con detalles su toponimia. Con información de los pescadores también supo de la presencia de fósiles en playa Aguirre (Bahía de Mochima), aunque le costó mucho esfuerzo, con ayuda del pescador, un cincel y un martillo sacó excelentes ejemplares que hoy se exhiben en el Museo Marino de Margarita en una vitrina de Paleontología. Promovió las investigaciones en la Estación Biológica que esta fundación tiene en la Bahía de Mochima, Estado Sucre no solo en su área de interés, la ictiología, sino en muchas otras, promoviendo la acuicultura como alternativa a la producción de proteína animal

UNIVERSIDAD MONTEAVILA

Formó parte del grupo de profesionales que la Fundaron, ocupó los cargos de Vicerrector Académico. Fue Vicerrector y Director del Centro de Altos Estudios de dicha Universidad.

El Dr. Fernando Cervigón Marcos fue, junto al Dr. Enrique Pérez Olivares, fundador esencial de la Universidad Monteávila (UMA), no solo por haber formado parte del equipo pionero (1994-98) y haber sido su primer Vicerrector Académico (1998-2004), sino por haber aportado con originalidad y excelencia, bases fundamentales de la misión de la Universidad. La consolidación de la propuesta de la formación humanística como integradora de la educación universitaria y renovadora de audaces proyectos educativos fue obra de Fernando Cervigón, suyo fue también el aporte del enraizamiento institucional en los orígenes y desarrollo de la cultura iberoamericana, que ilustró esmeradamente con el estudio de nuestro singular mestizaje, la inculturación del evangelio, la singularidad de nuestras expresiones sociales y culturales, en especial las artísticas, y el potencial inmenso de nuestra creatividad.

El Dr. Cervigón fue en la universidad el ejemplo del sabio, investigador y maestro, hombre de ciencia y fe, de laboriosidad incansable, de compromiso riguroso con la verdad, de apasionado afán de saber, de conversación alegre y animosa, y de una generosidad dilatada por un corazón que sabía querer hasta el sacrificio sin reservas. Su amistad con el Dr. Pérez fue el paradigma de referencia para esa virtud que fundamenta todas las relaciones de la universidad.

MUSEO MARINO DE MARGARITA. 1981-2017

Cuando Fernando abandona La Fundación La Salle en junio de 1970, su vinculación con el pueblo de Punta de Piedras y su gente era tan grande que decide quedarse a vivir allí, después de una breve estancia en La Asunción. Tenía en mente poder seguir vinculado a los pescadores y fundar un museo que en principio y provisionalmente se establecería en el Centro Social y Cultural Tubores. Convocó a una reunión con personas del pueblo para plantear la idea del museo, sugiriendo a los pescadores que llevaran algún material. Para la ocasión se había decorado el local con conchas y caracoles, redes y algunos carapachos de tortugas. Todos los pescadores y personas presentes estuvieron de acuerdo en que se hiciera el museo. Entre los que asistieron estaba el Sr. Elauterio Rodríguez,

quién se presentó a la reunión con un carapacho grande de tortuga. Al terminar la reunión se le acerca y le dice, metiéndose la mano en el bolsillo, < si hace falta dinero yo le tengo aquí 300 bolívares. Fernando se quedó sorprendido y confuso del gesto y le dijo: “todavía no, muchas gracias”. Esa actitud, generosa y discreta se le quedó grabada en su mente con tanta fuerza que nunca la pudo olvidar.

Posteriormente, ya incorporado como profesor-investigador en la Universidad de Oriente, se inicia una segunda etapa tanto de él como del Museo. El Museo, como una iniciativa personal de Fernando Cervigón recibió el apoyo de la universidad de Oriente, comenzó a crearse en 1970 y se instaló provisionalmente en el denominado Mercado Artesanal en 1971, donde comenzó a funcionar el núcleo de Nueva Esparta de la UDO y el centro de investigaciones Marinas coordinado por el mismo Cervigón y se traslada la Sede del instituto de Investigaciones de Boca del Río en 1973.

En 1981 se crea la Fundación Museo del Mar (FMM) cuyo principal objetivo era construir e instalar un Museo Marino en la Población de Boca del Río, su ubicación actual que obedece al deseo de su fundador de que el Museo estuviese en una pueblo típicamente pesquero ya que las gran mayoría de las piezas que en el se exhiben fueron aportadas por pescadores artesanales al Dr. Cervigón. La Alcaldía del municipio Autónomo de Macanao proporcionó el terreno donde actualmente se encuentra.

El museo marino es el resultado de más de 50 años de vida científica de su fundador, de su contacto con pescadores artesanales que le suministraron gran cantidad de material propio de un museo y de su paso por las más importantes instituciones de investigación del país lo que le permitió acumular una gran cantidad de ejemplares, piezas



y toda la información generada por esas instituciones y sus investigadores y sacarlas de las revistas y libros científicos para ser expuestas al público en general.

El Museo Marino fue construido en la población de Boca del Río, típicamente de pescadores artesanales como un homenaje de Fernando a sus pescadores artesanales y para que fuese el Museo de ellos. Al momento de su muerte el Museo había recibido más de 1.5 millones de visitantes y la Fundación Museo del Mar es considerada por el Instituto del patrimonio Cultural de la Nación (IPC) como un bien cultural de la nación

EL ESCRITOR

Durante su dilatada vida científica Fernando publicó más de 40 libros pero no todos ellos fueron en su área de conocimiento profesional la Ictiología donde se destacó su obra Peces Marinos de Venezuela en dos ediciones 1963 de dos tomos y desde 1982 en adelante en Seis Volúmenes, presentado más de 800 especies para Venezuela, innumerables registros nuevos para Venezuela y dos decenas de registros nuevos para la ciencia.

Fernando publicó libros sobre distintas áreas de nuestro país como “Islas de Venezuela”, “Dependencias Federales”, “Araya”, “Guía de Los Roques” y “Macanao”.



Sobre Cubagua, su amada isla escribió “Cubagua 500 años”, “La perla en la Historia”, “La Perla” y “Gentes de Cubagua” en dos Ediciones. Dedicó también sus letras a Margarita con “Paraguachoa”, “Carpintería de Ribera”, “Cantares Margariteños”.

Recopiló de sus amigos los pescadores canciones que grabó primero en un Long Play en los años 80 y más recientemente dos CD, uno de ellos ganador en 2012 el premio CEDIMIN a “La Investigación de la música neospartana”.

Fue Individuo de Número de la Academia de Ciencias, Físicas, Químicas y Naturales, Premio nacional de Ciencia y tecnología en 1988, obtuvo la orden “Francisco de Miranda”. 3ª Clase. 1975, Orden “Andrés Bello” 2ª Clase. 1980 y 1ª Clase. 1988. Orden “General en Jefe Santiago Mariño”. 1988 Nacional de Ciencia. 1988. Condecoración “Gobernación Distrito Federal Gran Cordon. 1989 Hijo Adoptivo Municipio Autónomo Península de Macanao, (Nueva Esparta). 1989. Hijo Adoptivo Municipio Tubores, (Nueva Esparta). 1990. Condecoración “Orden Henry Pittier” MAC-MARN 3ª Clase 1991. Orden “Bartolomé Ferrer” Municipio Macanao, 1991 Orden “Merito al Trabajo” 2ª Clase. 1992. Orden del Libertador Grado “Gran Oficial” 1994. Orden “Francisco Esteban Gómez”,

Edo. Nueva Esparta. 2003 Hijo ilustre del Estado Nueva Esparta, Asamblea Regional del Edo. N. Esparta, 2003. Homenaje en Congreso de Ictiología de Colombia, 2008. Miembro honorario de la Sociedad Ictiología de México. 2013 Homenaje “I Encuentro Ictiólogos de Venezuela, Cumana, 2015 Orden “Dr. Ángel Félix Gómez, Única Clase, 2015.

La sencillez y humildad de Fernando Cervigón fueron mas sobresalientes que su enorme trayectoria académica y científica, ejemplo de ello fueron su continuo reconocimiento a los pescadores artesanales y la siguiente anécdota también es un reflejo de esa sencillez de Fernando. Poco tiempo después de inaugurado el Museo Marino los Coordinadores de los Consejos de Desarrollo Científico y Humanístico (DCCH) de todas las universidades del país, reunidos en la Isla de Margarita, recomendaron por escrito a la Directiva de la Fundación Museo del Mar cambiar el nombre de Museo Marino de Margarita a Museo Marino Fernando Cervigón, ello en virtud de su dilatada trayectoria, planteamiento al cual Fernando se negó rotundamente en todas las ocasiones que esto le fue planteado. Solo hoy dos años después de su desaparición es que el museo se conoce como Museo Marino de Margarita Fernando Cervigón.



Fernando es el faro que ilumina el barco que navega en los mares venezolanos, lleno de sus jóvenes estudiantes a quienes enseñó no solo los secretos de las ciencias marinas sino también a respetar y aprender de los pescadores, hombres de mar con un elevado conocimiento del mar y sus recursos.

***Prof. Juan A. Bolaños C.
Primer Congreso de Ictiología en Venezuela (Julio, 2016)
Instituto Oceanográfico de Venezuela***