

UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO DE SUCRE
INSTITUTO OCEANOGRÁFICO DE VENEZUELA
DEPARTAMENTO BIOLOGÍA MARINA



Trabajo de Ascenso

**ESTRUCTURA COMUNITARIA DEL ENSAMBLAJE DE
LARVAS DE PECES EN LA FOSA DE CARIACO, Y ALGUNOS
ASPECTOS POBLACIONALES DE *Bregmaceros cantori*
(MILLIKEN & HOUDE, 1984).**

Presentado por:
José Gregorio Núñez Peñalver
C.I.: 14.670.664

Trabajo de ascenso presentado como requisito parcial para ascender a la categoría de profesor Asistente

Cumaná, marzo de 2020

INDICE

DEDICATORIA	iii
LISTA DE FIGURA	iv
LISTA DE TABLA.....	v
RESUMEN.....	vi
INTRODUCCION	1
OBJETIVOS	9
MATERIALES Y METODOS	10
Área de estudio.....	10
Recolección de muestras	11
Análisis ictioplanctónico.....	11
Índices ecológicos	12
Análisis de los otolitos	13
Análisis estadísticos de los índices ecológicos	14
Análisis estadísticos de datos poblacionales de <i>B. cantori</i>	15
RESULTADOS Y DISCUSION	17
BIBLIOGRAFIA	36
HOJA DE METADATOS	50

DEDICATORIA

AI IOV...

LISTA DE FIGURA

Figura 1. Ubicación geográfica de la estación de muestreo del Proyecto Cariaco (*). Tomado de: Alvera-Azcárate, <i>et al.</i> 2008.	10
Figura 2. Variación nictimeral del número de especies de larvas de especies capturadas en la Fosa de Cariaco.	20
Figura 3. Variación nictimeral de la abundancia de larvas de especies capturadas en la Fosa de Cariaco.	21
Figura 4. Variación temporal diurna de la diversidad y equitabilidad de especies de larvas de especies capturadas en la Fosa de Cariaco.....	22
Figura 5. Variación temporal nocturna de la diversidad y equitabilidad de especies de larvas de especies capturadas en la Fosa de Cariaco.....	23
Figura 6. Variación temporal de la abundancia de <i>B. cantori</i> en 8 campañas oceanográficas entre el 2012 y 2015.	24
Figura 7. Relación longitud-peso de <i>B. cantori</i> , capturados en la Fosa de Cariaco, Venezuela.	25
Figura 8. Estructura de frecuencias de longitudes estándar de <i>B. cantori</i> , capturados en la Fosa de Cariaco, Venezuela.	27
Figura 9. Relación longitud estándar y radio de los otolitos de <i>B. cantori</i>	29
Figura 10. Tasas de crecimiento de <i>B. cantori</i> por mes, n = número de otolitos analizados.....	30
Figura 11. Tasa de crecimiento poblacional de <i>B. cantori</i> , entre el periodo 2012-2015 en la fosa de Cariaco, Venezuela.	31
Figura 12. Variación del grosor de los anillos de crecimiento diario de ejemplares de <i>B. cantori</i> por mes.	32
Figura 13. Grosor promedio de los anillos de crecimiento diario de <i>B. cantori</i> por mes. n = número de otolitos analizados.	33

LISTA DE TABLA

Tabla 1. Lista de especies de larvas de peces capturadas en la Fosa de Cariaco	17
Tabla 2. Datos básicos de los ejemplares examinados de <i>B. cantori</i> de la Fosa de Cariaco, Venezuela.	24

RESUMEN

Las evaluaciones ictioplanctónicas dan a conocer las especies que se encuentran en un área, así como analizar las fluctuaciones de sus abundancias, y sus parámetros poblacionales que permitirán inferir a futuro el comportamiento pesquero de las especies. Particularmente, los Bregmaceridos, sin ser una especie comercial, se encuentran entre las diez familias más abundantes, entre aguas neríticas y oceánicas con una reconocida migración vertical única en aguas anóxicas. Con el fin de estudiar la estructura de la comunidad ictioplanctónica y evaluar aspectos poblacionales de *Bregmaceros cantori* de la fosa de Cariaco; se realizaron ocho campañas a bordo del buque oceanográfico HNO.GUINES, en la estación del Proyecto CARIACO, entre los años 2012 y 2015, aplicando muestreos diurnos y nocturnos. Los ejemplares se capturaron utilizando una red modelo Bongo de 75 cm de diámetro de boca, equipada con dos mangas (una de 333 μm y otra de 555 μm). Los calados se realizaron de manera oblicua, durante 15 minutos a una profundidad de 50 m aproximadamente. Las muestras fueron colocadas en formol al 5% hasta su procesamiento en el laboratorio. Solo las larvas de *B. cantori*, 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 identificaron 82 taxa, a nivel de familia 11, de género 35, de especies 35, y uno como no identificado. Se contabilizaron 6167 larvas, encontrándose durante la noche el 54,63% y para el día el 45,37%. Siendo en Octubre de 2012 donde se encontró el mayor número de larvas (1076 larvas), y en diciembre de 2014 el valor mínimo (92 larvas). Las familias más representativas fueron: Carangidae, Sparidae y Serranidae, y las especies con mayor número de organismos fueron *Bregmaceros cantori*, *Diaphus tangini*, *Gobiidae* sp., *Sardinella aurita*, *Diaphus* sp., *Caranx* sp. y *Auxis thazard*. Para la diversidad y la equitabilidad en horas diurnas, se observó una disminución al comienzo de la época de surgencia ($H' = 1,58$ bits/ind, $J' = 0,37$), los valores más altos se alcanzan en la época de estratificación de las aguas ($H' = 3,59$ bits/ind y $J' = 0,79$). Para horas de la noche los valores más altos del índice de diversidad y equitabilidad se observaron en octubre de 2012 ($H' = 3,40$ bits/ind y $J' = 0,66$), y el valor más bajo en el mes de julio de 2013 ($H' = 1,67$ bits/ind y $J' = 0,42$). En total se capturaron 1770 individuos de *B. cantori* en diferentes fases de desarrollo ontogénico, su abundancia mensual fluctuó entre 439 indiv. Para febrero-2013 y 8 indiv. para diciembre-2014, con promedio de 220 ± 124 individuos. Sus tallas estuvieron comprendidas entre los 1110,67 y 22000,00 μm Ls, con promedio general de $3805,43 \pm 1987,53$ μm Ls. El rango de tallas que más se repitió fue entre los 3000 a 5000 μm de Ls. Las edades estuvieron comprendidas entre 18 y 95 días, promediando $44,93 \pm 17,33$ días de nacidas. La ecuación que representa la relación que existe entre la longitud y su peso es $P = 2e-12Ls^{2,376}$, ($R^2 = 0,86$; $n = 1770$), presentando un crecimiento de tipo alométrico minorante, $b < 3$ ($Ts = -15,85$; $p < 0,001$). Se observó una relación positiva entre el crecimiento en tallas y el

incremento del tamaño del otolito, es decir, a medida que crecen los individuos también va aumentando el diámetro del otolito. Igualmente se observaron diferencias estadísticas para la tasa de crecimiento de la especie por campaña (KW=44,1303, $p=2,01643E^{-7}$), mostrando para febrero-2013 la menor tasa de crecimiento promedio retrocalculada de la especie, con 43,59 $\mu\text{m}/\text{día}$, y un aumento de la misma en abril-2013, con 302,10 $\mu\text{m}/\text{día}$. La tasa de crecimiento poblacional se determinó por medio de la ecuación $L_s=(152,88*\text{Edad})-235,48$, representando el valor de la pendiente (152,88 μm), la longitud estándar que debió poseer los individuos al nacer (edad cero). En relación a la temperatura del agua a los 55 metros de profundidad, presentó diferencias estadísticas entre los periodos de surgencia y calma (K-W=40,3741; $p=2,0970E^{-10}$), observándose una fuerte correlación entre esta 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, siendo el caso contrario cuando la temperatura baja en la época de surgencia. *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: Ictioplancton, comunidad, Fosa de Cariaco, Edad, Crecimiento, Bacaete

INTRODUCCION

El ictioplancton es el componente clave que enlaza los eslabones primarios, secundarios y terciarios de la cadena trófica en el mar. Por lo tanto, los estudios de huevos, larvas de peces y de los organismos planctónicos con los que interrelacionan, son de extrema importancia en cualquier tipo de evaluación biológica – pesquera (Luzuriaga-Cruz, 2009).

La trascendencia de los estudios ictioplanctónicos se hace evidente por el solo hecho que estos atañen a la primera parte del ciclo de vida de los peces, que son una de las fuentes de alimento más importantes para la humanidad. Estos estudios han tenido gran desarrollo desde principios del siglo pasado (Blaxter, 1974, 1984; Russell, 1976). Independientemente de su relación natural con la pesca, los estudios ictioplanctónicos de acuerdo con Fagetti (1975), son valiosos en muy diversas vías; así por ejemplo han venido a constituir un factor relevante en el esclarecimiento de las relaciones filogenéticas y la taxonomía de los peces y además, han permitido reconocer problemas de carácter fisiológico, etológico y biológico en las fases críticas del desarrollo de los peces (Flores-Coto *et al.*, 2009).

Desde su inicio la ciencia pesquera ha considerado que los cambios en las poblaciones de peces son el resultado de un equilibrio dinámico entre los procesos de pérdida y ganancia de biomasa que, a su vez, están determinados de manera importante por el esfuerzo pesquero y el reclutamiento. Si bien se reconoce que el reclutamiento guarda estrecha relación con procesos denso-dependientes y que las relaciones entre especies son un elemento importante que afecta directamente la sobrevivencia, poco se han explorado las interacciones multiespecíficas durante los primeros estadios de vida de los peces, particularmente desde el aspecto básico de la identificación de las asociaciones entre especies (Aceves-Medina, 2003).

La mayoría de las especies de peces marinos se caracterizan por presentar elevadas tasas de fecundidad, posiblemente como una adaptación a la alta mortalidad que experimentan las clases anuales (May, 1974). Las etapas planctónicas de los peces, son las fases más sensibles y vulnerables a los cambios físicos y biológicos de su entorno (Hunter, 1981); entre estos últimos la variabilidad en la disponibilidad del alimento y la depredación afectan directamente la sobrevivencia larvaria y el subsecuente reclutamiento de las poblaciones adultas (Hjort, 1914). Esta vulnerabilidad de las larvas depende en gran medida del periodo de desove así como de la composición y abundancia de la comunidad zooplanctónica (Palomares-García & Vera-Alejandre, 1995). En general, se acepta que la sobrevivencia de las larvas de peces está determinada más por la intensidad de las agregaciones que por la abundancia de los organismos (Vlymen, 1977; Hewitt, 1981; Smith, 1981; Aceves-Medina, 2003; Aceves-Medina *et al.*, 2004); Este tipo de distribución agregada, es utilizada como estrategia de protección para evadir posibles depredadores, como respuesta a la distribución del alimento o debido a las características hidrográficas (Hewitt, 1981). De tal manera que las agregaciones pueden llegar a controlar la supervivencia de las larvas de peces, por lo que las variaciones en el reclutamiento pueden ser el resultado de eventos que afectan a los huevos y larvas (Hunter, 1981; Sabatini, 2004). La relación entre los procesos físicos y biológicos que se producen en el hábitat de las larvas de peces y el zooplancton, conforman una línea de investigación, que pretende entender estas relaciones e intentar pronosticar las fluctuaciones del reclutamiento en función de las variables físicas y químicas (Hewitt, 1981; Hunter, 1981; Lasker, 1981; Smith, 1981).

Las larvas de peces son buenos indicadores bióticos y el uso de las asociaciones entre especies se utiliza en varios trabajos para resaltar las características ambientales de diversos ecosistemas marinos (Moser *et al.*, 1987; Doyle *et al.*, 1993; Leis, 1993; Moser & Smith, 1993; Richards *et al.*, 1993; Smith *et al.*, 1999; Witting *et al.*, 1999; Gray & Miskiewicz, 2000, entre otros). Los peces, durante los primeros estadios de

vida, poseen áreas de distribución más restringidas (organismos estenócoros) respecto a las de los adultos, debido a procesos hidrográficos de concentración y retención de larvas, así como a migraciones verticales que les permiten permanecer en ciertas áreas; adicionalmente, dado que los adultos seleccionan comúnmente áreas muy específicas para los desoves, la presencia de estos estadios se convierte en un indicador bastante útil, tanto para las estrategias reproductivas de cada especie, como para las relativas al ambiente (Moser *et al.*, 1987)

La probabilidad de que las larvas se alimenten depende en gran medida de la coincidencia entre las larvas y sus presas. Particularmente la falta del alimento en la etapa de primera alimentación de las larvas, esto es cuando la larva ha absorbido completamente la reserva vitelina y su sobrevivencia depende de los recursos existentes en el plancton ambiente, podría producir mortalidades masivas por inanición (Hjort, 1914; Hunter, 1981).

La agregación de las larvas de peces y sus presas en áreas determinadas, está ligada a una compleja sincronización espacio-temporal entre el desove de los peces (área, época e intensidad) y la dinámica de las condiciones oceanográficas y biológicas que prevalecen en una región dada (Hunter, 1981; Houde & Lovdal, 1984). Iles & Sinclair (1982) señalan que algunos fenómenos hidrográficos de mesoescala (giros, frentes, corrientes locales), influyen ventajosamente sobre las agregaciones planctónicas, reteniéndolas en áreas más o menos delimitadas, evitando así la deriva hacia el océano como individuos aislados.

Una de las diez familias más comunes y abundantes en las recolecciones ictioplanctónicas tanto en aguas neríticas como oceánicas es la Bregmacerotidae, que está ampliamente representada en los mares de las regiones tropical y subtropical (Houde, 1984). De esta familia se conoce un solo género: *Bregmaceros*, con nueve especies, tres de las cuales han sido registradas para la fosa de Cariaco en Venezuela:

Bregmaceros cantori Milliken & Houde 1984, *B. atlanticus* Goode & Bean 1886, y *B. macclellandi* Thompson 1840 (Clancey, 1956; Houde, 1981; Milliken & Houde, 1984; Saksena & Richards, 1986).

Algunas de las especies de bregmacerótidos son abundantes y se concentran principalmente en profundidades cercanas a los 300 m. Por ser de talla pequeña, sólo unos cuantos centímetros, estas especies carecen de atractivo para las pesquerías; no obstante, su papel ecológico en el ambiente marino es muy importante como eslabón en la cadena trófica y en el flujo de energía entre consumidores primarios y especies de mayor tamaño de las comunidades mesopelágicas, ya que los adultos y juveniles de esta familia tienen extensas migraciones verticales (Faustino Zavala-García & Flores-Coto, 1994).

Con muy pocas excepciones, la etapa larval de los peces mesopelágicos transcurre en la capa superficial, productiva del océano. Las larvas en general son transparentes, y sus partes pigmentadas pueden estar cubiertas por una capa plateada. Los huevos son puestos en profundidad y se desarrollan a medida que suben a la superficie. Durante y después de la metamorfosis, los juveniles bajan al espacio de vida de los adultos. Este ciclo permite una amplia distribución de las larvas, de modo que el animal puede poblar zonas donde no podría reproducirse. Aparentemente la composición faunística de las "comunidades" de peces del mesopelagial corresponde a una diversidad baja, con una o pocas especies mucho más abundantes que las demás (Menni, 1983).

Distintos métodos han sido utilizados para determinar la edad y el crecimiento de muchas especies de peces: observación de los individuos, los estudios de marcado y recaptura, análisis de frecuencia en longitudes, relación ARN/ADN, la cría en cautividad de los ejemplares y a partir de las marcas de crecimiento en los tejidos calcificados o microincrementos de crecimiento (anillos) presentes en algunas estructuras duras, como escamas, cleitra, urohiales, vértebras, espina, radios y

otolitos; así como lo han detallado Tavares (2001), Araya & Cubillos (2002), Ramírez (2005), Moltschaniwskyj & Cappelletti (2009), Beltrán *et al.* (2010) y Keller *et al.* (2010). Dichas marcas se originan debido a factores intrínsecos y varían con el desove, metabolismo y cambios de residencia, así como también con componentes ambientales, como temperatura, salinidad, luz y alimento (Morales-Nin, 2000; Dower *et al.*, 2009; Millner *et al.*, 2011). Este último método de determinación de la edad 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 ciclos estacionales de crecimiento dan lugar a la formación de anillos en las escamas, huesos y otolitos.

Existen muchas razones importantes por las cuales se utiliza la microestructura de los otolitos en la determinación de la edad y el crecimiento de peces. El otolito es la estructura que registra constantemente los eventos diarios en los estadios larvarios y los eventos anuales durante toda la vida. Los otolitos han sido usados para calcular la edad en peces, desde que Reibisck observara por primera vez la formación del anillo anual en *Pleuronectes platessa* en 1899 (citado por Ricker, 1975). Sin embargo, el conteo anual no fue usado en la estimación de la edad de peces jóvenes (Edad I), los cuales no han formado aún sus primeros annulus (primer anillo anual). La técnica del incremento diario aclaró este problema por permitir la estimación de la edad diaria (Stevenson & Campana, 1992).

Para algunas especies de zonas frías y templadas, los cambios de temperatura debido a la estacionalidad varían la formación de las marcas (Quignard & Farrugio, 1981). En el caso de los trópicos, estas variaciones pueden estar asociadas a otros factores externos, algunos ya mencionados, como las lluvias, la abundancia o escasez de alimento, o factores internos como el desove y las migraciones (Álvarez, 1976; Sponaugle *et al.*, 2009). La determinación de la edad, a partir de la formación de marcas de crecimiento en las estructuras duras de los peces se relaciona directamente

con la reducción del crecimiento durante períodos particulares (Carlander, 1974). En este sentido, Pannella (1974) menciona que en las estructuras duras de peces tropicales ocurren periódicamente bandas de crecimiento que, una vez establecida la periodicidad de su formación, pueden ser utilizadas para la determinación de la edad.

Los otolitos son los primeros tejidos calcificados que se forman durante el desarrollo embrionario, siendo una estructura que registra constantemente los eventos diarios en los estadios larvarios y los eventos anuales durante toda la vida del pez (Morales-Nin, 1987); Durante la embriogénesis, y en el inicio del desarrollo larvario, se forma un núcleo denso central, llamado núcleolo, en torno al cual se depositan sucesivas capas concéntricas de cristales y matriz orgánica. Las variaciones cíclicas en la tasa de depósito de estos dos materiales dan lugar a la formación de estructuras o anillos de crecimiento (Morales-Nin, 1987); por lo tanto, es la estructura de preferencia científica para la determinación de la edad y crecimiento en peces. Éstos están constituidos de carbonato de calcio depositados en forma de aragonita en el oído interno, el cual está formado por tres cámaras membranosas (utrículo, sáculo y lagena). Los otolitos se encuentran en pares y reciben diferentes nombres, dependiendo de la cámara que ocupen; se denomina *Lapillus* al otolito que se encuentra en el utrículo, *Sagitta* al del sáculo y *Asteriscus* al de la lagena; y están relacionados con la detección de sonidos, el equilibrio y orientación de los peces (Popper *et al.*, 2003). El otolito sagitta es el más empleado a causa de que su mayor tamaño lo hace fácilmente manejable (Morales-Nin, 1987) a la hora de calcular la edad de los peces desde que Reibisch observara por primera vez la formación del anillo anual (*anuli*) en *Pleuronectes platessa* en 1899 (citado por Ricker, 1975). Al comparar los tres tipos de otolitos, en *Mendia menidia*, Barkman (1978) encontró que el sagitta y lapillus podían ser usados en la determinación de la edad, pero que el asteriscus no era confiable. Esto no es sorprendente, ya que en muchas especies éste se forma posterior al desarrollo larvario.

La técnica del incremento diario fue desarrollada a comienzos de los años 70 y durante los últimos 43 años ha ganado amplia aceptación al permitir la determinación de la biocronología de los peces tanto marinos como dulceacuícolas (Campana & Thorrold, 2001), desde que Pannella (1971) observara por primera vez aproximadamente 360 incrementos concéntricos finos dentro del annulus de otolitos de peces de aguas templadas. Estos incrementos fueron postulados como cambios diarios en la microestructura de los otolitos. Pannella (1974) observó también que incrementos semejantes se encontraban en peces tropicales adultos y además observó que estos seguían un patrón; un ciclo de 14 días que coincidía con los patrones de comportamiento lunar, con lo cual demostró que la formación de estos anillos diarios ocurre regularmente en peces tropicales. Aunque Pannella (1971) comenzó a utilizar la técnica para definir annulus en adultos, posteriormente, la mayoría de los investigadores usaron la técnica para los estadios larvarios en los cuales previamente no podía estimarse la edad (Iglesias *et al.*, 1997), a menos que se criaran en cautiverio.

En larvas de peces la presencia de microincrementos en los otolitos ha dado apoyo a los estudios en la determinación de la edad, crecimiento, mortalidad e historia de la vida temprana (Sponaugle *et al.*, 2009; Folkvord *et al.*, 2010; Gunnarsson *et al.*, 2010; Bystydzińska *et al.*, 2010). Estos estudios dependen de los siguientes supuestos: la deposición diaria de los microincrementos de crecimiento (Pannella, 1971, 1980; Campana & Neilson, 1985), o con alguna tasa constante (Lough *et al.*, 1982); que la fecha de formación del microincremento inicial sea conocida (Volk *et al.*, 1984); y que exista una relación funcional entre el crecimiento del otolito y la talla de la larva (Laroche *et al.*, 1982).

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 anchoíta y *Sprattus fuegensis*, han demostrado que la estructura del crecimiento en otolitos de peces tiene una base diaria. González (1977) indica lo complicado que puede ser el uso de otolitos en peces tropicales, por la dificultad en la identificación de los anillos verdaderos y falsos. Sin embargo, cabe resaltar que actualmente se han mejorado las técnicas utilizadas para la lectura de los otolitos, incrementando la confiabilidad de las mismas (Morales-Nin, 1991).

En Venezuela, se han realizado estudios de edad y crecimiento a través del análisis de los otolitos, entre ellos se pueden citar los estudios con *Mugil curema* (Marín & Quintero, 2003), *Sardinella aurita* (Balza & Marín, 2006, Balza *et al.*, 2006, Ramírez & Marín, 2006), *Xenomelaniris brasiliensis* (Marín *et al.*, 2010), y *Haemulon steindachneri* (Morales & González, 2010; Herrera *et al.* (2012), *Eucinostomus argenteus*; quedando demostrada la validez de esta metodología en el país.

Por otro lado, no se ha realizado ningún tipo de estudio poblacional sobre *Bregmaceros cantori* que nos permita hacerle un seguimiento sobre las variaciones de su abundancia, no se tienen datos que expliquen las condiciones fisiológicas que permiten que esta especie llegue a aguas profundas anóxicas llenas de azufre y pueda permanecer en esa zona prolongado tiempo; por esta razón, se empezó con el estudio de algunos parámetros poblacionales como la obtención de una medida de su tasa de crecimiento que nos permita evaluar observar cómo crece esta especie, y a la vez destacar las variaciones de dicho crecimiento con los cambios ambientales estacionales en la fosa de Cariaco.

OBJETIVOS

- Determinar la variabilidad temporal de la composición, abundancia y estructura comunitaria del ictioplancton en la Fosa de Cariaco.
- Establecer las curvas de crecimiento actual y retrocalculado de *Bregmaceros cantori*, en los principales periodos de intensidad de surgencia en la Fosa de Cariaco.

MATERIALES Y METODOS

Área de estudio

La Cuenca o fosa de Cariaco se encuentra ubicada al oeste de la península de Araya, estación fija (figura 1), costa oeste del estado Sucre, (Latitud $10^{\circ} 30' N$ y Longitud $64^{\circ} 40' O$). Es una depresión de aproximadamente 1400 m de profundidad, 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 (Richards & Vaccaro, 1956; Richards, 1960; Fukuoka & Ballester, 1963; Athearn, 1965; 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 a tales profundidades. La fosa de Cariaco ha sido fuente de investigaciones en los últimos años. Una de las razones principales es que sus sedimentos poseen uno de los registros más grandes y exactos de los cambios climáticos de la zona tropical del Atlántico Norte (Astor *et al.*, 1998).

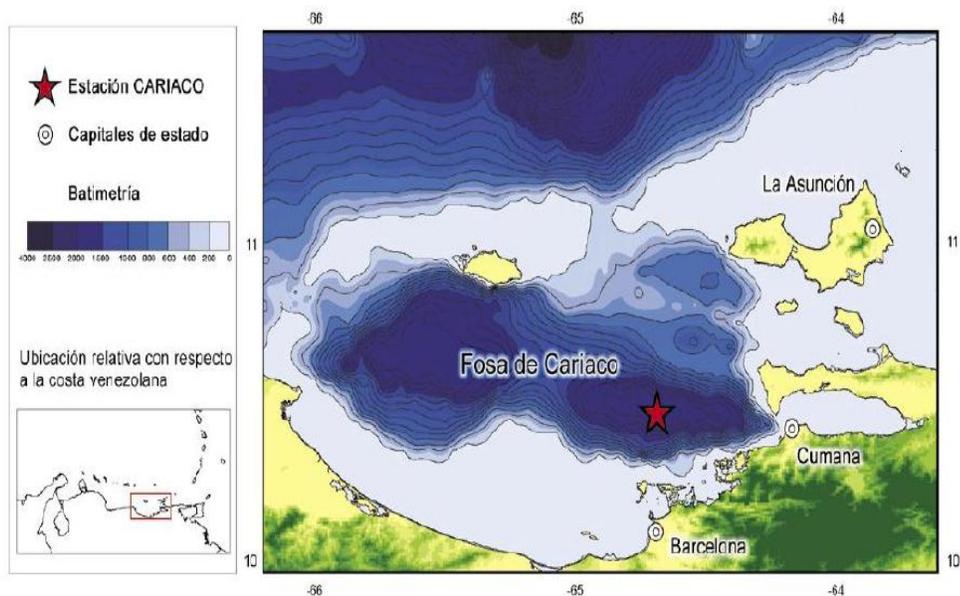


Figura 1. Ubicación geográfica de la estación de muestreo del Proyecto Cariaco (*). Tomado de: Alvera-Azcárate, *et al.* 2008.

Recolección de muestras

La colecta de las muestras planctónicas (*Bregmaceros cantori*) se realizó en una única estación a bordo del B/O HNOS. GINES, propiedad de Fundación La Salle; en dos campañas por año durante cuatro años, desde el 2012 hasta el 2015 (octubre y diciembre de 2012, febrero y abril de 2013, octubre y diciembre de 2014 y marzo y abril de 2015), en dos horarios establecidos: noche (entre las 11:00 pm y 1:00 am) y día (entre las 9:00 am y 12:00 pm), por el comportamiento migratorio nictimiral que realiza esta especie en la vertical de la columna de agua.

La red de plancton utilizada fue modelo Bongo de 75 cm de diámetro de boca, equipada con dos mangas (300 y 500 micras). Los calados se realizaron de manera oblicua, con una duración de 15 minutos para bongo, a una profundidad de 50 m aproximadamente, que es donde, por lo general se concentra la banda de plancton en aguas semioceánicas de la plataforma continental de centro oriente del país, en el límite superior de la termoclina, esta profundidad fue estimada a partir de una tabla de ángulos medido con un clinómetro manual, 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 a las larvas y juveniles de peces, y sus otolitos.

Análisis ictioplanctónico

La identificación de las larvas se realizó a través de caracteres merísticos, morfométricos y descripciones morfológicas específicas de las diferentes especies,

utilizando para ellos los caracteres utilizados por Matsuura & Olivar (1999) y Beltran & Ríos (2000). Para la identificación de las especies se utilizaron los textos y guías de Fahay (1983), Moser *et al.* (1984), Miller *et al.* (1979), Richards (2005) y Fahay (2007).

Además se tomaron en cuenta caracteres adicionales como: distribución de cromatóforos, ausencia o presencia de apéndices, forma y posición de ojos y boca (Fahay, 2007). También aspectos conspicuos como: la sincronización de las tallas con la pigmentación, dentición, escamas y estructuras como las espinas y aletas, que constituyen los aspectos más utilizados en la descripción taxonómica (Kendall & Matarese, 1994). Asimismo, se observó la osificación y estabilización de los caracteres merísticos de las larvas usando el método de tinción de Hollister (1974) con alizarina. El poco grado de desarrollo de algunas familias no permitió una ubicación taxonómica más precisa.

Índices ecológicos

Abundancia: se calculó la abundancia total en número y la abundancia relativa, definida como la relación entre el número de individuos de una especie y el número total de individuos de todas las especies, se calculó para todas las muestras y se expresó como porcentaje. Diversidad: se considerará diversidad como el número de especies y la proporción de individuos dentro de ellas para cada una de las colecciones. Para su estimación, se utilizará la expresión de Shannon-Wiener (1963), según Krebs (1989). Este índice mide (el recíproco de) la probabilidad de seleccionar todas las especies en la proporción en que existen en la población, es decir, mide la probabilidad de que una muestra seleccionada al azar de una población infinitamente grande contenga exactamente n_1 individuos de la especie 1, n_2 del especie 2, . . . y especies n_S (Greig-Smith, 1983). También se calculó la equidad (J'), basada en la abundancia relativa de especies, esta es la relación entre el índice de diversidad

observado y el valor máximo del índice de diversidad que tendría una comunidad con el mismo número de especies (Pielou, 1966).

Análisis de los otolitos

Este solo fue aplicado a la especie *Bregmaceros cantori*. Una vez identificada la especie, a cada ejemplar fue fotografiado por duplicado con la utilización de una cámara para microscopio estereoscópico trilocular marca Pixela para la toma de las medidas morfométricas, como: la longitud estándar (Ls), longitud total (LT), altura (Alt), longitud de la cabeza (LC), el diámetro ocular (DO), Longitud anteroanal (LAA) y Longitud posteroanal (LPA). Para ello se utilizó el programa para análisis de imágenes SigmaScan Pro5. También se le tomó el peso húmedo, pasado rápidamente por una servilleta para eliminar los excesos de agua, en una balanza analítica de cuatro decimales.

La relación longitud-peso se estableció a través de la relación alométrica definida por Beverton & Holt (1957):

$$P = aL^b,$$

Dónde:

P = es el peso del cuerpo en gramos (g).

L = es la longitud estándar (mm).

a y b = son constantes.

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.

Una vez tomadas las medidas morfométricas de los ejemplares de *Bregmaceros cantori*, se procedió a extraerles 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 termo-plástica Crystalbond™ 509, para después ser medidos (Diámetro del otolito- DOto). Una vez observados 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 representan 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, una vez corroborada esta como la fase de crecimiento exponencial de la especie, para así calcular la tasa de crecimiento teórico o retrocalculada (Kauffman, 1981; Jones, 1986).

Para cada otolito se realizó tres conteos y se calculó el promedio del número de líneas contadas, a estos se le aplicó el coeficiente de variación, si este era superior al 15 %, el otolito era devuelto para su análisis por segunda vez, tres semanas después de las 12 primeras observaciones, de seguir dando errores por encima del 15% en el coeficiente de variación, este era retirado de la base de datos.

Análisis estadísticos de los índices ecológicos

Se emplearon análisis estadístico no paramétrico Kruskal-Wallis, con la utilización del paquete estadístico Statgraphics plus 4.1, para detectar diferencias entre los periodos día-noche, y ente las época climáticas, con respecto al número de especies, abundancia, diversidad y equitabilidad (Sokal y Rohlf, 1995).

Análisis estadísticos de datos poblacionales de *B. cantori*

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 Ls-R_otolito a un modelo lineal para describir el crecimiento larval (crecimiento reciente), donde la pendiente (b) de esta ecuación ($Ls=a+bR_{ot}$) 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:

$$\Delta = (Ls2 - Ls1)/(t2 - t1)$$

Dónde:

Δ = El crecimiento retrocalculado.

Ls1 = Longitud estándar a la edad 1

Ls2 = Longitud estándar a la edad 2

t1 = Edad 1 a la longitud estándar 1

t2 = 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 Ls 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 compararon a través de un análisis de varianza (Sokal & Rohlf, 1997). Igualmente 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, en las épocas de surgencia y calma (Campana & Jones, 1992).

Adicionalmente, se evaluó como indicador de crecimiento el grosor de los anillos de crecimiento diario para cada mes utilizando el promedio de cada día de los individuos estudiados (Sponaugle *et al.*, 2010), tomando en cuenta que los individuos de crecimiento rápido tendrán anillos más gruesos para la misma edad (Cowen *et al.*, 2003).

RESULTADOS Y DISCUSION

Las asociaciones de larvas de peces se refieren a grupos de larvas que ocurren en un tiempo y área similar, durante el cual, es importante un hábitat apropiado con los requerimientos y/o condiciones ambientales necesarios para asegurar las oportunidades de supervivencia. Por lo que el estudio de las asociaciones provee de información sobre la estructura de la comunidad y de las áreas y épocas de los peces en reproducción. Se considera que son los procesos oceánicos los responsables del origen, mantenimiento o interrupción de las asociaciones (dinámica oceánica, hidrografía y topografía del área, Fuiman & Werner, 2002).

Durante las campañas en este periodo de tiempo (1012-2015) se determinó la existencia de 82 taxa específicos, de las cuales 43 correspondieron a familias y 14 a órdenes; lográndose identificar 36 taxa hasta nivel de especie, 57 a nivel de género, 28 diferentes tipos, a nivel de familia y una sin identificar (Tabla 1).

Tabla 1. Lista de especies de larvas de peces capturadas en la Fosa de Cariaco

Nº	Especie	D	N	Nº	Especie	D	N
1	<i>Abudefduf saxatilis</i>	X	X	42	<i>Lutjanus</i> sp.	X	
2	<i>Achirus lineatus</i>	X		43	<i>Macrodon ancylodon</i>		X
3	<i>Anchoa</i> sp.	X		44	<i>Mugil curema</i>		X
4	<i>Anthias</i> sp.	X	X	45	<i>Mugil</i> sp.	X	X
5	<i>Atherinomorus stipes</i>		X	46	<i>Myctophum affine</i>	X	X
6	<i>Auxis thazard</i>	X	X	47	NI-Det	X	X
7	Blennidae sp.	X	X	48	<i>Ogcocephalus</i> sp.		X
8	<i>Bothus ocellatus</i>		X	49	<i>Oligoplites</i> sp.		X
9	<i>Bothus</i> sp.		X	50	<i>Ophidium</i> sp.	X	
10	<i>Bregmaceros atlanticus</i>	X	X	51	<i>Opistognathus</i> sp.	X	
11	<i>Bregmaceros cantori</i>	X	X	52	<i>Paraconger caudilimbatus</i>	X	X
12	<i>Callionymus</i> sp.	X	X	53	Pleuronectidae sp.	X	
13	Carangidae deteriorado	X	X	54	<i>Prionotus</i> sp.	X	
14	<i>Caranx bartholomei</i>	X		55	<i>Pterois volitans</i>	X	
15	<i>Caranx</i> sp.	X	X	56	<i>Sardinella aurita</i>	X	X

Continuación Tabla 1

Nº	Especie	D	N	Nº	Especie	D	N
16	<i>Cephalopholis</i> sp.		X	57	<i>Saurida brasiliensis</i>	X	
17	<i>Chloroscombrus</i> sp.	X	X	58	<i>Scarus</i> sp.	X	X
18	<i>Citharichthys gymnorhinus</i>	X		59	Scianidae deteriorado	X	X
19	Clupeidae sp.	X	X	60	<i>Scorpaena</i> sp.	X	X
20	<i>Conger</i> sp.		X	61	Scorpaenidae sp.		X
21	Cynoglossidae sp.		X	62	<i>Selene vomer</i>	X	X
22	<i>Cynoscion leiarchus</i>	X	X	63	Serranidae sp.	X	X
23	<i>Cynoscion</i> sp.	X	X	64	<i>Serranus</i> sp.	X	X
24	<i>Diaphus</i> sp.	X	X	65	Sparidae sp.		X
25	<i>Diaphus taaningi</i>	X	X	66	<i>Sparisoma radians</i>	X	X
26	<i>Diodon</i> sp.	X	X	67	<i>Sparisoma</i> sp.	X	
27	<i>Diplectrum</i> sp.		X	68	<i>Sphyaena guachancho</i>		X
28	<i>Echeneis naucrates</i>		X	69	<i>Sphyaena picudilla</i>	X	
29	<i>Eucinostomus</i> sp.	X	X	70	<i>Sphyaena</i> sp.	X	X
30	<i>Exocoetus obtusirostris</i>	X		71	<i>Stegastes</i> sp.		X
31	<i>Gempylus serpens</i>	X	X	72	<i>Stomias</i> sp.	X	X
32	Gobiidae sp.	X	X	73	<i>Strongylura marina</i>	X	X
33	<i>Gonostoma elongatum</i>	X	X	74	<i>Syacium papillosum</i>		X
34	<i>Haemulon</i> sp.	X	X	75	<i>Syacium</i> sp.	X	X
35	<i>Hemiramphus balao</i>		X	76	<i>Symphurus</i> sp.	X	X
36	<i>Hygophum</i> sp.		X	77	<i>Symphurus tessellatus</i>		X
37	Labridae NI	X	X	78	<i>Synodus myops</i>	X	X
38	<i>Lepophidium</i> sp.	X	X	79	<i>Synodus</i> sp.	X	X
39	<i>Lepophidium staurophor</i>	X		80	<i>Trachurus</i> sp.	X	
40	<i>Lestidiops</i> sp.	X	X	81	<i>Trichiurus Lepturus</i>	X	X
41	<i>Lutjanus analis</i>	X	X	82	<i>Uroconger syringinus</i>		X

Se obtuvo un total de 6167 larvas, encontrándose durante la noche el 54,63% de las larvas colectadas mientras que para el día el 45,37%. Octubre de 2012 fue el mes donde se encontró el mayor número de larvas (1076 larvas). El valor mínimo se encontró en diciembre de 2014 (92 larvas). Las familias más representativas fueron: Carangidae, Sparidae y Serranidae, y las especies con mayor número de organismos

fueron *Bregmaceros cantori*, *Diaphus tangini*, Gobiidae sp., *Sardinella aurita*, *Diaphus* sp., *Caranx* sp. y *Auxis thazard*. Las especies mesopelágicas tienen un interés taxonómico especial por la falta de información que existe en este importante grupo de peces. El resto de las especies nombradas con la excepción de los góbidos son importantes por su valor comercial, representando uno de los rubros pesqueros con mayor presencia en los sitios de mercadeo locales. Esta área, por sus condiciones oceanográficas, brinda un sitio de reproducción para muchas especies con importancia ecológica y comercial que se trasladan hasta la costa para invadir los ambientes locales, y así cumplir con una etapa de su desarrollo dentro de su ciclo de vida, antes de migrar hasta el área de establecimiento final de la especie.

Teixeira-Bonecker *et al.* (2012) encontraron al sureste de Brasil y en dos periodos establecidos que las familias más abundantes eran Clupeidae, Myctophidae, Engraulidae y Scombridae. Resultados similares se observaron en la Corriente de California (Moser & Smith, 1993), del Pacífico Norte (Sassa *et al.*, 2004) y el Océano Índico (Mühling *et al.*, 2007). En este estudio los resultados no se alejan de lo antes descrito, porque esta zona (Fosa de Cariaco) es un área de reproducción para muchas especies como los Scombridos, los Clupeidos en la especie de sardina *Sardinella aurita* y los Myctophidos que cumplen todo su ciclo de vida en estas aguas ya que esta zona forma su nicho ecológico.

El número de especie presentó un patrón definido en relación a los dos periodos de tiempo estudiados; por otro lado, estadísticamente hubo diferencias entre estos periodos ($KW=4,38296$; $p=0,03629$). El menor número de especies coincide con el comienzo del periodo de surgencia (diciembre de 2014) y los valores más altos con el periodo de calma o de estratificación térmica de las aguas costeras del oriente del país (octubre de 2012). (Figura 2).

Silva-Segundo *et al.* (2008) hallaron una comunidad de larvas formada por 98 especies que correspondían a 43 familias y 15 órdenes, logrando identificar a 45 taxa hasta nivel de especie, 24 a nivel de género y 29 diferentes tipos a nivel de familia larvas de peces. Similar resultado se obtuvo en esta investigación donde se llegó a coleccionar con apenas cuatro muestreos un total de 73 especies.

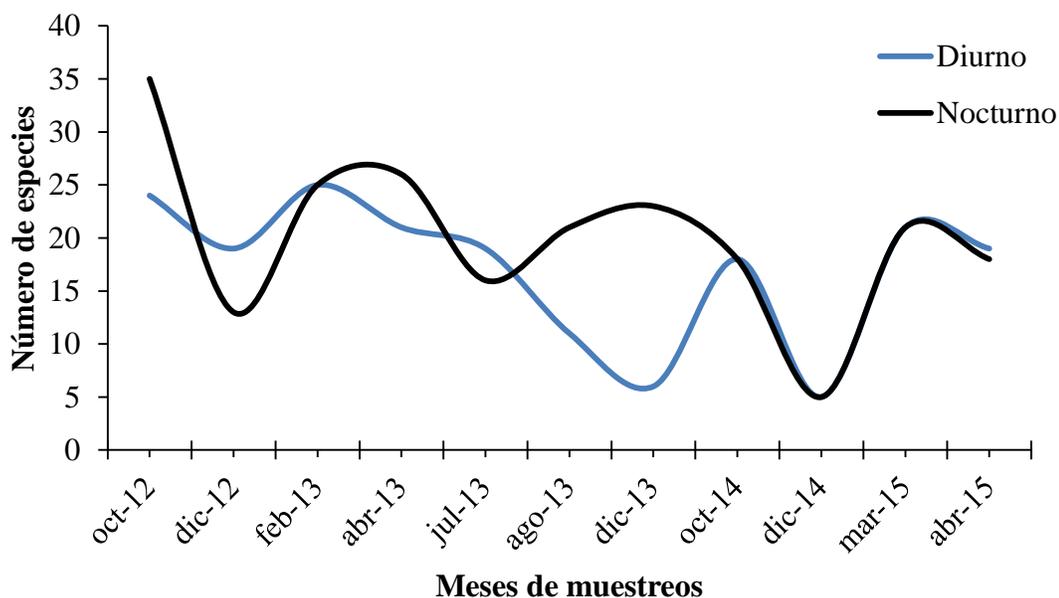


Figura 2. Variación nictimeral del número de especies de larvas de especies capturadas en la Fosa de Cariaco.

La abundancia fue fluctuante en el periodo nocturno debido posiblemente a la influencia de la fase lunar correspondiente al día de la toma de muestra; sin embargo, para las horas de luz, la abundancia se presentó de manera creciente desde el mes de octubre de 2012 hasta abril de 2013, luego disminuyó en el resto de los meses muestreados y aumentó para marzo de 2015, no encontrándose diferencias estadísticas entre la abundancia y los cambios nictimerales ($KW=0,522034$; $p=0,46997$) de la comunidad, así como también no se encontraron diferencias estadísticas entre esta y los meses ($KW=15,8983$; $p=0,10258$); sin embargo, la abundancia entre épocas sí arrojó diferencias estadísticas ($KW=7,45763$; $p=0,00631$).

Para las horas de oscuridad, la abundancia fluctuó de 38 individuos en diciembre de 2014 hasta 938 para octubre 2012, y en las horas de luz esta cambió de 24 individuos en diciembre de 2013 a 476 individuos para febrero de 2013 (Figura 3).

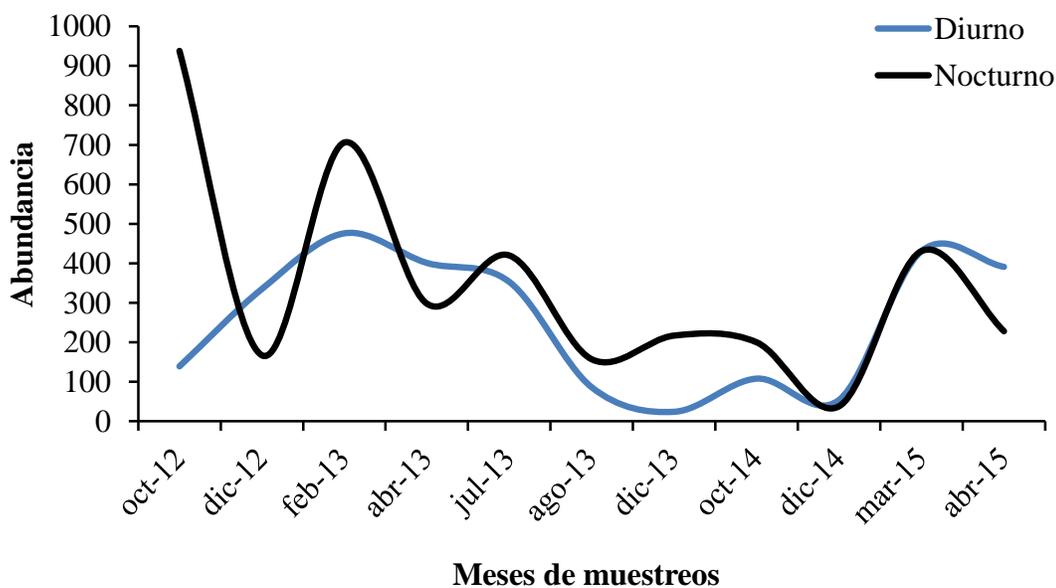


Figura 3. Variación nictimeral de la abundancia de larvas de especies capturadas en la Fosa de Cariaco.

En Silva-Segundo *et al.* (2008) se observó en una localidad con aguas oceánicas adyacentes una mezcla de especies de diferente hábitat (costero, demersal y aguas poco profundas), además de la presencia esporádica de algunas especies mesopelágicas y oceánicas (*Vinciguerria lucetia*, *Diaphus* sp., *Exocoetidae* y *Auxis* sp.) que ocurrieron con baja abundancia, y especies del genero *Bregmaceros* con gran abundancia. Igualmente, la comunidad de la Fosa de Cariaco está formada por especies mesopelágicas como la formada por los myctophidos y *Bregmaceros*, siendo la especie *B. cantori* muy abundante. También se observan especies demersales como los hemúlidos y especies de aguas poco profundas como los gobiidos.

En horas diurnas, la diversidad y equitabilidad mensuales de la comunidad de especies de larva de peces fueron relativamente altas, presentando un patrón gráfico muy similar, observándose una disminución de sus valores al comienzo de la época de surgencia, con su valor más bajo en el mes de julio de 2013 ($H' = 1,58$ bits/ind, $J' = 0,37$), con un leve aumento de sus valores al final de este fenómeno oceanográfico. Los valores más altos se alcanzan en la época de estratificación de las aguas o época de lluvias (octubre de 2012: $H' = 3,59$ bits/ind y $J' = 0,79$). Los valores bajos de estos dos índices a partir de diciembre se debe al aumento de la abundancia, a partir de este en unas pocas especies, donde *B. cantori* presentó la mayor dominancia relativa de la comunidad en este periodo de tiempo (Fig. 4).

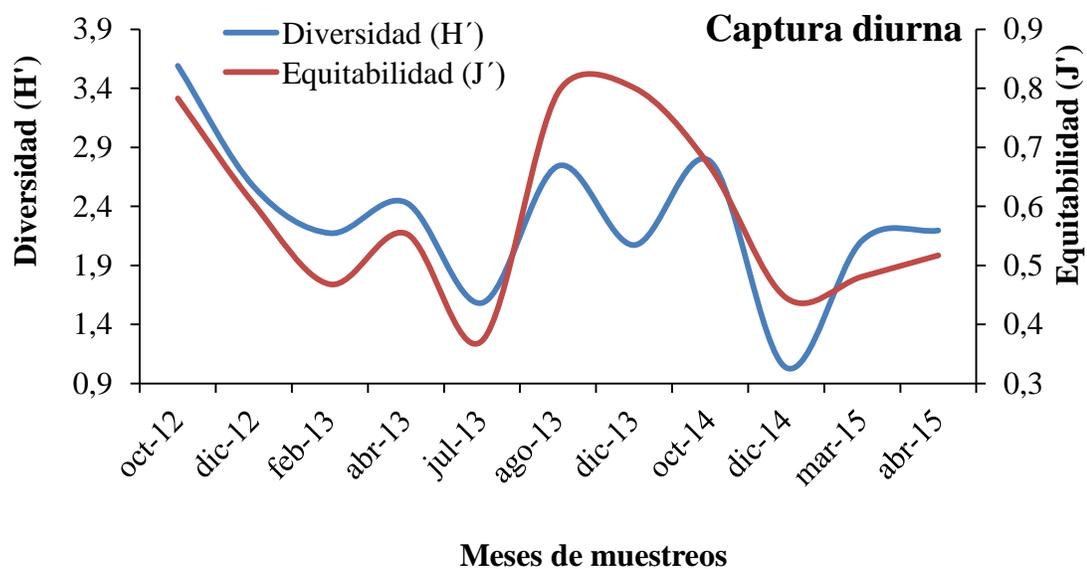


Figura 4. Variación temporal diurna de la diversidad y equitabilidad de especies de larvas de especies capturadas en la Fosa de Cariaco.

En horas de la noche la comunidad presentó una composición más homogénea, observándose para el mes de octubre de 2012 el mayor número de especies y abundancias con la dominancia específica de dos especies: *Gobiidae* sp. y *B. cantori*, pero en general la distribución del número de organismos dentro de cada especie fue equitativa, mostrando así altos valores del índice de diversidad y equitabilidad en este

mes (octubre: $H' = 3,40$ bits/ind y $J' = 0,66$), al igual que el día estos índices fueron disminuyendo con el comienzo de la surgencia con su valor más bajo en el mes de julio de 2013 con una diversidad de 1,67 bits/ind y una equitabilidad de 0,42 (Figura 5).

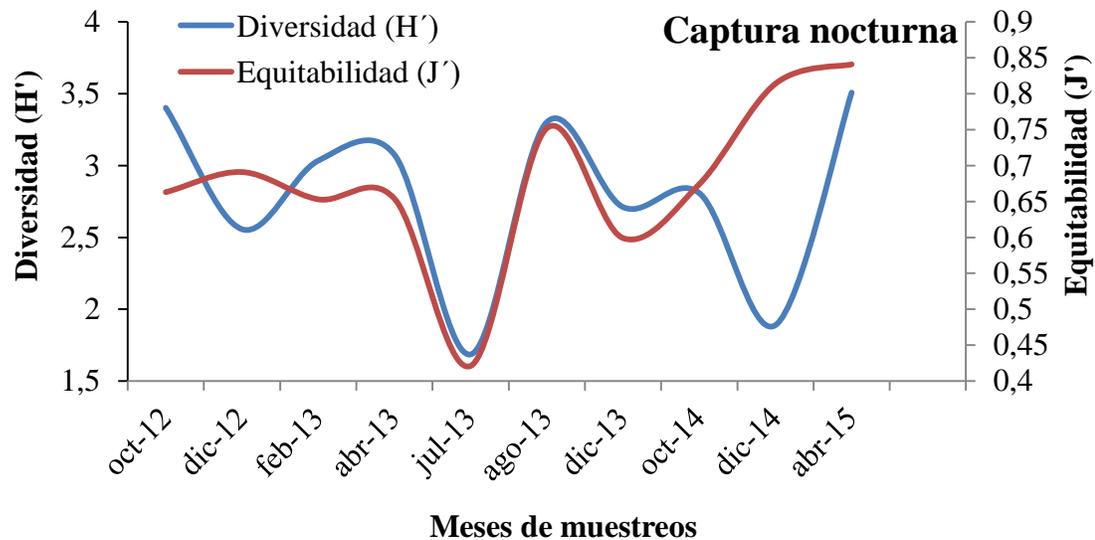


Figura 5. Variación temporal nocturna de la diversidad y equitabilidad de especies de larvas de especies capturadas en la Fosa de Cariaco.

Por otra parte, 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 capturadas en horas diurnas; no se observaron diferencias significativas de la abundancia entre periodos climáticos ($KW = 2,0833$; $p = 0,1489$). La abundancia mensual 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 (Figura 6).

La talla de *B. cantori* estuvo comprendidas entre los 1110,67 y 22000 μm de longitud estándar. El rango de tallas en donde los individuos se presentaron con mayor abundancia está entre los 3000 a 5000 μm de Ls. A través de la utilización 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 2).

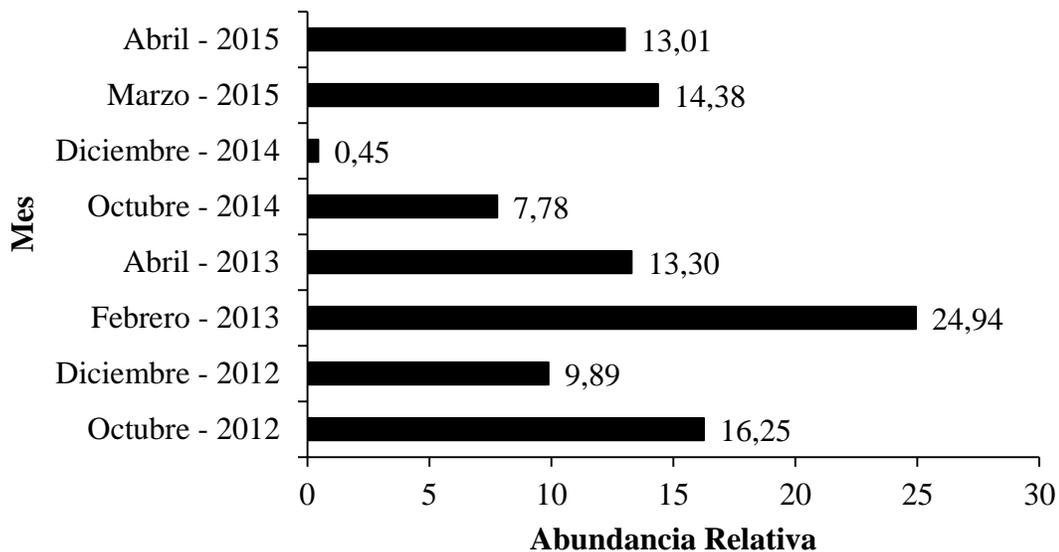


Figura 6. Variación temporal de la abundancia de *B. cantori* en 8 campañas oceanográficas entre el 2012 y 2015.

Tabla 2. Datos básicos de los ejemplares examinados de *B. cantori* de la Fosa de Cariaco, Venezuela.

Mes/año	n	Longitud estándar (micras)		Edad
		Min - Max	Promedio y Desv. Est.	Promedio (días)
oct-12	289	1545,20 - 10252,94	4824,71 ± 1384,01	27 ± 6,1
dic-12	180	2228,38 - 10687,67	5155,32 ± 1863,93	27,5 ± 6,8
feb-13	440	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	1770	1110,67 - 22000	3805,43 ± 1987,53	44,93 ± 17,33

En el sur del Golfo de México, Zavala & Flores (1994) encontraron que la especie *Bregmaceros cantori* eclosiona a los 1,22 mm alcanzando su talla máxima de 20,34 mm a los 30 días. En nuestra evaluación la talla mínima alcanzada fue similar a la de Zabala y Flores (1,29 mm) y el ejemplar capturado con talla más grande alcanzó los 14,25 mm de Ls. Estos son datos preliminares donde todavía no se ha podido capturar tallas mayores de la especie, debido principalmente quizás a la poca abertura de boca de malla o a la profundidad de calado (45 m).

La zona de estudio sirve para la especie como área de reproducción, y por la abundancia de larvas en fases tempranas encontradas, posiblemente como zona de alevinaje y alimentación. Como la mayor cantidad de ejemplares se presentaron en tallas pequeñas, siendo pocas las tallas $\geq 7000 \mu\text{m}$ se tomaron todos los valores de las mediciones de la longitud estándar y peso para 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 $\text{Peso} = 2\text{e-}12\text{Longitud}^{2,376}$, ($R^2=0,86$; $n=1770$) (Figura 7).

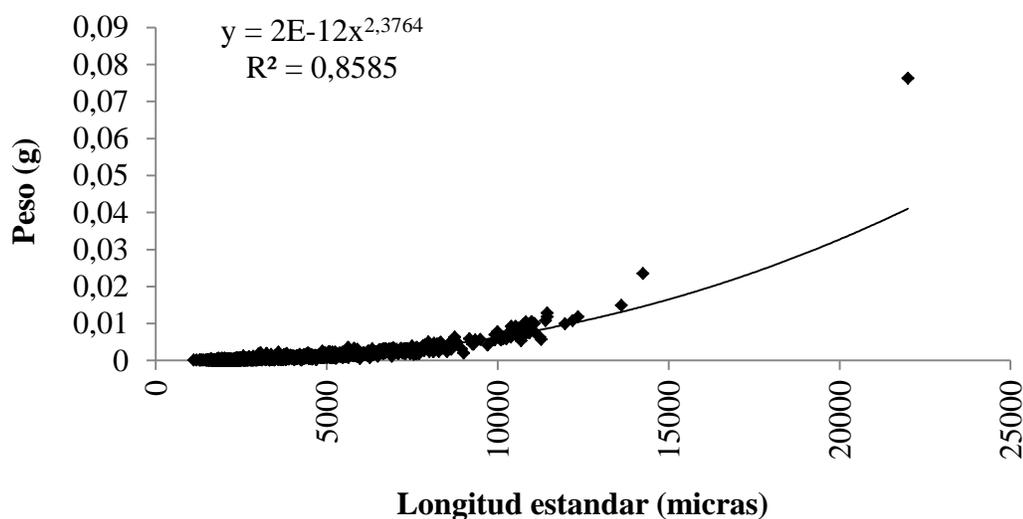


Figura 7. Relación longitud-peso de *B. cantori*, capturados en la Fosa de Cariaco, Venezuela.

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 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 corresponda exactamente con su tamaño. Ésta especie 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 Ls, 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 $2198,93 \pm 485,68 \mu\text{m}$ para octubre de 2014 y $5734,19 \pm 3724,41 \mu\text{m}$ para diciembre de 2014, con un promedio general de $3805,43 \pm 1987,53 \mu\text{m}$, observándose la talla más grande capturada en el mes de abril de 2015 con 22 mm de longitud estándar (Figura 8).

El análisis de regresión y correlación de la longitud estándar con el radio de los otolitos se ajustaron a un modelo lineal en todos los meses; dando como resultado altos coeficientes de correlación para todos los meses (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: $R^2 = 0,82$), siendo el valor más bajo el del 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 (Figura 9).

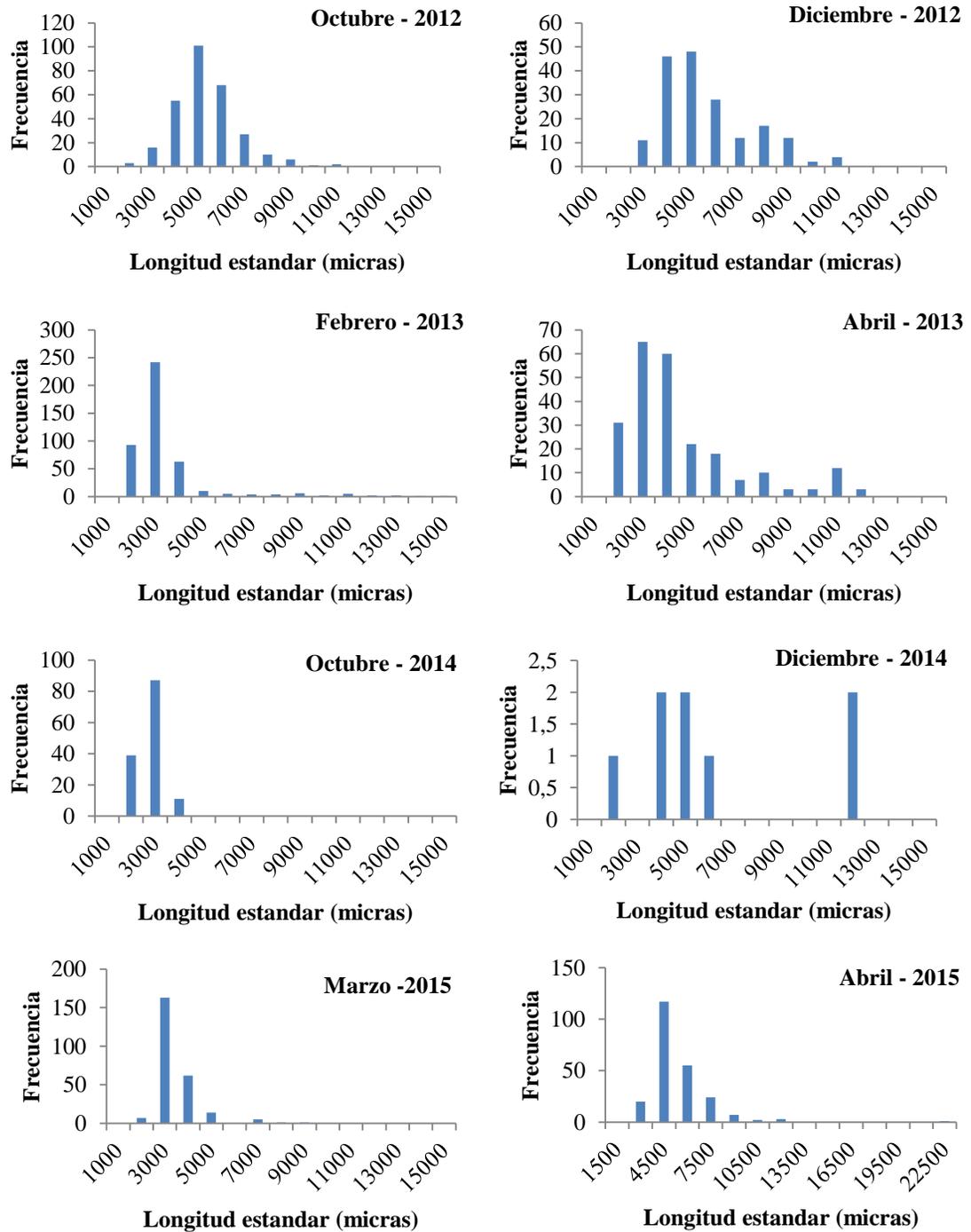


Figura 8. Estructura de frecuencias de longitudes estándar de *B. cantori*, capturados en la Fosa de Cariaco, Venezuela.

Se observaron diferencias altamente significativas para la tasa de crecimiento de la especie, obteniéndose un valor de ($KW=44,1303$, $p=2,01643E-7$). Se pudo observar la formación de tres grupos: el grupo de los meses de febrero 2013, Octubre 2014, Marzo 2015, Diciembre 2014, Abril 2015, el cual posee las medias más bajas de tasa de crecimiento, el segundo grupo conformado por marzo 2015, diciembre 2014, abril 2015 y Diciembre - 2012, el cual se solapo en gran medida con el primer grupo, y un tercer grupo formado por octubre 2012 y abril 2013 con medias de tasa de crecimiento más altas.

Esto es evidente en la Figura 10 donde se muestra para febrero 2013 la menor tasa de crecimiento de la especie con $43,59 \mu\text{m}/\text{día}$ ($0,0436 \text{ mm}/\text{día}$), observando un aumento de la misma en los demás meses, obteniéndose en abril 2013 la mayor tasa de crecimiento con $302,1 \mu\text{m}/\text{día}$ ($0,3021 \text{ mm}/\text{día}$).

El crecimiento en los peces va a depender de factores favorables a ellos, ya sean ambientales o físicos que permitan la estabilidad del agua, control de los depredadores y alimento. La zona costera nerítica centro oriental de Venezuela tiene como característica una alta productividad primaria que origina una producción de alimento para muchas especies microscópicas del plancton, las cuales sirven de alimento a especies más grandes en sus primeras etapas de su ciclo de vida (larvas de peces). Sin embargo, aun cuando gran parte del año el alimento tiende a ser relativamente elevado, la productividad secundaria dependerá de cómo evolucione el primer eslabón de la trama trófica (fitoplancton), la cual regula el crecimiento de los organismos de una especie al depender de la época del año en que se reproducen y de la ventana óptima de crecimiento para la especie.

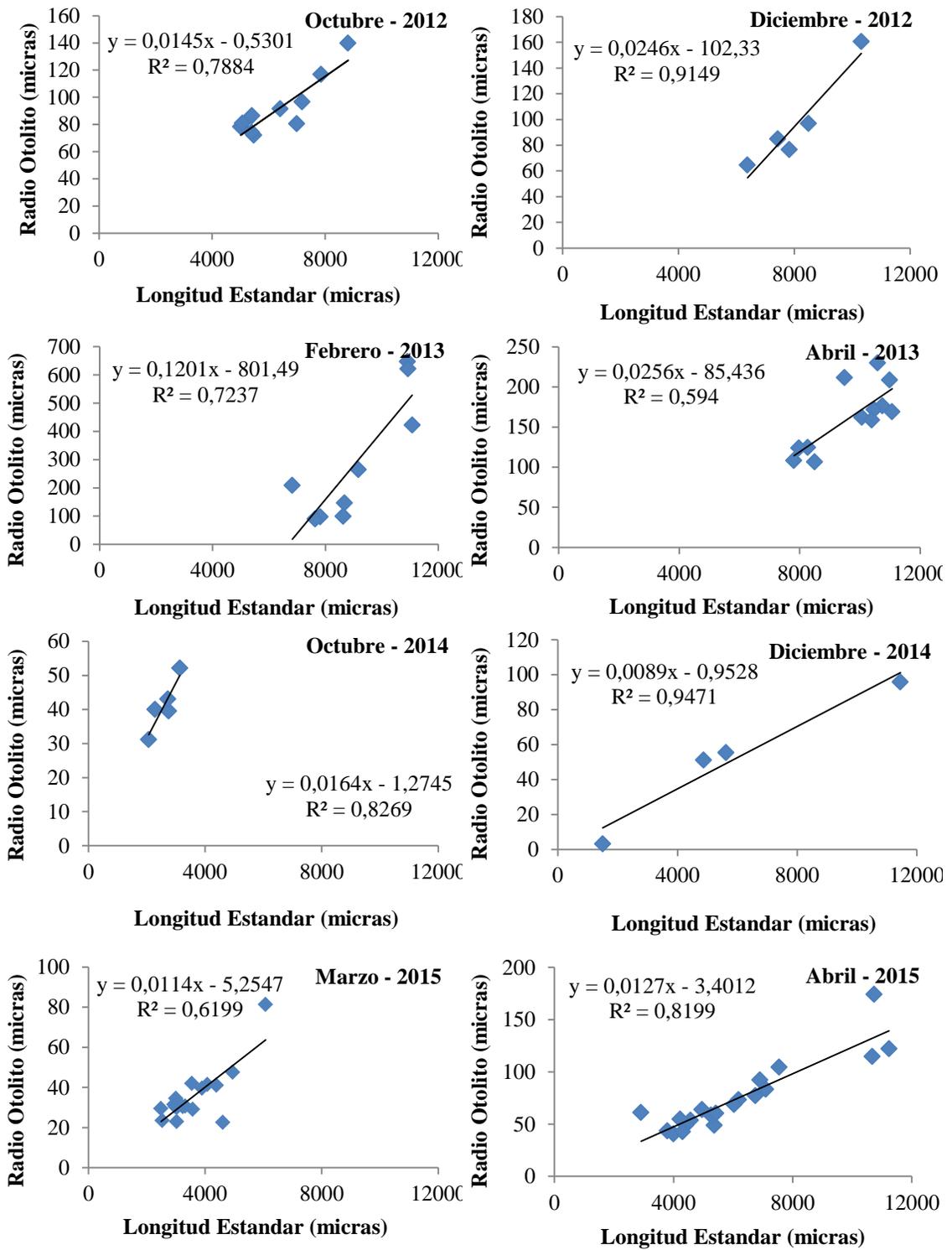


Figura 9. Relación longitud estándar y radio de los otolitos de *B. cantori*

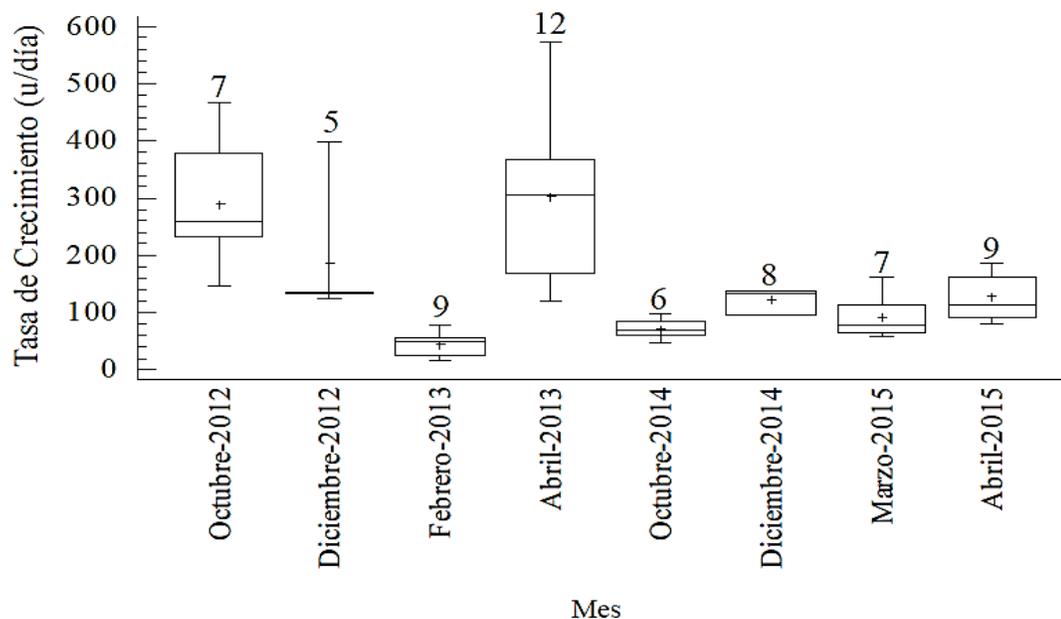


Figura 10. Tasas de crecimiento de *B. cantori* por mes, n = número de otolitos analizados.

En este trabajo se encontró que *B. 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 que dificulta la alimentación de esta especie en este periodo particular del año.

La figura 11 muestra la tasa de crecimiento poblacional de la especie de baclete *Bregmacero cantori* en la cual el modelo que mejor explica la longitud estándar estimada a partir de una edad determinada es $L_s = (152,88 * \text{Edad}) - 235,48$, entendiéndose que “a” representa la longitud que debió tener la larva a la edad cero “0”, esta 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%, indicando que aproximadamente un 18% de la variabilidad de los datos no está siendo explicado por este modelo; sin embargo, 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.

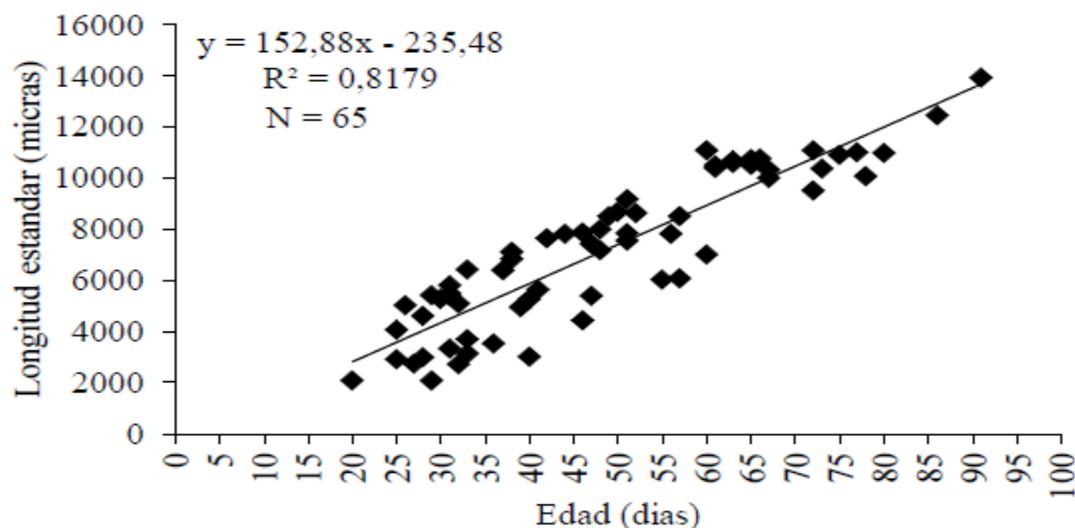


Figura 11. Tasa de crecimiento poblacional de *B. cantori*, entre el periodo 2012-2015 en la fosa de Cariaco, Venezuela.

En cuanto a la fase de crecimiento exponencial de la especie se pudo observar un aumento en el grosor de los anillos de crecimiento 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 (Figura 12).

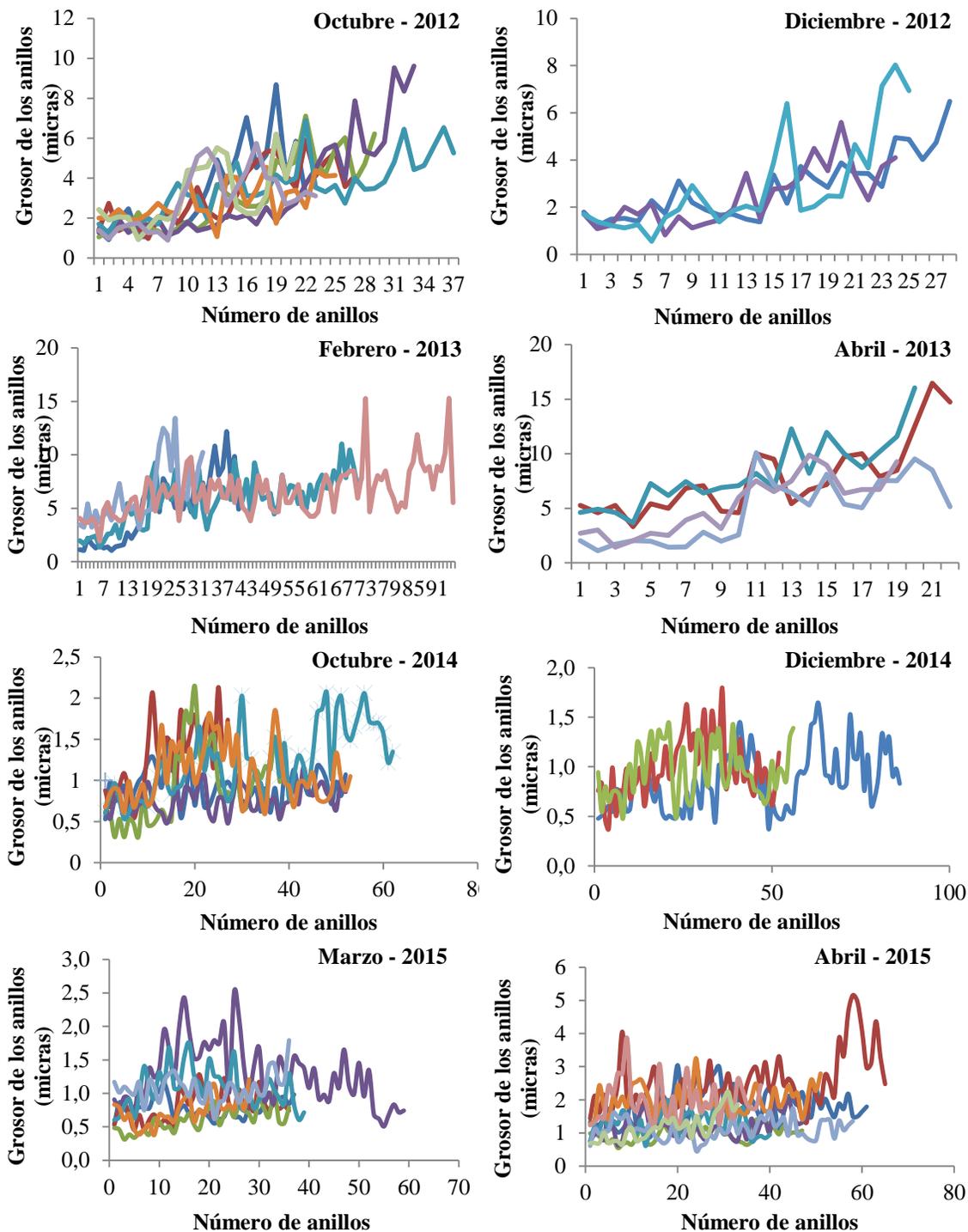


Figura 12. Variación del grosor de los anillos de crecimiento diario de ejemplares de *B. cantori* por mes.

Igualmente se pudo apreciar diferencias altamente significativas ($KW=1469,26$; $p=0,00001$) para el grosor promedio de los microincrementos en la fase exponencial de crecimiento. Se evidencia la formación de cinco grupos: el primer grupo corresponde a meses que presentaron las menores medias de incremento del grosor de los anillos diarios (diciembre 2014, marzo 2015 y octubre 2014), el segundo corresponde al mes de abril 2015, el tercero grupo representado por diciembre y octubre de 2012, el cuarto grupo al mes de febrero 2013 y el quinto grupo a abril 2013 donde se presentaron las mayores medias de grosor de los anillos. La Figura 13 muestra el menor grosor promedio de los microincrementos en los meses de diciembre 2014 y marzo 2015 ($0,90$ y $0,94$ μm , respectivamente), mientras que para abril 2013 se muestra el valor mayor con $6,78$ μm , seguido por $5,04$ μm en el mes de febrero 2013.

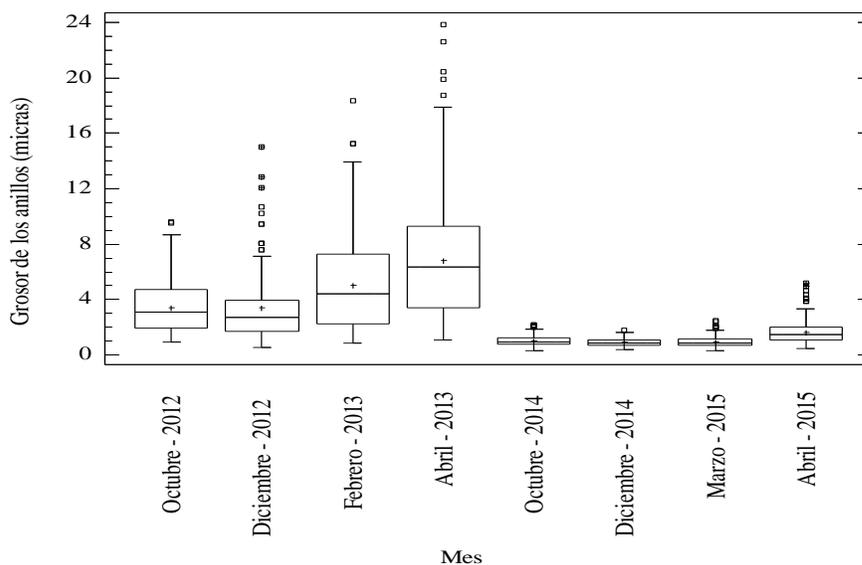


Figura 13. Grosor promedio de los anillos de crecimiento diario de *B. cantori* por mes. n = número de otolitos analizados.

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 para 2012 a 2015, que podría estar influenciado por cambios ambientales en la

temperatura del agua. Dado a que el aumento de temperatura puede afectar fuertemente la tasa fisiológica de los peces en diferentes vías, tales como a través de su metabolismo, consumo de presas y crecimiento (Kitchell *et al.*, 1977, Brandt, 2002), así como consumo y pastoreo (Persson, 1986) y selección de hábitat y distribución espacial (Brant, 1993) entre otros, los datos obtenidos en *B. cantori* pueden estar reflejando la posibilidad de este efecto al disminuir estas variables en el transcurso del muestreo. La performance del crecimiento postlarvario en aguas altamente estables que caracterizan el medio oceánico de la fosa pudiese estar dando indicios de un cambio incipiente inducido por una variación térmica interanual. Las evidencias de subida de la temperatura del agua en la Fosa (Taylor *et al.*, 2012) permite suponer la posibilidad de este efecto en aguas de la Fosa de Cariaco.

La influencia del aumento de la temperatura ambiental sobre estas especies 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* utilizado 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 via alteraciones en alimentación inicial de *B. cantori*. La población larvaria dependería para un 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).

En relación a la temperatura del agua a los 55 metros de profundidad, esta presentó diferencias estadísticas entre 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 $21,31\pm 0,47$ °C, y los mayores valores de la temperatura en el periodo de calma, fluctuando de 23,39 hasta 24,73 °C, con promedio de $24,22\pm 0,43$ °C. Al relacionar la tasa de crecimiento con la temperatura (Periodos climáticos), se observó la existencia de una fuerte correlación y 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.

BIBLIOGRAFIA

- Aceves-Medina, G., S. Jiménez-Rosenberg, A. Hinojosa-Medina, R. Funes-Rodríguez, R. Saldierna-Martínez & P. Smith. 2004. Fish larvae assemblages in the Gulf of California. *J Fish Biol.* 65: 832-847.
- Aceves-Medina, G. 2003. Grupos de larvas de peces recurrentes en la costa occidental de Baja California Sur y región central del Golfo de California. Tesis de Grado de Doctor en Ciencias Marinas. Instituto Politécnico Nacional, Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, Departamento de Plancton y Ecología Marina, La Paz. 197 pp.
- Álvarez, L. 1976. Contribución al estudio del ciclo de vida de *Mugil curema* Valenciennes in Cuvier et Valenciennes, 1836 (Pisces: Mugilidae). *invest. mar.*, 28: 130.
- Araya, M. & L. Cubillos. 2002. The retrospective analysis of the growth in fish and their associated problems. *Gayana (Concepción)*, 66: 161-179.
- 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. *Memoria Sociedad de Ciencias Naturales La Salle*, 149: 61-72.
- Athearn, W. 1965. Sediment cores from the Cariaco Trench, Venezuela. Woods Hole Oceanographic Institution, Massachusetts. *Technical Report. Ref N° 65- 37.*
- 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. *Boletín del Instituto Oceanográfico de 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. *Boletín del Instituto Oceanográfico de Venezuela*, 45: 41-49.
- Barkman, R. 1978. The use of otolith growth rings to age young Atlantic silversides, *Menidia menidia*. *Transactions of the American Fisheries Society*, 107: 790-792.
- Beltrán-León, B. & R. Ríos. 2000. *Estadios tempranos de peces del Pacífico colombiano*. Tomos I y II. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura INPA. Buenaventura-Colombia.
- Beltrán, A., J. Sánchez & G. Valdez. 2010. Edad y crecimiento de la mojarra *Oreochromis aureus* (Pisces: Cichlidae) en la Presa Sanalona, Sinaloa, México. *Revista de Biología Tropical*, 58(1): 325- 338.
- Beverton, R. & S. Holt. 1957. On the dynamics of exploited fish populations. Fishery Investigations. Volume 19 (London: H. M. Stationery off.).
- Blaxter, J. 1974. *Introduction*. In: J. Blaxter (Ed.). *The early life history of fish*. Springer-Verlag Berlin, pp. v-vi.
- Blaxter, J. 1984. Introduction. Ontogeny, Systematics of Fishes. *American Society of Ichthyologists and Herpetologists*. Special publication Number 1. La Jolla, California, pp. 1-6.
- Brander, K. 1995. The effect of temperature on growth of Atlantic cod (*Gadus morhua* L.). *ICES Journal of Marine Science*, 52(1): 1-10.
- Brandt, S., D. Mason, M. McCormick, B. Lofgren, S. Hunter, & J. Tyler. 2002. Climate Change: Implications for Fish Growth Performance in the Great

- Lakes. *American Fisheries Society Symposium*, 32: 61-76, 2002.
- 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. Sánchez. 2010. Larval and juvenile growth of two Patagonian small pelagic fishes: *Engraulis anchoita* and *Sprattus fuegensis*. *Revista de Investigación y Desarrollo Pesquero*, 20: 35-50.
- Bystydzińska, 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. *Environmental Biology of Fishes*, 89: 493-503.
- Campana, S. & C. Jones. 1992. *Analysis of otolith microstructure data*. En D. K. Stevenson and S. E. Campana (eds.). Otolith microstructure examination and analysis. p. 73-100. *Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences*, 117.
- Campana, S. & J. Neilson. 1985. Microstructure of fish otoliths. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 42: 1014-1032.
- Campana, S. & S. Thorrold. 2001. Otoliths, increments, and elements: keys to a comprehensive understating of fish populations? *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 58: 30-38.
- Carlander, K. 1974. Difficulties in ageing fish in relation to inland fisheries management. pp. 200–205. En: T. B. Bagernal (ed.) *The ageing of fish*, Unwin Brothers Ltd., The Gersham Press, Old Working, Surrey, England.
- Cellamare, M. & A. Gómez. 2007. Alimentación de la sardina *Sardinella aurita* (Clupeidae) en el sureste de la Isla Margarita, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela*, 46 (1): 3-11.
- Clancey, J. 1956. A contribution to the life history of fish, *Bregmaceros atlanticus*

- Goode and Bean, from the Florida Current. *Bull. Mar. Sci.*, 3: 233-260.
- Cowen, R., S. Sponaugle, C. Paris, J. Fortuna, K. Lwiza & S. Dorsey. 2003. *Impact of North Brazil Current rings local circulation and coral reef fish recruitment to Barbados, West Indies*. En: Interhemispheric water exchange in the Atlantic Ocean. Goñi, G. y Rizzoli, P. (eds.). Elsevier, Amsterdam. Págs. 443-469.
- 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. *Journal of Plankton Research*, 31:235–247.
- Doyle, M., W. Morse & A. Kendall. 1993. A comparison of larval fish assemblages in the temperate zone of the northeast Pacific and northwest Atlantic oceans. *Bull. Mar. Sci.*, 53(2): 588-644.
- Fagetti, E. 1975. *Observaciones y recomendaciones resumidas*. En: Documentos técnicos de la UNESCO sobre ciencias del mar. Informe del seminario de las CICAR sobre Ictioplancton. Paris, pp. 30-32.
- Fahay, M. 1983. Guide to the early stages of marine fishes occurring in the Western North Atlantic Ocean, Cape Hatteras to the Southern Scotian Shelf. *J. Northwest. Atl. Fish Sci.*, 4: 1-423.
- Fahay, M. 2007. Early stages of fishes in the western north Atlantic Ocean. Northwest Atlantic Fisheries Organization, Dartmouth, Nova Scotia, Canada, 1696 p.
- Flores-Coto, C., M. Espinosa-Fuentes, F. Zavala-García & L. Sanvicente-Añorve. 2009. Ictioplancton del sur del Golfo de México. Un compendio. *Hidrobiológica*, 19(1): 49-76
- Folkvord, A., R. Koedijk, V. Lokøy & A. Imsland. 2010. Timing and selectivity of mortality in reared Atlantic cod revealed by otolith analysis. *Environmental Biology of Fishes*, 89: 513–519.

- Fuiman, L. & R. Werner. 2002. Fishery Science. The unique contributions of early life stages. Blackwell Science. Oxford, UK. 325 p.
- Fukuoka, J. & A. Ballester. 1963. Un análisis de las condiciones hidrográficas del Mar Caribe. *Memoria Sociedad de Ciencias Naturales La Salle*, 23(65): 132-142.
- Gómez, A., 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. Venezuela*, 28(1-2): 35-45.
- González, L. 1977. Aspectos técnicos de preparación de otolitos para estudios de edad de algunas especies del género *Cynoscion* (Pisces: Sciaenidae). *Lagena*, 39-40: 43-48.
- Gray, C. & A. Miskiewicz. 2000. Larval fish assemblages in south east Australian coastal waters: Seasonal and spatial structure. *Est. Coast. Shelf Sci.*, 50: 549-570.
- Greig-Smith, P. 1983. Quantitative plant ecology. 3 ed. University of California Press. Berkeley. California. USA. p164
- 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.
- Hewitt, R. 1981. Eddies and speciation in the California Current. *CalCOFI Rep.*, 22:96-98.
- Hewitt, R. 1981. The value of pattern in the distribution of young fish. *Reun. Cons. Int. Explor. Mer.* 178: 229-236.
- Hjort, J. 1914. Fluctuations in the great fisheries of northern Europe viewed in light

- of biological research. *Rapp. Proc.-Verb. Reun. Cons. Int. Explor. Mer.* 108: 1-8.
- Hollister, G. 1974. Clearing and dyeing fish for bone study. *Zoologica*, 12 (10): 89-101.
- Houde, E. & J. Lovdal. 1984. Seasonally of occurrence, foods and food preferences of ichthyoplankton in Biscayne Bay, Florida. *Estuar. Coast. Shelf Sci.* 18(4): 403-419.
- Houde, E. 1981. Distribution and abundance of four types of codlet (Pistes: Bregmacerotidae) larvae from the eastern Gulf of Mexico. *Biol. Oceanogr* 1:81-104.
- Houde, E. 1984. Bregmacerotidae: development and relationships. In: H.G. Moser, W.J. Richards, D.M. Cohen, M.P. Fahay, A.W. Kendall, Jr. and S.L. Richardson (eds.), *Ontogeny and Systematics of Fishes. Amer. Soc. Ichthyol. Herpetol*, (1), 760 pp.
- Hunter, J. 1981. *Feeding Ecology and Predation of Marine Fish Larvae*. En: Lasker, R. 1981. *Marine Fish Larvae: Morphology, ecology and relation to fisheries*. Washington sea grant program. 131 p.
- Iglesias, M., E. Brothers & B. Morales-Nin. 1997. Validation of daily increment deposition in otoliths. Age and growth determination of *Aphia minuta* (Pisces: Gobiidae) from the northwest Mediterranean. *Marine Biology*, 129: 279-287.
- Iles, T. & M. Sinclair. 1982. Atlantic herring: stock discreteness and abundance. *Science*, 215: 627-633.
- Jones, C. 1986. Determining age of larval fish with the otolith increment technique. *Fishery Bulletin*, 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. *Nature Methods*, 7: 637-642.
- Kendall, A. & A. Matarese. 1994. Status of early life history descriptions of marine teleosts. *Fishery Bulletin*, 92: 725-736.
- Krebs, C. 1989. Ecological Methodology: The Experimental Analysis of Distribution and Abundance. Harper & Row, Nueva York, USA. p 654
- Kitchell, J., D. Stewart & D. Weininger. 1977. Applications of a bioenergetics model to yellow perch (*Perca flavescens*) and walleye (*Stizostedion vitreum*). *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*, 34: 1922-1935.
- Laroche, J., S. Richardson & A. Rosenberg. 1982. Age and growth of a pleuronectid, *Parophrys vetulus*, during the pelagic larval period in Oregon coastal waters. *Fishery Bulletin, U.S.* 80: 93-104.
- Lasker, R. 1981. *The role of a stable ocean in larval fish survival and subsequent recruitment*, 80-88 pp. En: R. Lasker (ed.), Marine fish larvae. Morphology, Ecology and relation to fisheries. University of Washington Press, USA. 131p.
- Leis, J. 1993. Larval fish assemblages near Indo-Pacific coral reefs. *Bull. Mar. Sci.*, 53(2): 362-392.
- Llano, M., J. Cárdenas, L. Mayz, P. Guevara & A. Armas. 1991. Elementos biogénicos de los sedimentos de la Fosa de Cariaco y los recursos ícticos del nororiente venezolano. *Mem. Fund. La Salle Cien. Nat.*, 51(135-136): 57-72.
- Lough, R., M. Pennington, G. Bolz & A. Rosenberg. 1982. Age and growth of larval Atlantic herring, *Clupea harengus* L., in the Gulf of Maine Georges Bank Region, based on otoliths growth increments. *Fishery Bulletin*, 80: 187-199.
- Luzuriaga-Cruz, M. 2009. Distribución espacio-temporal del ictioplancton y zooplancton marino en las Islas Galápagos, Ecuador (1988 –2001). *Acta Oceanográfica del Pacífico*, 15(1): 97-119.

- 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. *Fishery Bulletin*, 101: 802-821.
- Marín, B., T. Allen, M. Balza, R. Tavares, A. Barrios, E. Villarroel & W. Velásquez. 2010. Determinación del crecimiento post-larvario del tinícalo *Xenomelaniris brasiliensis* (Quoy y Gaimard) (Pisces: Atherinidae) utilizando el análisis de sus otolitos. *Boletín del Instituto Oceanográfico de Venezuela*, 49(1): 17-22.
- Matsuura, Y. & M. Olivar. 1999. *Fish larvae*. En: South Atlantic zooplankton. D. Boltovskoy (ed). Tomo II. Backhuys publishers, Leiden, the Netherlands. Págs: 1445 – 1496.
- May, R. 1974. *Larval mortality in marine fishes and the critical period concept*. En: Blaxter J. H. S. (Ed). *The early life history of fishes*. Springer-Verlag, New York, 3-19 p.
- Menni, R. 1983. *Los peces en el medio marino*. Estudio Sigma, Buenos Aires, 169 pp.
- Miller, P., L. Watson & B. Leis. 1979. An atlas of common nearshore marine fishes larvae of the Hawaiian Island. *Sea Grant Miscellaneous Report*, 80-82.
- Milliken, D. & E. Houde. 1984. A new species of Bregmacerotidae (Pistes), *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? *Marine Biology*, 158: 21-30.
- Moksness, E. 1992. Otolith microstructure: a new method in recruitment studies and management of herring (*Clupea* sp.). Trabajo para ascender a la categoría de

Profesor Asociado. Departamento de Pesquería y Biología Marina de la Universidad de Bergen, Bergen, Norway.

- Moltschaniwskyj, N. & M. Cappelletti. 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: Green BS, Mapstone BD, Carlos G and Begg GA Tropical Fish Otoliths: Information for Assessment, Management and Ecology, 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. *Revista de Biología Tropical*, 58(1): 299-310.
- Morales-Nin, B. 1987. Métodos de determinación de la edad de los osteictios en base a estructuras de crecimiento. *Información Técnica de Investigación Pesquera*, 143: 3-30.
- Morales-Nin, B. 1991. Parámetros biológicos del salmonete de roca *Mullus surmuletus* (L. 1758), en Mallorca. *Boletín del Instituto Español de Oceanografía*, 7(2), 139-147.
- Morales-Nin, B. 2000. Review of the growth regulation processes of otolith daily increment formation. *Fisheries Research*, 46: 53-67.
- Moser, H. & P. Smith. 1993. Larval fish assemblages in the California Current region and their horizontal and vertical distributions across a front. *Bull. Mar. Sci.*, 53(2): 645-691.
- Moser, H., W. Richards, D. Cohen, M. Fahay, A. Kendall & S. Richardson. 1984. Ontogeny and systematic of fishes. *American Society of Ichthyologists and Herpetologists*, 1: 350.
- 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.

- Muhling, B., L. Beckley & M. Olivar. 2007. Ichthyoplankton assemblage structure in two meso-scale Leeuwin Current eddies, eastern Indian Ocean. *Deep-Sea Research II* 54(8-10): 1113-1128.
- Okuda, T., J. Benitez, J. Sellier de Civieux, J. Fukuoka & B. Gamboa. 1974. Revisión de los datos oceanográficos en el Mar Caribe suroriental, especialmente en el margen continental de Venezuela. Cuadernos Azules No. 15. Publicaciones de la III Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar. Caracas, 177 p.
- Palomares-García, R. & R. Vera-Alejandre, 1995. Predation upon larvae on Pacific sardine *Sardinops sagax* by cyclopoid copepods. *J. Crustacean Biol.* 15(1):196-201.
- Pannella, G. 1971. Fish otoliths, daily growth layers and periodical patterns. *Science*, 173: 1124-1127.
- Pannella, G. 1974. *Otolith growth patterns: An aid in age determination in temperate and tropical fishes*. En: T. B. Bagenal (editor), *The ageing of fish*, p. 28-39. Unwin Brothers, La., Surrey.
- Pannella, G. 1980. *Growth patterns in fish sagittae*. En D. C. Rhoads and R. A. Lutz (editors), *Skeletal growth of aquatic organisms. Biological records of environmental change*, p. 619- 660. Plenum Press, N.Y. and Lond.
- Persson, L. 1986. Temperature-induced shift in foraging ability in two fish species, roach (*Rutilus rutilus*) and perch (*Perca fluviatilis*): implications for coexistence between. *Journal of Animal Ecology*, 55: 829-839.
- Pielou, E. 1966. The measurement of diversity in different types of biological collections. *J Theor Biol.*, 13: 131-144
- Popper, A. 2003. Effects of anthropogenic sound on fishes. *Fisheries*, 28: 24–31.

- 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-American Journal of Aquatic Sciences*, 4(3): 259-266.
- Quignard, J. & H. Farrugio. 1981. *Age and growth of grey mullet*. En: O.H. Oren (ed.), *Aquaculture of Grey Mulletts*. Cambridge University Press, Cambridge, 507 pp.
- 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. *Ciencias Marinas*, 32(3): 559-567.
- Richards, F. & R. Vaccaro. 1956. The Cariaco Trench, an anaerobic basin in the Caribbean Sea. *Deep-Sea Research*, 3(3): 214-228.
- 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.
- Richards, W., M. McGowan, T. Leming, J. Lamkin & S. Kelley. 1993. Larval fish assemblages at the loop current boundary in the Gulf of Mexico. *Bull. Mar. Sci.*, 53(2): 475-537.
- 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 Research*, (7): 163-182.
- Ricker, W. 1975. *Computation and Interpretation of Biological Statistics of Fish Populations*. Bulletin of the Fisheries Research Board of Canada, No 119. Ottawa.
- Russell, F. 1976. *The eggs and planktonic stages of british marine fishes*. Academic Press London. 524 p.

- Sabatini, M. 2004. Características ambientales, reproducción y alimentación de la Merluza (*Meluccius hubbsi*) y la Anchoíta (*Engraulis anchoita*) en su hábitat reproductivo patagónico. Síntesis y perspectivas. *Revista de investigación de desarrollo pesquero*, 16: 5-25.
- Saksena, V. & W. Richards. 1986. A new species of gadiform fish, *Bregmaceros houdei*, from the western North Atlantic. *Bull. Mar. Sci.*, 38(2): 285-292.
- Sassa, C., K. Kawaguchi, Y. Hirota & M. Ishida. 2004. Distribution patterns of larval myctophid fish assemblages in the subtropical-tropical waters of the western North Pacific. *Fisheries Oceanography*, 13(4): 267-282.
- Secor, D., J. Dean, & E. Laban. 1992. *Otolith removal and preparation for microstructural examination*. En: Otolith microstructure examination and analysis. Stevenson, D. y Campana, S. (eds.). *Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences*, 117: 73-100.
- Shin, Y. & M. Rochet. 1998. A model for the phenotypic plasticity of North Sea herring growth in relation to trophic conditions. *Aquatic Living Resources*, 11: 315-324
- Silva-Segundo, C., R. Funes-Rodríguez, M. Hernández-Rivas, E. Ríos-Jara, E. Robles-Jarero & A. Hinojosa-Medina. 2008. Asociaciones de larvas de peces en relación a cambios ambientales en las Bahías Chamela, Jalisco y Santiago-Manzanillo, Colima (2001-2002). *Hidrobiológica*, 18(1): 89-103
- Smith, K., M. Gibbs, J. Middleton & I. Suthers. 1999. Short term variability in larval fish assemblages of the Sidney shelf: tracers of hydrographic variability. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 178(1-5): 3-15.
- Smith, P. 1981. *Fisheries on coastal pelagic schooling fish*. p.1-31. En: Lasker, R. (Ed). Marine fish larvae. Morphology, Ecology and relation to fisheries. University of Washington Press, USA.

- Sokal, R. & F. Rohlf. 1997. Biometry. The Principles and Practice of Statistics in Biological Research. 3a ed. Freeman. New York, EEUU. 887 pp.
- Sokal, R. & F. Rohlf, 1995. Biometry. The principles and practice of statistics in biological research. Tercera edición. Freeman, New York, EEUU.
- Sponaugle, S., J. Llopiz, L. Havel & T. Rankin. 2009. Spatial variation in larval growth and gut fullness in a coral reef fish. *Marine Ecology Progress Series*, 383: 239–249.
- Sponaugle, S., K. Walter, K. Denit, J. Llopiz & R. Cowen. 2010. Variation in pelagic larval growth of Atlantic billfishes: the role of prey composition and selective mortality. *Marine Biology*, 157: 839-849.
- Stevenson, D. & S. Campana. 1992. Otolith microstructure examination and analysis. *Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences*, 117: 1-126.
- Tavares, R. 2001. Estudio sobre Biodiversidad de Tiburones en el Parque Nacional Archipiélago de los Roques (Segunda Etapa). Informe Técnico N° 2001-0074. Oficina Nacional de Diversidad Biológica/MARN. Caracas, Venezuela. 76 pp.
- 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. *PNAS.*, Vol. 109, no. 47, 19315–19320.
- Teixeira Bonecker, A., M. Katsuragawa, M. Salustiano, E. Araújo, C. Pereira & M. Zani-Teixeira. 2012. Larval fish of the Campos Basin, southeastern Brazil. *Check List*, 8(6): 1280–1291.
- Thorrold, S. & D. Williams. 1989. Analysis of otolith microstructure to determine growth histories in larval cohorts of tropical herring (*Herklotsichthys castelnaui*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 46: 1615-1624.

- Vlymen, W. 1977. A mathematical model of relationship between larval anchovy (*Engraulis mordax*) growth, prey microdistribution, and larval behavior.
- Volk, E., R. Wissmar, C. Simentad & D. Eggers. 1984. Relationship between otolith microstructure and the growth of juvenile chum salmon (*Oncorhynchus keta*) under different prey rations. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 41: 126-133.
- Witting, T., K. Able & M. Fahay. 1999. Larval fishes of a middle Atlantic Bight estuary: assemblage structure and temporal stability. *Can. J. Fish Aquat. Sci.*, 56: 222-230.
- Zavala-García, F. & C. Flores-Coto. 1994. Abundancia y distribución de larvas de Bregmacerotidae (Pisces) en la Bahía de Campeche, Mexico. *Ciencias Marinas*, 20(2): 219-241.

HOJA DE METADATOS

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso -1/6

Título	Estructura comunitaria del ensamblaje de larvas de peces en la Fosa de Cariaco, y algunos aspectos poblacionales de <i>Bregmaceros cantori</i> (Milliken & Houde, 1984).
Subtítulo	

Autor (es)

Apellidos y Nombre	Código CVLAC /e-mail	
Núñez Peñalver, José Gregorio	CVLAC	14.670.664
	e-mail	jgnp31@gmail.com
	e-mail	

Palabras o frases claves:

Ictioplancton, comunidad, Fosa de Cariaco, Edad, Crecimiento, Bacaete

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso -2/6

Líneas y sublíneas de investigación:

Área	Subárea
Ciencias	Biología

Resumen (abstract):

Las evaluaciones ictioplanctónicas dan a conocer las especies que se encuentran en un área, así como analizar las fluctuaciones de sus abundancias, y sus parámetros poblacionales que permitirán inferir a futuro el comportamiento pesquero de las especies. Particularmente, los Bregmaceridos, sin ser una especie comercial, se encuentran entre las diez familias más abundantes, entre aguas neríticas y oceánicas con una reconocida migración vertical única en aguas anóxicas. Con el fin de estudiar la estructura de la comunidad ictioplanctónica y evaluar aspectos poblacionales de *Bregmaceros cantori* de la fosa de Cariaco; se realizaron ocho campañas a bordo del buque oceanográfico HNO.GUINES, en la estación del Proyecto CARIACO, entre los años 2012 y 2015, aplicando muestreos diurnos y nocturnos. Los ejemplares se capturaron utilizando una red modelo Bongo de 75 cm de diámetro de boca, equipada con dos mangas (una de 333 μm y otra de 555 μm). Los calados se realizaron de manera oblicua, durante 15 minutos a una profundidad de 50 m aproximadamente. Las muestras fueron colocadas en formol al 5% hasta su procesamiento en el laboratorio. Solo las larvas de *B. cantori*, 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 identificaron 82 taxa, a nivel de familia 11, de género 35, de especies 35, y uno como no identificado. Se contabilizaron 6167 larvas, encontrándose durante la noche el 54,63% y para el día el 45,37%. Siendo en Octubre de 2012 donde se encontró el mayor número de larvas (1076 larvas), y en diciembre de 2014 el valor mínimo (92 larvas). Las familias más representativas fueron: Carangidae, Sparidae y Serranidae, y las especies con mayor número de organismos fueron *Bregmaceros cantori*, *Diaphus tangini*, Gobiidae sp., *Sardinella aurita*, *Diaphus* sp., *Caranx* sp. y *Auxis thazard*. Para la diversidad y la equitabilidad en horas diurnas, se observó una disminución al comienzo de la época de surgencia ($H' = 1,58$ bits/ind, $J' = 0,37$), los valores más altos se alcanzan en la época de estratificación de las aguas ($H' = 3,59$ bits/ind y $J' = 0,79$). Para horas de la noche los valores más altos del índice de diversidad y equitabilidad se observaron en octubre de 2012 ($H' = 3,40$ bits/ind y $J' = 0,66$), y el valor más bajo en el mes de julio de 2013 ($H' = 1,67$ bits/ind y $J' = 0,42$). En total se capturaron 1770 individuos de *B. cantori* en

diferentes fases de desarrollo ontogénico, su abundancia mensual fluctuó entre 439 indiv. Para febrero-2013 y 8 indiv. para diciembre-2014, con promedio de 220 ± 124 individuos. Sus tallas estuvieron comprendidas entre los 1110,67 y 22000,00 μm Ls, con promedio general de $3805,43 \pm 1987,53$ μm Ls. El rango de tallas que más se repitió fue entre los 3000 a 5000 μm de Ls. Las edades estuvieron comprendidas entre 18 y 95 días, promediando $44,93 \pm 17,33$ días de nacidas. La ecuación que representa la relación que existe entre la longitud y su peso es $P = 2e^{-12Ls^{2,376}}$, ($R^2=0,86$; $n=1770$), presentando un crecimiento de tipo alométrico minorante, $b < 3$ ($Ts = -15,85$; $p < 0,001$). Se observó una relación positiva entre el crecimiento en tallas y el incremento del tamaño del otolito, es decir, a medida que crecen los individuos también va aumentando el diámetro del otolito. Igualmente se observaron diferencias estadísticas para la tasa de crecimiento de la especie por campaña (KW=44,1303, $p = 2,01643E^{-7}$), mostrando para febrero-2013 la menor tasa de crecimiento promedio retrocalculada de la especie, con 43,59 $\mu\text{m}/\text{día}$, y un aumento de la misma en abril-2013, con 302,10 $\mu\text{m}/\text{día}$. La tasa de crecimiento poblacional se determinó por medio de la ecuación $Ls = (152,88 * \text{Edad}) - 235,48$, representando el valor de la pendiente (152,88 μm), la longitud estándar que debió poseer los individuos al nacer (edad cero). En relación a la temperatura del agua a los 55 metros de profundidad, presentó diferencias estadísticas entre los periodos de surgencia y calma (K-W=40,3741; $p = 2,0970E^{-10}$), observándose una fuerte correlación entre esta 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, siendo el caso contrario cuando la temperatura baja en la época de surgencia. *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: Ictioplancton, comunidad, Fosa de Cariaco, Edad, Crecimiento, Bacaete

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso -3/6

Contribuidores:

Apellidos y Nombre	ROL / Código CLAC / e-mail									
Núñez Peñalver, José Gregorio	ROL	CA		A	X	TU		JU		
	CVLAC	14.670.664								
	e-mail	Jgnp31@gmail.com								
Elizabeth Méndez de Elguezabal	ROL	CA		A		TU		JU	X	
	CVLAC									
	e-mail									
Thays Coromoto Allen	ROL	CA		A		TU		JU	X	
	CVLAC									
	e-mail									
Baumar José Marín Espinoza	ROL	CA		A		TU		JU	X	
	CVLAC									
	e-mail									

Fecha de discusión y aprobación:

Año Mes Día

2020	marzo	02
------	-------	----

Lenguaje: spa

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso -4/6

Archivo (s):

Nombre de archivo	Tipo MIME
Asistente-Núñez.Doc	Application/Word

Alcance:

Espacial: Nacional (Opcional)

Temporal: Temporal (Opcional)

Título o Grado asociado con el trabajo: TRABAJO DE ASCENSO A LA CATEGORÍA DE PROFESOR ASISTENTE.

Nivel Asociado con el Trabajo: PROFESOR ASISTENTE

Área de estudio: Biología

Institución (es) que garantiza (n) el Título o Grado:

Universidad de Oriente

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso -5/6



UNIVERSIDAD DE ORIENTE
CONSEJO UNIVERSITARIO
RECTORADO

CUN°0975

Cumaná, 04 AGO 2009

Ciudadano
Prof. JESÚS MARTÍNEZ YÉPEZ
Vicerrector Académico
Universidad de Oriente
Su Despacho

Estimado Profesor Martínez:

Cumplo en notificarle que el Consejo Universitario, en Reunión Ordinaria celebrada en Centro de Convenciones de Cantaura, los días 28 y 29 de julio de 2009, conoció el punto de agenda **"SOLICITUD DE AUTORIZACIÓN PARA PUBLICAR TODA LA PRODUCCIÓN INTELECTUAL DE LA UNIVERSIDAD DE ORIENTE EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UDO, SEGÚN VRAC N° 696/2009"**.

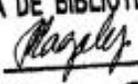
Leído el oficio SIBI - 139/2009 de fecha 09-07-2009, suscrita por el Dr. Abul K. Bashirullah, Director de Bibliotecas, este Cuerpo Colegiado decidió, por unanimidad, autorizar la publicación de toda la producción intelectual de la Universidad de Oriente en el Repositorio en cuestión.

La publicación que hago a usted a los fines consiguientes.

Cordialmente,


JUAN A. BOLANOS CUNELES
Secretario



UNIVERSIDAD DE ORIENTE
SISTEMA DE BIBLIOTECA
RECIBIDO POR 
FECHA 5/8/09 HORA 5:20

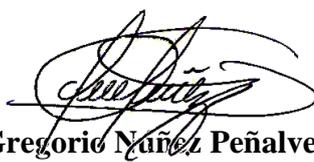
C.C: Rectora, Vicerrectora Administrativa, Decanos de los Núcleos, Coordinador General de Administración, Director de Personal, Dirección de Finanzas, Dirección de Presupuesto, Contraloría Interna, Consultoría Jurídica, Director de Bibliotecas, Dirección de Publicaciones, Dirección de Computación, Coordinación de Telemática, Coordinación General de Postgrado.

JABC/YOC/manja

Apartado Correos 054 / Teléf: 4008042 - 4008044 / 8008045 Telefax: 4008043 / Cumaná - Venezuela

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso -6/6

Artículo 41 del REGLAMENTO DE TRABAJO DE PREGRADO (vigente a partir del II Semestre 2009, según comunicación CU-034-2009): “Los trabajos de grados son de la exclusiva propiedad de la Universidad de Oriente, y solo podrá ser utilizado para otros fines con el consentimiento del Consejo de Núcleo respectivo, quien deberá participarlo previamente al Consejo Universitario, para su autorización”.



José Gregorio Núñez Peñalver
Autor