

**Research Article**

## **Uso de la zona de rompiente de playas arenosas por larvas de corvina (*Cynoscion* spp.), Provincia del Guayas, Ecuador**

**Solange Andrade-Vera<sup>1,4</sup>, Maria José Bonifaz<sup>1,2</sup>**

**Luis E. Domínguez-Granda<sup>2,3</sup> & José R. Marín-Jarrín<sup>1,2,4</sup>**

<sup>1</sup>Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL), Facultad de Ciencias de la Vida  
Campus Gustavo Galindo, Guayaquil, Ecuador

<sup>2</sup>Escuela Superior Politécnica del Litoral, ESPOL, Centro del Agua y Desarrollo Sustentable  
Campus Gustavo Galindo, Guayaquil, Ecuador

<sup>3</sup>Escuela Superior Politécnica del Litoral, ESPOL, Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas  
Campus Gustavo Galindo, Guayaquil, Ecuador

<sup>4</sup>Estación Científica Charles Darwin, Departamento de Ciencias Marinas, Puerto Ayora  
Isla de Santa Cruz, Galápagos, Ecuador

Corresponding author: Solange Andrade Vera (skandrad@espol.edu.ec)

**RESUMEN.** La zona de rompiente de playas arenosas presenta una alta diversidad faunística y es criadero para peces y crustáceos. Las corvinas (*Cynoscion* spp.) son peces eurihalinos de importancia comercial y ecológica cuyas larvas usan las zonas de rompiente, sin embargo su biología es poco conocida. Se determinó el uso de zonas de rompiente estudiando la presencia, densidad y crecimiento de larvas de corvina en una playa arenosa ecuatoriana adyacente al sistema estuarino más grande del oeste de Sudamérica y se exploró las relaciones de estos tres factores con las variables ambientales analizadas. Se colectaron larvas de peces durante tres fechas en época húmeda, utilizando un trineo hiperbentónico y se analizaron sus otolitos. Las corvinas representaron el 58,6% de las larvas colectadas (densidad media =  $8,97 \pm 10,17$  ind  $100 \text{ m}^{-2}$ ). El análisis de frecuencias de longitudes (2,3 a 7,9 mm longitud estándar, LE) determinó una distribución multimodal, sugiriendo que hubo varias cohortes de larvas que ingresaron a la playa habitándola durante varios días. La tasa de crecimiento reciente (últimos tres días) fue de  $0,42 \pm 0,12\%$  mm LE día<sup>-1</sup> y estuvo relacionada positivamente con la temperatura, oxígeno disuelto y densidades de corvina, sugiriendo que el número de corvinas en la zona de rompiente aumentó a medida que mejoran las condiciones para su crecimiento. Este estudio sugiere que las larvas de corvinas son las principales usuarias de la zona de rompiente de playas arenosas cercanas a desembocadura de ríos durante la época húmeda, donde ingresan por pulsos, atraídas por condiciones favorables para su crecimiento.

**Palabras clave:** *Cynoscion*, corvina, larvas de peces, otolitos, hiperbentos, playas arenosas, Ecuador.

## **Use of the surf zone of sandy beaches by croaker's larvae (*Cynoscion* spp.), Province of Guayas, Ecuador**

**ABSTRACT.** The surf zone of sandy beaches exhibits high faunal diversity and can be a nursery habitat for fish and crustacean. Croakers (*Cynoscion* spp.) are commercially and ecologically important euryhaline fishes whose larvae are found in the surf zone of sandy beaches; however, little is known about their biology. In this project, the use of surf zones was determined by studying the presence, density and growth of croaker larvae in an Ecuadorian surf zone adjacent to the largest estuarine system of western South America, and the relationship of these three factors with environmental variables explored. Fish larvae were collected during three days in the rainy season, using a hyperbenthic sledge and their otoliths analyzed. Croakers accounted for 58.6% of all larvae collected (mean density =  $8.97 \pm 10.17$  ind  $100 \text{ m}^{-2}$ ). Size frequency distribution analysis (2.3 to 7.9 mm standard length, SL) resulted in a multimodal distribution, suggesting there were several cohorts of larvae that entered the surf zone and some inhabited the surf zone for several days. Recent larval growth rate (last three

days) was  $0.42 \pm 0.12\%$  SL day<sup>-1</sup> and was positively related to water temperature, oxygen and croaker density, suggesting the number of croakers in the surf zone increased as growth conditions improved. Our study suggests that croaker larvae are the primary users of Ecuadorian surf zones adjacent to estuarine systems during the wet season, where they enter by pulses, attracted by better conditions for growth.

**Keywords:** *Cynoscion*, croaker, fish larvae, otoliths, hyperbenthosm, sandy beaches, Ecuador.

## INTRODUCCIÓN

Las playas arenosas son hábitats costeros altamente dinámicos controlados por procesos físicos (oleaje y corrientes) y geológicos (sedimentación, tamaño de partícula y transporte de sedimentos) (Cupul & Téllez, 1997). Estos hábitats están constituidos por dos ambientes: uno arenoso, ubicado desde la línea de la marea alta en la playa hasta más allá de la ruptura de las olas; y uno de agua en movimiento, que va desde la zona de rompiente hasta el límite externo de las celdas de circulación de la rompiente (McLachlan & Erasmus, 1983).

Durante muchos años la zona de rompiente fue considerada como un hábitat estructuralmente homogéneo. A partir de los años 70 y 80 se empezó a estudiar esta zona, fundamentalmente en la estructura, composición y abundancia faunística (McLachlan & Brown, 2006). Investigaciones recientes sugieren que ciertas variables ambientales, como temperatura del agua, salinidad, corrientes, concentración de oxígeno y precipitación, y la cercanía de otros hábitats, como ríos y esteros, pueden influenciar la composición y riqueza de las comunidades que habitan la zona de rompiente, creando hábitats heterogéneos y complejos. La influencia de las variables ambientales y hábitats circundantes pueden provocar que la composición de las comunidades de la zona de rompiente varíe espacialmente entre playas y a lo largo de una playa, y temporalmente entre mareas, estaciones y años (Clark, 1997; McLachlan, 2001; Domínguez-Granda *et al.*, 2004).

Los principales componentes de la fauna presente en la columna de agua de la zona de rompiente son los peracáridos, decápodos, picnogónidos, eufáusidos, copépodos, huevos y larvas de peces teleósteos (Munila *et al.*, 1998). Estas comunidades son similares en zonas templadas y tropicales e incluyen especies de importancia económica, pero generalmente en las zonas tropicales existe mayor densidad de individuos y riqueza de especies que en latitudes mayores (Domínguez-Granda *et al.*, 2004; Marín-Jarrín *et al.*, 2015). En el Ecuador, la fauna en la zona de rompiente incluye mysidos, anfípodos, copépodos, quetognatos, braquiuros, carideos, peneidos y peces (Domínguez-Granda *et al.*, 2004). Durante la época húmeda (enero a abril) (Cucalón, 1986, 1989; Montecino *et al.*, 2005), la fauna incluye larvas de varias especies de peces de importancia comercial, incluyendo la corvina (*Cynoscion* spp.)

(Marín-Jarrín *et al.*, 2015), género de peces en su mayoría eurihalinos perteneciente a la familia Sciaenidae. Alrededor del mundo, la zona de rompiente puede funcionar como un área importante de acumulación, ruta transitoria de larvas y juveniles de peces y como criadero donde la sobrevivencia es mayor que en otros hábitats (Lasiak, 1981, 1986; Senta & Kinoshita, 1985). Sin embargo, en Ecuador la importancia de la zona de rompiente para larvas de peces es aún desconocida.

Para estudiar la edad y crecimiento en los peces se pueden usar marcas de crecimiento estacionales que se forman en los tejidos duros (escamas, huesos, espinas, otolitos) (Williams & Bedford, 1974). Los otolitos son huesos del oído medio exclusivos de los peces óseos y están compuestos mayoritariamente por carbonato de calcio. El oído interno contiene tres pares de otolitos, denominados Sagitta, Asteriscus y Lapilli. Los Sagitta son a menudo los de mayor tamaño y son utilizados comúnmente para la determinación de edad y crecimiento (Muñoz, 2012).

La formación del otolito comienza con un núcleo central (Morales-Nin, 2000). A partir del núcleo, la mayoría de los peces producen un anillo diario en sus otolitos Sagitta desde la etapa larval hasta la adultez (Pannella, 1971; Brothers *et al.*, 1976; Miller & Storck, 1982; Barkman & Bengtson, 1987; Parsons & Peters, 1989; Karakiri & Westernhagen, 1989). El grosor y densidad de los anillos dependen a menudo de la tasa de crecimiento (Irie, 1960), así en los periodos de mayor crecimiento, los incrementos son gruesos y en aquellos de crecimiento lento son más finos (Gutiérrez & Morales-Nin, 1986). Las interpretaciones de esas estructuras están basadas en la hipótesis de que los incrementos o anillos de los otolitos son periódicos y que el cambio en el espesor es proporcional a la longitud del pez (Campana & Neilson, 1985). En algunas especies, los ritmos diurnos que dan lugar a la formación de incrementos o anillos regulares no pueden desarrollarse hasta más tarde en la vida de las larvas. Por lo tanto, es recomendable validar el número de incrementos para estimar la edad de las larvas (Geffen, 1992). Otros eventos en la ontogenia de los peces, tales como absorción del vitelo, eclosión, cambio de larva a juvenil, estrés, madurez gonadal, así como alteraciones ecológicas y fisiológicas pueden ser registrados en los otolitos como marcas o anillos más marcados (Brothers *et al.*, 1976; Radtke & Waiwood, 1980; Brothers & McFarland, 1981; Geffen, 1982; Campana, 1984;

Campana & Neilson, 1985; Gauldie, 1996; Modin *et al.*, 1996).

La familia de peces óseos Sciaenidae, comúnmente conocidos como corvinas, son de gran importancia económica. En Ecuador, estos peces son de gran importancia para los pescadores artesanales, ya que constituyen cerca del 44% de los desembarques de peces demersales (INP, 2005). Uno de los principales puertos de desembarque está localizado en General Villamil Playas, un área cercana a la desembocadura del Río Guayas. Los pescadores artesanales de esta zona dedican gran parte del año a la captura de varias especies de la familia Sciaenidae del género *Cynoscion*. Siete especies de este género han sido registradas en aguas costeras de Ecuador (Beárez, 1996, 2001) y al menos cinco de ellas están presentes en el Río Guayas (Herrera & Peralta, 1999; Marín de López *et al.*, 1999; Herrera *et al.*, 2001; Aguirre & Shervettec, 2005). Las principales especies de interés comercial presentes en la costa ecuatoriana, son: corvina cachema (*C. phoxocephalus*), corvina aguada (*C. squamipinnis*), corvina de escama (*C. stolzmanni*) y corvina plateada (*C. albus*) (Martínez, 1994). El promedio de captura anual artesanal de corvina en el periodo 1990-1998 fue de 1.630 ton (Herrera & Peralta, 1999). Sin embargo, las capturas de corvina han disminuido en años recientes, siendo de 820,41 ton en 2004, posiblemente debido a la competencia con la flota semi-industrial (INP, 2004).

A pesar de la importancia ecológica y comercial de las especies que utilizan la zona de rompiente, en la costa ecuatoriana aún se desconoce su uso por larvas de peces y pocos estudios de crecimiento se han realizado basados en la lectura de los otolitos (Muñoz, 2012; Vera, 2014). Por lo tanto, el objetivo de esta investigación fue identificar las larvas de peces presentes en la zona de rompiente de una playa arenosa de Ecuador durante la época húmeda y determinar su uso por larvas de corvina (*Cynoscion* spp.). El uso de la zona se determinó mediante el estudio de la presencia, densidad, frecuencia de la distribución y crecimiento de larvas de corvina durante la época húmeda, que es cuando están presentes en General Villamil Playas (Marín-Jarrín *et al.*, 2015). Además, se analizó la relación de crecimiento con densidades de corvina, temperatura, oxígeno disuelto y flujo del Río Guayas, factores que pueden influir en el comportamiento, metabolismo y fisiología de los peces (Wootton, 1998).

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Descripción de la zona de muestreo

Los principales factores que inciden en las condiciones climáticas de la costa de Ecuador son la Corriente Fría de Humboldt, la Corriente de Panamá y los desplaza-

mientos de la convergencia tropical (Cucalón, 1986, 1989; Montecino *et al.*, 2005). En la zona de rompiente de playas arenosas de Ecuador la temperatura promedio del agua durante la época seca (mayo-diciembre) es de  $23,7 \pm 1,0^{\circ}\text{C}$  y en época húmeda (enero-abril) de  $28,7 \pm 1,4^{\circ}\text{C}$  (Marín-Jarrín *et al.*, 2015).

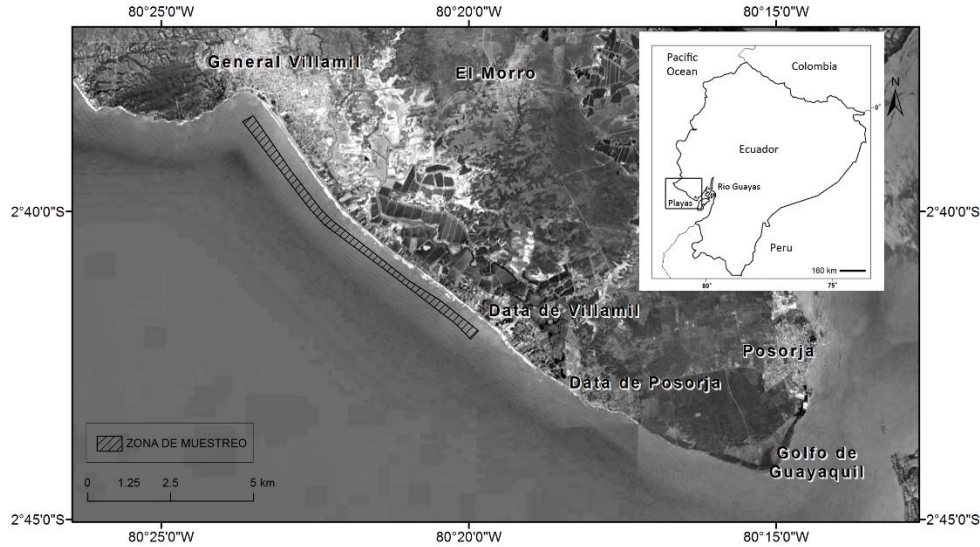
El tipo de marea observado en el litoral ecuatoriano es de tipo semidiurno con una periodicidad de 11,5-13,5 h y un rango de marea media de 2,6 m (mesomareal). En promedio, las olas provienen de la dirección noroeste durante todo el año y la altura de las olas es mayor durante la temporada húmeda en comparación con la temporada seca ( $>0,9$  vs  $<0,8$  respectivamente) (Vera-San Martín, 2000). La precipitación media multianual en General Villamil Playas es de 418,3 mm (Chiriboga, 2012). La estación húmeda aporta el 92% de la precipitación anual registrada, siendo marzo el más lluvioso; la época seca presenta frecuentes lloviznas pero agosto y septiembre son los más secos (Coloma *et al.*, 2005).

Para este estudio, las larvas fueron colectadas en la zona de rompiente de General Villamil Playas en época húmeda (desde ahora referida como Playas,  $2^{\circ}38'34,5''\text{S}$ ,  $80^{\circ}23'17,9''\text{W}$ ; Fig. 1). La playa posee una longitud de 14 km y un promedio de 500 m de ancho. Playas tiene un perfil costero rectilíneo y está bordeada por un promontorio rocoso en el lado norte y la desembocadura del Río Guayas en el sur. Este río desemboca en el Golfo de Guayaquil y es el más grande del oeste de América del Sur y puede influir en las condiciones físicas y comunidades biológicas de las playas aledañas a su desembocadura (Twilley *et al.*, 2001; Marín-Jarrín *et al.*, 2015).

Según su morfología, esta playa está clasificada como terraza bajamar y presenta una pendiente leve con un desnivel relativo de 0 a 5 m. Tiene un campo de dunas que oscila entre los 60 y 120 m (Gómez & Hidalgo, 2011). El proceso dominante del perfil de la playa es de sedimentación; y por lo tanto de acreción (crecimiento) (Andrade & García, 2002). Playas tiene una litología de arenas de grano semigruesa color gris con sedimentación orgánica y limos (MAGAP, 2012).

### Método de muestreo

La comunidad biológica de la zona de rompiente de Playas fue muestreada en tres ocasiones: 23 de marzo, 8 y 20 de abril de 2015. Se muestreó la fauna intermareal con un trineo hiperbentónico que tenía una red cónica (50×70 cm de boca, 4 m de largo y 1 mm abertura de malla). El trineo se arrastró paralelo a la costa en la zona de rompiente a ~1 m de profundidad por 200 m (100 m de ida y vuelta). Se recolectó un total de nueve muestras (tres réplicas por día) que fueron pre-



**Figura 1.** Ubicación de General Villamil Playas, Ecuador, donde se muestrearon las larvas de peces en la zona de rompiente durante la época lluviosa (marzo y abril).

servadas en etanol al 98%. Durante cada muestreo se obtuvo datos de temperatura del agua ( $^{\circ}\text{C}$ ) y oxígeno disuelto (%sat y  $\text{mg L}^{-1}$ ) utilizando el equipo Multiparámetro Pro2030 YSI. Además, se promediaron datos de precipitación del día de muestreo y los seis días anteriores, medidos en la estación meteorológica del Instituto Oceanográfico de la Armada del Ecuador (INOCAR, [www.inocar.mil.ec](http://www.inocar.mil.ec)) localizada a  $<500$  m del Río Guayas. Los datos de precipitación se usaron como indicadores del caudal del Río Guayas.

### Análisis de laboratorio

Las larvas de peces fueron separadas de los invertebrados e identificadas hasta el mínimo nivel taxonómico posible (Calderón, 2012). Cada larva fue pesada en una balanza analítica (peso húmedo), fotografiada y medida (mm longitud estándar, LE) con un estereomicroscopio y cámara. Las fotografías fueron tomadas con una cámara Infinity usando el programa computacional Infinite Analyze v.6.5.1 (Lumenera® Corporation). Para medir cada larva se usó el programa ImageJ (<https://imagej.nih.gov/ij/>).

Los otolitos Sagitta de cada larva de corvina fueron extraídos, limpiados, colocados en placas rotuladas individualmente y luego fijados con aceite de inmersión y cubre objeto. Se colocaron las placas en un microscopio, se fotografiaron los otolitos y anillos de crecimiento visibles con la cámara y programas disponibles con un aumento de 4, 10 y 40x de acuerdo al tamaño.

Se midió el diámetro y el ancho de cada uno de los otolitos, así como el ancho de cada anillo de creci-

miento utilizando el programa ImageJ. Cuando fueron visibles, se midieron los tres últimos anillos que estaban más cercanos al borde del otolito ya que representan el crecimiento antes de su captura o reciente, y el cual se estima ocurrió en la zona de rompiente. En los otolitos de algunas larvas no se lograron observar los anillos cercanos al borde, por lo que se midieron anillos anteriores, los cuales corresponden a un crecimiento no reciente y se consideró podrían representar crecimiento en la zona de rompiente o en otro hábitat, ya que las corvinas no eclosionan en la zona de rompiente (Bortone, 2003).

### Estimación de crecimiento de larvas de corvina

Se estimó el crecimiento de las larvas de corvina usando el método directo (Francis, 1990). Primero, se determinó si existía una relación lineal de la longitud estándar (LE) con el diámetro y ancho del otolito (mm). Mediante la relación entre el valor mayor del coeficiente de determinación ( $R^2$ ) y el ancho de cada anillo, se estimó la tasa de crecimiento. Se realizaron dos lecturas y mediciones independientes de los anillos. El promedio del coeficiente de variación entre estas mediciones fue 13,85%. Finalmente, se obtuvo el promedio de crecimiento de los tres anillos medidos ( $\text{mm día}^{-1}$ ) y este promedio se transformó en crecimiento estándar (%LE de la larva  $\text{día}^{-1}$ ).

### Análisis de datos

Se estimó las densidades de todas las especies colectadas ( $\text{ind } 100 \text{ m}^2$ ) y las relaciones entre LE (mm) y peso húmedo (g) en las especies con mayor número de individuos. Para las corvinas, se analizó la distribu-

ción de las frecuencias de longitud, en el cual se definieron 12 clases de tallas de 0,5 mm de ancho. Además se compararon las estimaciones de crecimiento reciente y no reciente con un análisis de covarianza (ANCOVA) usando crecimiento reciente y no reciente como factor fijo y LE como variable continua. El cumplimiento de las suposiciones de este análisis fue comprobado con un análisis de Bartlett y gráficos de probabilidad normal (Sokal & Rohlf, 1981). Para explorar que factores podrían influir en el uso de la zona de rompiente por larvas de corvina, se correlacionó ( $R^2$ ) los valores de densidades y crecimiento reciente y no reciente de las larvas de corvina con temperatura del agua, oxígeno disuelto y caudal potencial del Río Guayas (datos de precipitación de INOCAR).

## RESULTADOS

### Variabes ambientales

La temperatura y la concentración de oxígeno del agua de la zona de rompiente fue de 27,3; 27,5 y 27,6°C y 6,84; 6,89 y 6,93 mg L<sup>-1</sup> en las tres fechas, respectivamente. En tanto que el porcentaje de saturación del oxígeno varió entre 86,75 y 90,1% con un promedio de  $88,43 \pm 1,68\%$ . El promedio de la precipitación del día de captura y los seis días anteriores para cada fecha fue de 10,7; 25,1 y 7,14 mm día<sup>-1</sup>, respectivamente.

### Composición de larvas de peces en la zona de rompiente de Playas

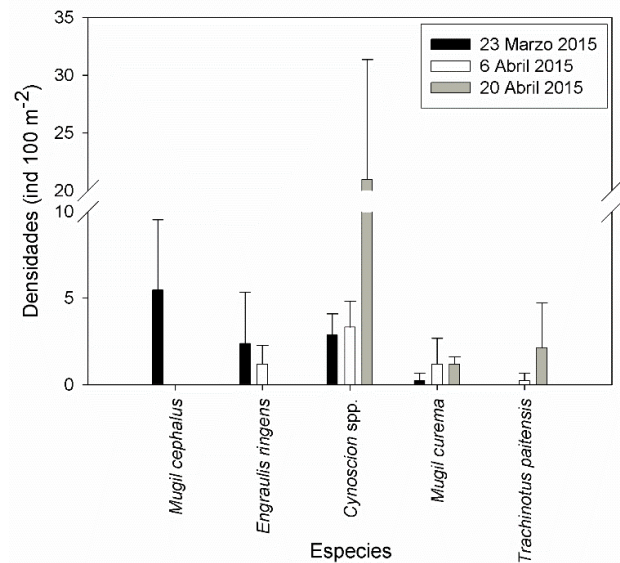
Las larvas de peces estuvieron presentes en las nueve muestras tomadas. Sus densidades variaron entre 3,57 y 39,29 ind 100 m<sup>-2</sup>. Se colectó un total de 193 larvas pertenecientes a nueve especies de peces todas en estadio de postflexión. Entre las más comunes se encontró la corvina (*Cynoscion* spp.), anchoveta (*Engraulis ringens*), lisas (*Mugil cephalus*, *M. curema*) y pámpano (*Trachinotus paitensis*) (Tabla 1).

Las corvinas fueron las larvas predominantes con un 58,6% del total de peces colectados. Su mayor densidad se determinó en la tercera y última fecha de muestreo con un promedio de 20,71 ind 100 m<sup>-2</sup>, mientras que en las dos primeras fechas de muestreo sus densidades fueron de 2,86 y 3,33 ind 100 m<sup>-2</sup> (Fig. 2). *Mugil cephalus* representó el 11,9%, encontrándose únicamente en la primera fecha de muestreo con una densidad media de 5,5 ind 100 m<sup>-2</sup>. *M. curema* constituyó el 5,7% del total de larvas de peces, con promedios entre 0,24 y 1,19 ind 100 m<sup>-2</sup> en las tres fechas de muestreo.

La anchoveta se colectó en las dos primeras fechas de muestreo con un 7,8% del total de larvas de peces y su densidad varió entre 1,19 y 2,38 ind 100 m<sup>-2</sup>. Mientras que el pámpano representó el 5,2%, con su

**Tabla 1.** Larvas de peces colectadas en la zona de rompiente de General Villamil Playas, Ecuador.

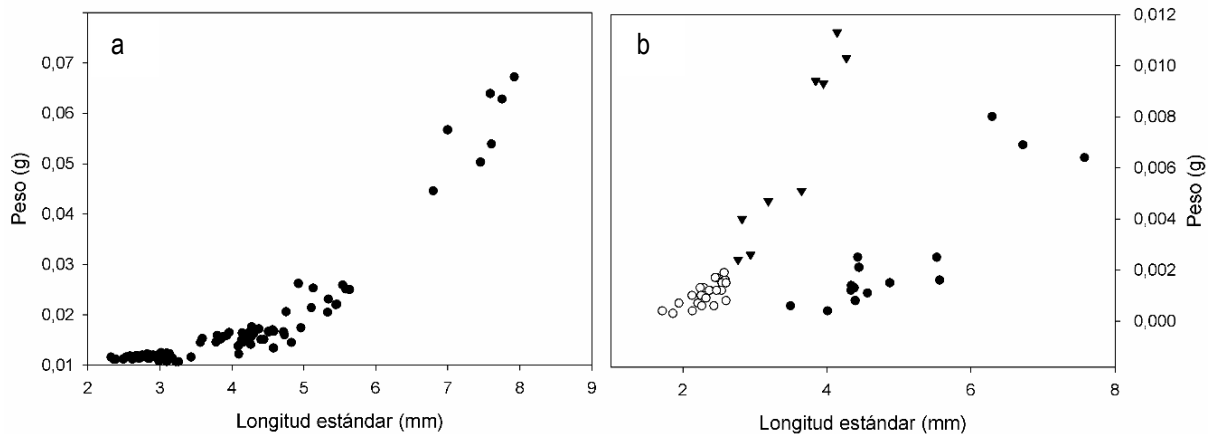
Nombre común	Nivel taxonómico identificado	N
Anchoa	Engraulidae	7
Anchoveta	<i>Engraulis ringens</i>	15
Corvina	<i>Cynoscion</i> spp.	113
Corvina	<i>Sciaena</i> spp.	5
Lenguado	Soleidae	8
Lisa	<i>Mugil cephalus</i>	23
Lisa	<i>Mugil curema</i>	11
Pámpano	<i>Trachinotus paitensis</i>	10
Pez erizo	Diodontidae	1



**Figura 2.** Densidades (ind 100 m<sup>-2</sup>) de larvas de peces más comunes colectadas en la zona rompiente de Playas, Ecuador, durante la época lluviosa (marzo y abril 2015).

mayor densidad en la tercera fecha de muestreo con un promedio de 2,14 ind 100 m<sup>-2</sup> a diferencia de la segunda fecha de muestreo con 0,24 ind 100 m<sup>-2</sup>.

En las corvinas la LE varió entre 2,32 y 7,92 mm, registrándose un valor promedio de  $3,84 \pm 1,31$  mm. Su peso varió entre 0,007 y 0,057 g con una media de  $0,007 \pm 0,011$  g (Fig. 3a). *Mugil cephalus* registro una LE media de  $2,32 \pm 0,24$  mm y su peso varió entre 0,0003 y 0,0019 g con una media de  $0,001 \pm 0,0005$  g. *M. curema* presentó una LE media de  $8,27 \pm 0,61$  mm y un peso medio de  $0,06 \pm 0,01$  g. En la anchoveta la LE varió entre 3,5 y 7,6 mm con una media de  $4,9 \pm 1,12$  mm y su peso estuvo entre 0,0004 y 0,008 g con media de  $0,003 \pm 0,002$  g. Mientras que el pámpano registró LE media de  $3,51 \pm 0,59$  mm y el peso varió entre 0,0024 y 0,011 g con una media de  $0,007 \pm 0,003$  g. De estas cinco especies más comunes, cuatro presentaron una relación fuerte entre longitud estándar y peso ( $R^2 = 0,52-0,96$ , Fig. 3b).



**Figura 3.** Relación longitud estándar (mm) - peso húmedo (g) en larvas de a) corvina (*Cynoscion* spp.) y b) lisa (*M. cephalus*, círculos abiertos), anchoveta (*E. ringens*, círculos cerrados) y pámpano (*T. paitensis*, triángulos cerrados) colectadas en la zona de rompiente de Playas, Ecuador, durante la época lluviosa (marzo y abril 2015).

### Uso de la zona de rompiente de Playas por larvas de corvina

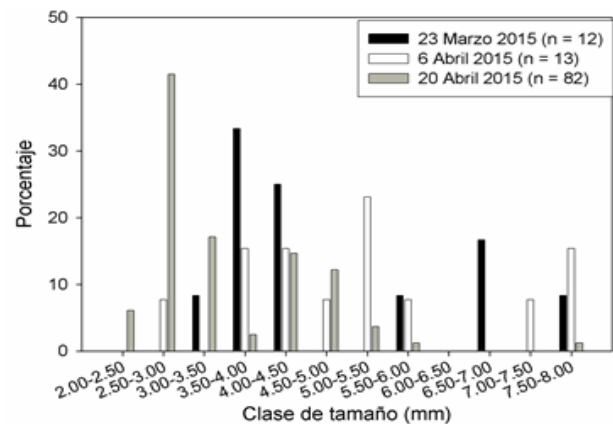
#### Análisis de frecuencia de distribución de longitudes

Las frecuencias de longitudes de las larvas de corvina presentaron una distribución multimodal con varios máximos en las tres fechas (Fig. 4). Estos máximos sugieren que hubo al menos cinco cohortes de larvas que ingresaron a Playas durante la época húmeda. De acuerdo al porcentaje de crecimiento diario, algunos máximos estaban sincronizados entre fechas indicando que algunas larvas habitaron la zona de rompiente durante varios días, posiblemente por dos semanas y de tal manera ciertas larvas podrían dejar de pertenecer a una clase de tamaño para ingresar a la siguiente.

#### Análisis de otolitos, crecimiento (%LE día<sup>-1</sup>) y su relación con las variables ambientales

El diámetro de los otolitos varió entre 0,33 y 0,96 mm con un promedio de  $0,51 \pm 0,19$  mm. El ancho varió entre 0,29 y 0,69 mm con una media de  $0,40 \pm 0,13$  mm. Existió una relación positiva significativa entre la LE con el diámetro y ancho del otolito ( $R^2 = 0,94$  y  $0,92$ ;  $P < 0,01$ ;  $n = 31$ , Fig. 5), por lo que se usó la relación LE vs diámetro del otolito para estimar crecimiento.

El grupo de crecimiento reciente abarcó un rango de LE entre 2,50 y 5,54 mm y presentó un crecimiento medio de  $0,42 \pm 0,12\%$  LE día<sup>-1</sup> ( $n = 18$  larvas), mientras que el grupo de crecimiento no reciente abarcó un rango de LE entre 2,57 y 7,61 mm y con promedio de  $0,51 \pm 0,22\%$  LE día<sup>-1</sup> ( $n = 27$ ). Estas diferencias en crecimiento entre grupos fue significativa (ANCOVA,  $t = 2,22$ ;  $P < 0,032$ ; Fig. 6). El crecimiento reciente estuvo positivamente relacionado con densidades (log10)



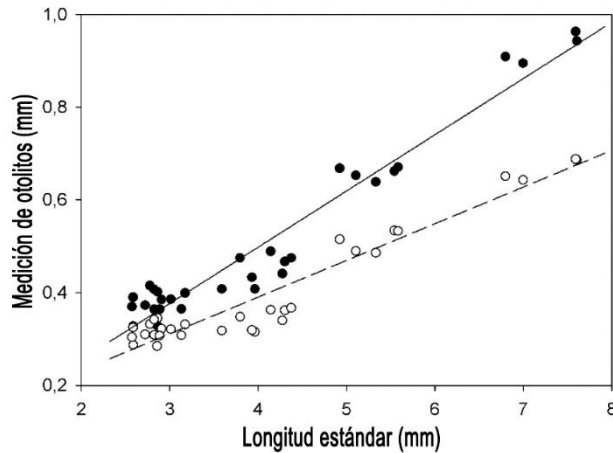
**Figura 4.** Distribución porcentual relativa de las clases de tamaño (mm, longitud estándar) de larvas de corvina en la zona de rompiente de Playas, Ecuador, durante tres fechas de la época lluviosa entre marzo y abril 2015. Cada clase fue de 0,5 mm y el tamaño de muestra es señalado en paréntesis.

de larvas de corvina en Playas, temperatura y oxígeno disuelto ( $R^2 = 0,90-0,98$ ; Figs. 7a, 7b, 7c); mientras que el crecimiento no reciente solo estuvo relacionado positivamente con el promedio de precipitación durante el día de captura y los seis días anteriores ( $R^2 = 0,89$ ; Fig. 8).

## DISCUSIÓN

Durante la época húmeda, se analizó el uso de la zona de rompiente de playas arenosas del centro sur del Ecuador por larvas de corvina (*Cynoscion* spp.), un género de peces de importancia pesquera en las costas



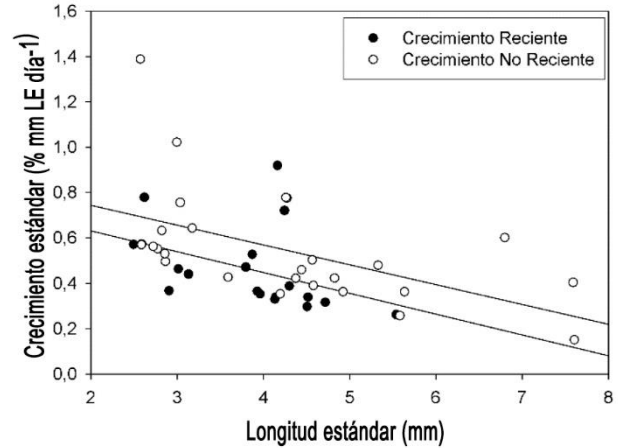


**Figura 5.** Relación longitud estándar (mm) - diámetro (círculos cerrados) y ancho (círculos abiertos) de otolitos (mm) de larvas de corvina colectadas en la zona de rompiente de Playas, Ecuador, durante la época lluviosa (marzo y abril 2015).

del Atlántico occidental y Pacífico oriental. Aunque su importancia ecológica y su valor comercial son reconocidos, algunos aspectos biológicos relevantes aun son una interrogante. En el presente estudio, se determinó la presencia, densidad, variabilidad de tamaño y crecimiento de larvas de corvina durante tres fechas de muestreo. En Ecuador, este trabajo es uno de los primeros en estudiar la ecología de las larvas de corvina y en utilizar la microestructura de otolitos para determinar el crecimiento de peces (Dawson, 1986; Muñoz, 2012; Vera, 2014). La información obtenida podría ayudar a futuro a conocer la dinámica poblacional y contribuir al manejo sustentable, una adecuada administración y evaluación pesquera de estos peces.

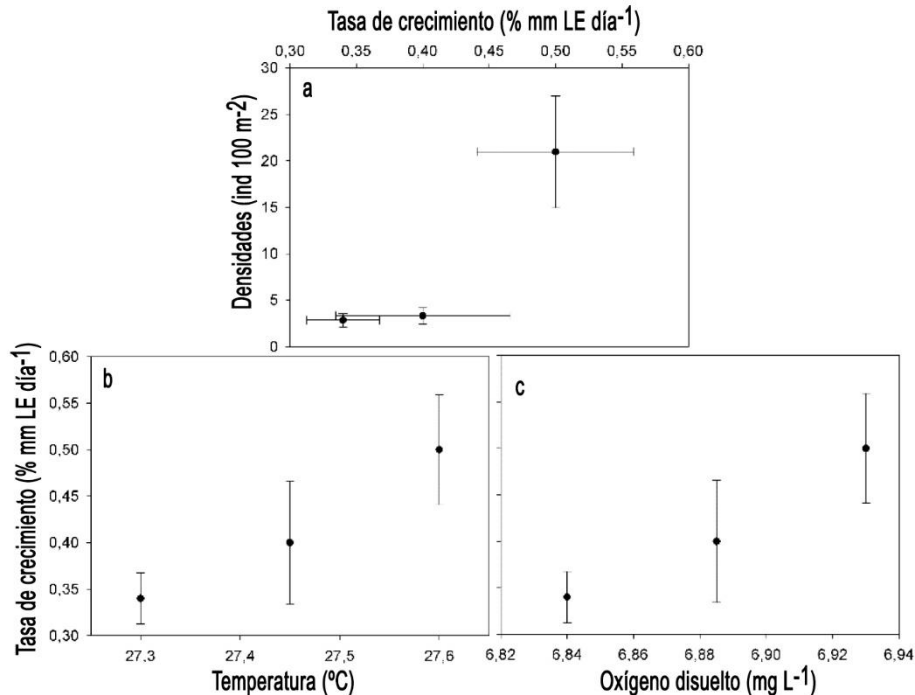
En este estudio se realizó el análisis cuantitativo de las larvas de peces presentes en una playa arenosa ecuatoriana perteneciente a la Provincia del Guayas (General Villamil Playas), el ecosistema más común de la costa ecuatoriana y del mundo (McLachlan & Brown, 2006). Se colectaron diversas especies de larvas de peces de interés comercial en las muestras, como la corvina (*Cynoscion* spp.), anchoveta (*Engraulis ringens*), lisas (*Mugil cephalus*, *M. curema*) y lenguado (Soleidae), sugiriendo que las zonas de rompiente en el Ecuador son de importancia para las etapas iniciales de los peces. Esta importancia ya ha sido reportada en varios estudios de playas arenosas ecuatorianas (Domínguez-Granda *et al.*, 2004; Marín-Jarrín *et al.*, 2015) y tropicales en general (Melo *et al.*, 2010; Ortega *et al.*, 2014).

Las larvas de corvina dominaron la fauna íctica de la zona de rompiente durante este estudio, estando pre-

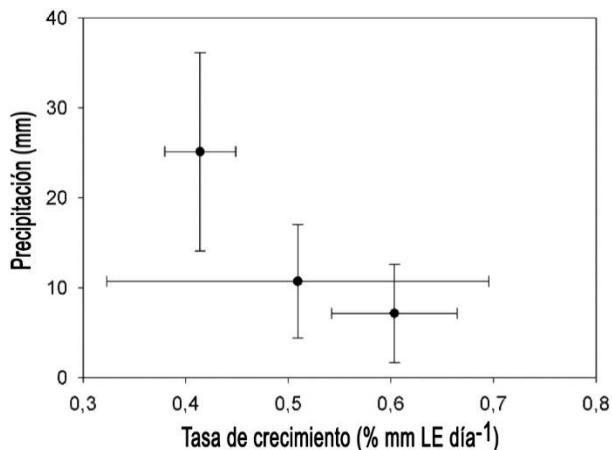


**Figura 6.** Relación de la tasa de crecimiento ( $\log_{10}$ , % LE día<sup>-1</sup>) de las larvas de corvina y la longitud estándar (mm) entre el grupo de crecimiento reciente y no reciente de la zona de rompiente de Playas, Ecuador (marzo y abril 2015).

sentes en todas las muestras, siendo el grupo con mayor número de larvas colectadas y densidad. Se considera que las especies dominantes son clave para el entendimiento de la ecología del sistema, ya que adoptan diversas estrategias biológicas a las que deben su éxito en el uso de los hábitats (Tapia *et al.*, 1988). Las corvinas son especies euritermas y eurihalinas que resisten cambios bruscos de temperatura (2 a 38°C) y de salinidad (5 a 42), facultad que les permite penetrar en aguas someras (Saavedra *et al.*, 2011). La mayoría de los sciénidos son estuario-dependientes, desovan fuera de los estuarios y migran desde el área de desove a las desembocaduras de las zonas de crianza (Pearson, 1929; Hildebrand & Cable, 1934). Sin embargo, algunas especies de la familia Sciaenidae son conocidas por utilizar los estuarios como sitios de desove y cría (Chao, 1978; Blaber, 1997). Por ejemplo, *C. nebulosus* desova dentro de los estuarios (Moody, 1950; Hein & Shepard, 1979a; Music & Pafford, 1984). El lugar de preferencia para el desove de peces es difícil de caracterizar en términos fisiográficos (Hein & Shepard, 1979; Perret *et al.*, 1980). Perret *et al.* (1980) sugieren que la temperatura y salinidad determinan los lugares preferentes para el desove. En este estudio se desconoce dónde eclosionan las corvinas, dentro o fuera del estuario, de cualquier manera la zona de rompiente forma parte del camino a su migración. Datos iniciales sugieren que las larvas colectadas durante el presente estudio eclosionaron entre enero y marzo o época húmeda ( $n = 9$  otolitos lapilli, S. Andrade-Vera, datos no publicados). Las corvinas no parecen ser las larvas dominantes de la zona de rompiente en la época seca o en playas alejadas de ríos que fluyen todo el año,



**Figura 7.** Relación del promedio ( $\pm$  DE) de la tasa de crecimiento de larvas de corvina reciente (últimos 3 días de vida) (% LE día<sup>-1</sup>). a) Densidad de larvas (ind 100 m<sup>-2</sup>), b) temperatura del agua (°C), c) oxígeno disuelto (mg L<sup>-1</sup>) en la zona de rompiente de Playas, Ecuador (marzo y abril 2015).



**Figura 8.** Relación del promedio ( $\pm$  DE) de la tasa de crecimiento de larvas de corvina no reciente (3 días anteriores a los últimos) (% LE día<sup>-1</sup>) con valores de precipitación (mm día<sup>-1</sup>) colectados en la ciudad de Guayaquil, Ecuador (Instituto Oceanográfico de la Armada del Ecuador) en marzo y abril 2015.

como el Guayas, ya que en estudios anteriores no han sido capturadas durante la época seca (mayo-diciembre), o en playas no aledañas a ríos (Ruiz, 2002; Domínguez-Granda *et al.*, 2004; Marín-Jarrín *et al.*, 2015). Por lo tanto, junto con estos estudios anteriores, estos resultados sugieren que las larvas de corvina son

dominantes en la zona de rompiente de las playas aledañas a las desembocaduras de ríos que presentan poblaciones adultas de *Cynoscion* durante la época húmeda.

Las densidades de las larvas de *Cynoscion* spp. observadas en la zona de rompiente fueron menores a las reportadas para la familia Sciaenidae en aguas costeras de Ecuador (Ortega, 1996; Ortega & Elías, 1996). Además, el crecimiento en la zona de rompiente o reciente reportado en este estudio fue inferior al crecimiento no reciente, que se estima ocurrió en otro hábitat e inferior a los observados en otros estudios de *Cynoscion* en estuarios y bahías (Peebles & Tolley, 1988). Por ejemplo, Peebles & Tolley (1988) encontraron que las larvas de *C. nebulosus* presentaron tasas de crecimiento superiores a las observadas en este estudio (0,34-0,51% LE día<sup>-1</sup> en estudio presente vs 5-17% LE día<sup>-1</sup> en Peebles & Tolley, 1988), en larvas con LE (2,32-7,92 mm vs 2,5-8,0 mm) y temperatura del agua similares a los observados durante el presente estudio (27,3-27,6°C vs 27,9-29,1°C). En el estudio anterior el número de incrementos diarios de las larvas fue de 4-15, siendo inferior a los 27-48 incrementos observados en este estudio (S. Andrade-Vera, datos no publicados). Sin embargo, debido a las diferencias en muestreos en los estudios de densidades y que al menos siete especies del género *Cynoscion* han sido reportadas



para las costas de Ecuador y que no existen claves taxonómicas para la identificación de larvas a nivel de especie (Beárez, 1996, 2001), es imposible saber si se está comparando densidades de las mismas especies. Además, el hecho de que las playas arenosas constituyen una gran fracción de las costas de Ecuador y que a menudo se encuentran adyacentes a la boca de ríos y estuarios, donde se reproducen muchas especies de corvina, denota que las zonas de rompiente son un hábitat importante para las etapas iniciales de las corvinas.

Los resultados obtenidos sugieren que, al menos durante la época húmeda, múltiples cohortes de larvas de corvina ingresaron periódicamente y estuvieron presentes en la zona de rompiente. Además, se observó que varias de las clases de longitud con mayor número de individuos parecen haberse integrado a la siguiente clase en la siguiente fecha, indicando que las larvas estuvieron presentes en la zona de rompiente por varios días. Marín-Jarrín *et al.* (2015) también reportó la presencia de larvas de corvina en Playas pero no en Salinas, una playa a ~100 km de distancia de la desembocadura del Río Guayas y alejada de cualquier otro río de gran tamaño. Estos resultados son similares a los escasos estudios que se han realizado analizando el tiempo de residencia y movimiento de peces en la zona de rompiente. Ross & Lancaster (2002) encontraron que los juveniles de *Trachinotus carolinus* y *Menticirrhus littoralis* se mantuvieron cercanos al lugar original de captura entre 21 y 27 días. Marín-Jarrín *et al.* (2015) encontraron que los juveniles (edad-0) de *Oncorhynchus tshawytscha* que recién salen de sus ríos de origen y que habitan la zona de rompiente, mayoritariamente utilizan las playas aledañas a las desembocaduras de sus estuarios sin moverse a playas lejanas. Por lo tanto, el presente estudio demostraría que las larvas de ciertas especies de corvina se mueven de los estuarios a las zonas de rompiente de playas aledañas en varias cohortes donde permanecen varios días.

En este estudio se encontró una relación positiva entre el crecimiento reciente de las larvas con la temperatura del agua, oxígeno disuelto y densidad de larvas de corvina. Estas relaciones indican que el crecimiento de las larvas está influenciado por la temperatura y oxígeno disuelto, y que cuando éstas dos variables presentan valores óptimos para el crecimiento, un mayor número de larvas se mueve a la zona de rompiente en busca de condiciones más favorables para su sobrevivencia. Considerando que este estudio fue realizado en una zona cálida, se ve reflejada la influencia de estos dos parámetros ambientales. Peebles & Tolley (1988) encontraron que la densidad de larvas de *C. nebulosus* está relacionada positivamente con la

temperatura del agua en la bahía de Nápoles entre mediados de marzo y mediados de octubre. Lee *et al.* (1984) determinaron que la temperatura tiene un efecto pronunciado sobre el crecimiento de las larvas de *Sciaenops ocellatus*, con un mayor crecimiento a 28 que a 24°C. Se debe considerar que en este estudio estas relaciones se determinaron en base a tres muestreos y por lo tanto podrían ser producto del azar. Sin embargo, el hecho que la temperatura y oxígeno disuelto son dos de los factores de mayor influencia en el crecimiento de los peces (Brett, 1979) y que las variables que afectan el crecimiento están a menudo relacionadas con el movimiento de peces (McDowall, 1988; Bertness *et al.*, 2001), indica que estos resultados son confiables.

En conclusión, las larvas de corvina fueron el grupo dominante de la ictiofauna en la zona de rompiente de General Villamil Playas, Ecuador, durante la época húmeda. Este dominio parece haber ocurrido debido a la cercanía entre Playas y la desembocadura del Río Guayas, donde al menos cinco especies de corvina se reproducen, y en cuya pluma existe una alta producción zooplanctónica que podría servir de alimento a las larvas de *Cynoscion*. Estas larvas parecen haber ingresado a la zona de rompiente en diferentes cohortes y haber permanecido por varios días. En el futuro se necesitará describir los estadios larvales de las especies de corvina para poder continuar estudiando la ecología de estos importantes peces en los hábitats costeros ecuatorianos.

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado parcialmente por el Proyecto de Investigación del Programa Prometeo de J.R. Marín Jarrín denominado “Estudio del rol de la zona de rompiente de playas arenosas para especies de importancia pesquera y posibles impactos del cambio climático” y forma parte del Proyecto de Titulación de S. Andrade-Vera y M.J. Bonifaz denominado: “Uso de la zona de rompiente de playas arenosas de la provincia del Guayas por larvas de corvina (*Cynoscion* spp.)”. Los autores expresan su agradecimiento al Biol. Javier Marriott y al M.Sc. Wilson Lafuente, por su participación en el trabajo, al Centro de Agua y Desarrollo Sustentable de la ESPOL (CADS), al M.Sc. Nicolás Moity por hacer el mapa y al Programa Prometeo por su apoyo y financiamiento.

## REFERENCIAS

- Aguirre, W. & V. Shervette. 2005. Morphological diversity of the *Cynoscion* group (Perciformes: Sciaenidae) in the Gulf of Guayaquil region, Ecuador: a comparative approach. *Environ. Biol. Fish.*, 73(4): 403-413.

- Andrade, M. & S. García. 2002. Diagnóstico de la realidad turística del Cantón Playas. Tesis, Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil, 256 pp.
- Barkman, R.C. & D.A. Bengtson. 1987. The record of daily growth in otoliths of Atlantic silversides, *Menidia menidia*, from field and laboratory. J. Fish. Biol., 31(5): 683-695
- Beárez, P. 1996. Lista de peces marinos del Ecuador continental. Rev. Biol. Trop., 44(2): 731-741.
- Beárez, P. 2001. Description of a new weakfish, *Cynoscion nortoni*, from Ecuador with a note on the distribution of *Umbra bussingi* (Perciformes: Sciaenidae). Rev. Biol. Trop., 49(Suppl. 1): 59-65.
- Bertness, M.D., S.D. Gaines & M.E. Hay. 2001. Marine community ecology. Sinauer Associates Inc., U.S. Sunderland, 620 pp.
- Blaber, S.J. 1997. Fish and fisheries of tropical estuaries. Chapman & Hall, London, 367 pp.
- Bortone, S. 2003. Biology of the spotted seatrout. CRC Press, Boca Raton, 328 pp.
- Brett, J.R. 1979. Environmental factors and growth. In: W.S. Hoar, D.J. Randall & J.R. Brett (eds.). Fish physiology. Academic Press, New York, 8: 599-675.
- Brothers, E.B., C.P. Mathews & R. Lasker. 1976. Daily growth increments in otoliths from larval and adult fishes. Fish. Bull., 74(1): 1-8.
- Brothers, E.B. & W. McFarland. 1981. Correlations between otolith microstructure, growth and life history transitions in newly recruited french grunts (*Haemulon flavolineatum*, Haemulidae). Rapp. P-V. Réunion. Cons. Int. Explor. Mer, 178: 369-374.
- Calderón, G. 2012. Catálogo de huevos y larvas de peces colectadas en aguas ecuatorianas. INP, Guayaquil, 116 pp.
- Campana, S. 1984. Interactive effects of age and environmental modifiers on the production of daily growth increments in otoliths of *Plainfin midshipman*, *Porichthys notatus*. Fish. Bull., 82(1): 165-177.
- Campana, S. & J. Neilson. 1985. Microstructure of fish otoliths. Can. J. Fish. Aquat. Sci., 42(5): 1014-1032.
- Chao, N.L. 1978. A basis for classifying western Atlantic Sciaenidae (Teleostei: Perciformes). NOAA Tech. Rep. Circ., 415: 64 pp.
- Chiriboga, H. 2012. Ficha y plan de manejo ambiental. Balmis S.A-Playas, General Villamil-Guayas, 75 pp.
- Clark, B. 1997. Variation in surf-zone fish community structure across a wave-exposure gradient. Estuar. Coast. Shelf Sci., 44(6): 659-674.
- Coloma, B., C. Briones & L. Campusano. 2005. Estudio impacto ambiental playas. Ministerio del Ambiente, Guayaquil, 145 pp.
- Cucalón, E. 1986. Variabilidad oceanográfica frente a la costa de Ecuador durante el periodo 1981-1986. Bol. ERFEN, 19: 11-26.
- Cucalón, E. 1989. Oceanographic characteristics off the coast of Ecuador. In: S. Olsen & L. Arriaga (eds.). A sustainable shrimp mariculture industry for Ecuador. Coastal Resources Center, University of Rhode Island, Narragansett, RI, Tech. Rep. Ser., pp. 185-194.
- Cupul, L. & M. Téllez. 1997. Variaciones espacio-temporales de la fauna macrobentónica de una playa arenosa y su relación con los cambios del perfil de playa y el tamaño de grano de los sedimentos, en Playa el Pelicano, Baja California. Cienc. Mar., 23(4): 419-434.
- Dawson, W. 1986. La interpretación de las estructuras en otolitos para la estimación de edad y crecimiento de algunos peces pelágicos del Ecuador. INP. Bol. Cient. Tec., 9(1): 1-24.
- Domínguez-Granda, L., N. Fockedeey, M. de Mey, B. Beyst, M. Cornejo, J. Calderon & M. Vincx. 2004. Spatial patterns of the surf zone hyperbenthic fauna of Valdivia Bay (Ecuador). Hydrobiología, 529(1): 205-224.
- Francis, C. 1990. Back calculation of fish length: a critical review. J. Fish. Biol., 36(6): 883-902.
- Gauldie, R. 1996. Effects of temperature and vaterite replacement on the chemistry of metal ions in the otoliths of *Oncorhynchus tshawytscha*. Can. J. Fish. Aquat. Sci., 53(9): 2015-2026.
- Geffen, A. 1982. Otolith ring deposition in relation to growth rate in herring (*Clupea harengus*) and turbot (*Scophthalmus maximus*). Mar. Biol., 71(3): 317-326.
- Geffen, A.J. 1992. Validation of otolith increment deposition rate. In: D.K. Stevenson & S.E. Campana (eds.). Otolith microstructure examination and analysis. Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci., pp. 101-113.
- Gómez, A. & C. Hidalgo. 2011. Evaluación del uso turístico del malecón de playas. Tesis, Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil, 165 pp.
- Gutiérrez, E. & B. Morales-Nin. 1986. Time series analysis of daily growth cycles in *Dicentrarchus labrax* (Pisces: Serranidae). J. Exp. Mar. Biol. Ecol., 103: 163-179.
- Hein, S.H. & J.A. Shepard. 1979. Spawning of spotted sea trout in a Louisiana estuarine ecosystem. Proceedings of the Southern Association of Game and Fish Commissioners, 33: 451-465.
- Herrera, M. & M. Peralta. 1999. Aspectos biológicos pesqueros de la corvina plateada. INP, Bol. Cient. Tec., 17(11): 1-25.

- Herrera, M., P. Solís-Coello, H. Vicuña, P. Macías, D. Coello, O. Moya, M. Luzuriaga & E. Elías. 2001. Estimación de la biomasa de los recursos demersales en la plataforma continental del Ecuador durante Julio de 1999. INP, Bol. Cient. Tec., 18(2): 1-112.
- Hildebrand, S.F. & L.E. Cable. 1934. Reproduction and development of whittings or kingfishes, drums, spot, croaker, and weakfishes or sea trouts, family Sciaenidae, of the Atlantic coast of the United States. Bull. U.S. Bur. Fish., 48: 41-117.
- Instituto Nacional de Pesca (INP). 2004. Desembarque de la flota artesanal, especie/mes, toneladas (t). Disponible en [www.inp.gov.ec].
- Instituto Nacional de Pesca (INP). 2005. Desembarques de la flota artesanal: peces demersales, periodo 2001-2005. Disponible en [www.inp.gov.ec].
- Irie, T. 1960. The growth of the fish otolith. J. Fac. Fish. Anim. Husb. Hiroshima Univ., 3: 203-221.
- Karakiri, M. & H. Von Westernhagen. 1989. Daily growth patterns in otoliths of larval and juvenile plaice (*Pleuronectes platessa* L.): influence of temperature, salinity and light conditions. Rapp. P.-v. Réun. Cons. Int. Explor. Mer, 191: 376-382.
- Lasiak, T.A. 1981. Nursery grounds of juvenile teleosts: evidence from the surf zone of Kings Beach, Port Elizabeth. S. Afr. J. Sci., 77: 388-390.
- Lasiak, T.A. 1986. Juveniles, food and the surf zone habitat: implications for teleost nursery areas. S. Afr. J. Zool., 21(1): 51-56.
- Lee, W.Y., G.J. Holt & C.R. Arnold. 1984. Growth of red drum larvae in the laboratory. T. Am. Fish. Soc., 113(2): 243-246.
- Marín de López, C., F. Ormaza & L. Arriaga. 1999. Estadísticas de los desembarques pesqueros en Ecuador 1985-1997. INP, Ediciones Especiales, Guayaquil, 152 pp.
- Marín-Jarrín, J.R., S. Miño, L. Domínguez-Granda, S. Guartatanga & M. del P. Cornejo. 2015. Spatiotemporal variability of the surf zone fauna of two Ecuadorian sandy beaches. Mar. Freshwater Res., 3-12.
- Martínez, J. 1994. Manual de pesca blanca. 45 especies de interés comercial. Asociación de Exportadores de Pesca Blanca de Ecuador, pp. 33-43.
- McDowall, R. 1988. Diadromy in fishes: migrations between freshwater and marine environments. Timber Press, Portland, 250 pp.
- McLachlan, A. 2001. Coastal beach ecosystems. Lewin Encyclopedia of Biodiversity, New York, 1: 741-751.
- McLachlan, A. & A. Brown. 2006. The ecology of sandy shores. Academic Press, Burlington, 392 pp.
- McLachlan, A. & T. Erasmus. 1983. Sandy beaches as ecosystems. Dev. Hydrobiol., 19: 321-380.
- Melo, P.A.M.C., T.A. Silva, S. Neumann-Leitão, R. Schwamborn, L.M.O. Gusmão & F. Porto- Neto. 2010. Demersal zooplankton communities from tropical habitats in the southwestern Atlantic. Mar. Biol. Res., 6: 530-541.
- Miller, S.J. & T. Storck. 1982. Daily growth rings in otoliths of young of the year largemouth bass. T. Am. Fish. Soc., 111(4): 527-530.
- Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca (MAGAP). 2012. Generación de geoinformación para la gestión del territorio a nivel Nacional. 1: 25.000, 66 pp. [http://app.sni.gob.ec/sniink/sni/pdot/zona5/nivel\_del\_pdot\_cantonal/guayas/playas/iee/memorias\_tecnicas/m\_playas\_geomorfologia.pdf]. Revisado: 10 noviembre 2016.
- Modin, J., B. Fagerholm, B. Gunnarsson & L. Pihl. 1996. Changes in otolith microstructure at metamorphosis of plaice, *Pleuronectes platessa* L. ICES J. Mar. Sci., 53: 745-748.
- Montecino, V., P. Ted Strub, F. Chavez, A. Thomas, J. Tarazona & T. Baumgartner. 2005. Bio-physical interactions off western South-America. In: A.R. Robinson & K.H. Brink (eds.). The global coastal ocean: interdisciplinary regional studies and syntheses. The Sea, Harvard University Press, 10(14A): 329-390.
- Moody, W.D. 1950. A study of the natural history of the spotted trout, *Cynoscion nebulosus*, in the Cedar Key, Florida, area. Quart. J. Fla. Acad. Sci., 12: 147-171.
- Morales-Nin, B. 2000. Review of the growth regulation processes of otolith daily increment formation. Fish. Res., 46: 53-67.
- Munila, T., M.J. Corrales & C. San Vicente. 1998. Suprabenthic assemblages from Catalan beaches: zoological groups. Orsis, 13: 67-78.
- Muñoz, H. 2012. Características de los otolitos sagitales de peces pelágicos pequeños de interés comercial en las costas de Santa Elena, Pacífico Ecuatoriano Julio 2011-Enero 2012. Tesis, Universidad Estatal Península de Santa, La Libertad, Ecuador, 177 pp.
- Music Jr., J.L. & J.M. Pafford. 1984. Population dynamics and life history aspects of major marine sportfishes in Georgia's coastal waters. Georgia Department of Natural Resources, Coastal Resources Division, Contr. Ser. 38: 319 pp.
- Ortega, D. 1996. Ictioplancton presente en el Golfo de Guayaquil durante la etapa de prospección acústica y pesca comprobatoria durante Septiembre de 1995. INP. Bol. Cient. Tec., 14(1): 65-76.
- Ortega, D. & E. Elías. 1996. Distribución del ictioplancton y zooplancton en el Golfo de Guayaquil y costa central de Manabí durante noviembre de 1995. INP. Bol. Cient. Tec., 14(2): 69-79.

- Ortega, I., A. Martín & Y.J. Díaz. 2014. Variabilidad de agregaciones suprabentónicas costeras de playas arenosas de la costa Caribe de Venezuela. *Rev. Biol. Trop.*, 62: 495-511.
- Pannella, G. 1971. Fish otoliths: daily growth layers and periodical patterns. *Science*, 173(4002): 1124-1127.
- Parsons, G.R. & K.M. Peters. 1989. Age determination in larval and juvenile sheepshead, *Archosargus probatocephalus*. *Fish. Bull.*, 87: 985-988.
- Pearson, J.C. 1929. Natural history and conservation of redfish and other commercial sciaenids on the Texas coast. *Bull. U.S. Bur. Fish.*, 64: 178-194.
- Peebles, E.B. & S.G. Tolley. 1988. Distribution, growth and mortality of larval spotted seatrout, *Cynoscion nebulosus*: a comparison between two adjacent estuarine areas of southwest Florida. *Bull. Mar. Sci.*, 42(3): 397-410.
- Perret, W.S., J.E. Weaver, R.O. Williams, P.L. Johansen, T.D. McIlwain, R.C. Raulerson & W.M. Tatum. 1980. Fishery profiles of red drum and spotted seatrout. Gulf States Marine Fisheries Commission, Mississippi, 6: 60 pp.
- Radtke, R. & K. Waiwood. 1980. Otolith formation and body shrinkage due to fixation in larval cod (*Gadus morhua*). *Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci.*, 929: 16 pp.
- Ross, S.W. & J.E. Lancaster. 2002. Movements and site fidelity of two juvenile fish species using surf zone, nursery habitats along the southeastern North Carolina coast. *Environ. Biol. Fish.*, 63: 161-172.
- Ruiz, V. 2002. Estudio preliminar de la variación anual del Hiperbentos intermareal de una playa arenosa de la provincia del Guayas (CENAIM-San Pedro). B.Sc. Tesis, Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil, 141 pp.
- Saavedra, M., E. Revilla, N. Martín & S. Cárdenas. 2011. Engorde de corvina *Argyrosomus regius* y de lubina *Dicentrarchus labrax* en estanque de tierra con flujo continuo de agua. XIV Foro dos Recursos Mariños e da Acuicultura das Rias Galegas, 14: 289-296.
- Senta, T. & I. Kinoshita. 1985. Larval and juvenile fishes occurring in surf zones of western Japan. *T. Am. Fish. Soc.*, 114(4): 609-618.
- Shepard, J.A. 1979b. Size disparity between "inside" and "outside" spotted seatrout (*Cynoscion nebulosus*) during a three month study in south-central Louisiana. *Dept. Wildl. Fish. Contrib. Mar. Res. Lab., Tech. Bull.*, 28: 16-28.
- Sokal, R.R. & F.J. Rohlf. 1981. *Biometry: the principles and practice of statistics in biological research*. W.H. Freeman, New York, 859 pp.
- Tapia, M., A. Yáñez-Arancibia, P. Sánchez-Gil & Ma. de la C. García-Abad. 1988. Biología y ecología de *Cynoscion arenarius* Ginsburg, en las comunidades demersales de la plataforma continental del sur del Golfo de México (Pisces: Sciaenidae). *Rev. Biol. Trop.*, 36(1): 1-27.
- Twilley, R.R., W. Cárdenas, V.H. Rivera-Monroy, J. Espinoza, R. Suescum, M. Armijos & L. Solórzano. 2001. The Gulf of Guayaquil and the Guayas River Estuary, Ecuador. In: U. Seeliger & B. Kjerfve (eds.). *Coastal marine ecosystems of Latin America*. Springer-Verlag, Berlin, 144: 245-263.
- Vera San Martín, L. 2000. Análisis de los procesos costeros en La Libertad. *Acta Oceanográfica del Pacífico, INOCAR, Ecuador*, 10(1): 51-65.
- Vera, R. 2014. Edad y crecimiento del chuhueco (*Cetengraulis mysticetus* Gunther, 1867) en las zonas de Esmeraldas y Manabí-Ecuador. Tesis, Universidad Técnica de Manabí, Bahía de Caraquez, 23 pp.
- Williams, T. & B.C. Bedford. 1974. The use of otoliths for age determination. In: T.B. Bagenal (ed.). *The ageing of fish. proceedings of an International Symposium*. Unwin Brothers, LM, Surrey, pp. 114-123.
- Wootton, R.J. 1998. *Ecology of teleost fishes*. Kluwer Academic Publishers, London, 386 pp.

*Received: 5 February 2016; Accepted: 6 February 2017*