

NOTA CIENTÍFICA

## Ecología trófica de dos peces de la familia Gempylidae en aguas oceánicas del Pacífico Sur Oriental

Trophic ecology of two fishes of Gempylidae family from oceanic waters of Southeast Pacific

Carlos Canales-Cerro<sup>1</sup>, Patricio Barria<sup>2</sup>, Patricia Zárate<sup>3,4</sup>, Jorge Azócar<sup>3</sup>,  
Roberto Meléndez<sup>†</sup> y Sebastian Klarian<sup>1,5,6\*</sup>

<sup>1</sup>Centro de Investigación para la Sustentabilidad CIS, Facultad de Ecología y Recursos Naturales, Universidad Andres Bello, Av. República 440, Santiago, Chile. \*sebastian.klarian@unab.cl

<sup>2</sup>Departamento de Evaluación de Pesquerías, División de Investigación Pesquera, Instituto de Fomento Pesquero, Blanco 839, Valparaíso, Chile

<sup>3</sup>Departamento de Oceanografía y Medio Ambiente, División de Investigación Pesquera, Instituto de Fomento Pesquero, Blanco 839, Valparaíso, Chile

<sup>4</sup>Facultad de Medicina Veterinaria y Agronomía, Universidad de la América, 7 Norte 1348, Viña del Mar, Chile

<sup>5</sup>Centro de Investigación Marina Quintay CIMARQ, Facultad de Ecología y Recursos Naturales, Universidad Andres Bello, Av. Quillota 980, Viña del Mar, Chile

<sup>6</sup>Laboratorio de Análisis Isotópico, Universidad Andres Bello, Av. Quillota 980, Viña del Mar, Chile

**Abstract.** The feeding of the escolar fishes *Ruvettus pretiosus* and *Lepidocybium flavobrunneum* has not been reported yet for southeastern Pacific waters. The main goal of this work was to study the trophic relationships using stomach contents and stable isotopes,  $\delta^{15}\text{N}$  and  $\delta^{13}\text{C}$ , based on mixing models. Results showed that both fish had differences in the importance of the prey, feeding strategy and habitat use. Also, they presented similar values of  $\delta^{15}\text{N}$  (~20‰) and  $\delta^{13}\text{C}$  (~-16‰), but a low probability of niche overlapping.

**Key words:** Snake mackerels, diet, stomach content, stable isotopes, isotopic niche, Chile

### INTRODUCCIÓN

La creciente extracción pesquera puede tener consecuencias en la estabilidad de los ecosistemas y en la sustentabilidad del stock (Field *et al.* 2010) y no sólo afecta a las especies objetivo sino también a la fauna acompañante, motivando así la necesidad de una visión integral de la gestión pesquera (Stevens *et al.* 2000, Bruno & O'Connor 2005, Field *et al.* 2010). En este sentido, a través de los estudios tróficos es posible obtener información esencial que contribuye al análisis de las interacciones entre las distintas especies y la actividad pesquera, guiando el desarrollo de planes de manejo basados en el ecosistema, lo cual tiene como objetivo asegurar la salud del ecosistema y la sustentabilidad de los procesos extractivos pesqueros (Pikitch *et al.* 2004, Medina *et al.* 2007, Ferretti *et al.* 2010, Soto-Jiménez 2011, Essington *et al.* 2015, Pethybridge *et al.* 2015). Una de las metodologías ampliamente utilizadas para estudios de dieta son los análisis estomacales. Éstos dan cuenta de lo que realmente consumió el depredador, ya que el encuentro de presas en los estómagos refleja el real consumo de las especies presas. Sin embargo, esta aproximación presenta desventajas al momento del análisis por los diferentes estados de digestión de las presas, dificultando su identificación y cuantificación (Keller *et al.* 2016), existiendo la posibilidad de sobreestimar aquellas presas con estructuras que se digieren más lento, como por ejemplo las estructuras duras de peces y cefalópodos. Por otro lado, los análisis de

isótopos estables entregan inferencias integradas del consumo y el grado de asimilación de la presa (Klarian *et al.* 2017). No obstante, esta técnica presenta limitaciones por la incertidumbre que presentan los modelos, respecto a que las presas incluidas en estos sean efectivamente parte de la dieta (Post 2002). Debido a esto, se ha sugerido el uso complementario del análisis de contenido estomacal y el análisis de isótopos estables con la finalidad de reducir las incertidumbres dietarias y así, entregar una información balanceada de los estudios dietéticos (Keller *et al.* 2016, Klarian *et al.* 2018).

*Ruvettus pretiosus* (Cocco, 1833) (atún negro escofina) y *Lepidocybium flavobrunneum* (Smith, 1843) (atún negro) son especies mesopelágicas que habitan en aguas tropicales y templadas alrededor del mundo (Nakamura & Parin 1993, Pakhorukov & Boltachev 2001, Milessi & Defeo 2002, Kerstetter *et al.* 2008, Vasilakopoulos *et al.* 2011, Viana *et al.* 2012). En el Atlántico norte, estas especies representan un alto valor económico (Keller *et al.* 2016), sin embargo, para aguas del Pacífico, estos peces son capturados de forma incidental en la pesquería del pez espada (Acuña *et al.* 2002, Vega *et al.* 2009), existiendo sólo una pesca dirigida a pequeña escala en el golfo de México y en el Indo-Pacífico (Vasilakopoulos *et al.* 2011, Viana *et al.* 2012). Los escasos estudios tróficos realizados en el Atlántico norte, han descrito que ambas especies son capaces de realizar migraciones verticales durante la noche

dirigiéndose a aguas menos profundas para alimentarse, donde sus principales presas son peces óseos, cefalópodos y crustáceos mesopelágicos (Choy *et al.* 2013, Keller *et al.* 2016). Por otro lado, Keller *et al.* (2016), a través del análisis de isótopos estables observaron un bajo grado de sobreposición del nicho isotópico, donde *R. pretiosus* presenta valores menores de  $\delta^{13}\text{C}$  en comparación con *L. flavobrunneum*.

A pesar de lo relevante que es la información trófica para la formulación de planes de manejo basados en el ecosistema (Pikitch *et al.* 2004, Essington *et al.* 2015), en el océano Pacífico sur oriental los estudios de alimentación de estos depredadores son nulos, por lo que el presente trabajo es la primera aproximación para comprender la trofodinámica de estas especies oceánicas. Por lo tanto, el objetivo de este estudio fue analizar la ecología trófica de estos peces través del uso de análisis de contenido estomacal y de isótopos estables ( $\delta^{13}\text{C}$  y  $\delta^{15}\text{N}$ ) basados en aproximaciones bayesianas.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Todos los ejemplares de *Lepidocybium flavobrunneum* y de *Ruvettus pretiosus* fueron capturados como fauna acompañante en la pesquería de palangre de pez espada (*Xiphias gladius*) entre los 25°-27°S y 75°-77°W durante el 2012. De cada ejemplar se midió la longitud total (LT en cm) y se extrajo el tejido muscular y el estómago, los que fueron congelados a -20°C hasta su posterior análisis.

### ANÁLISIS DE CONTENIDO ESTOMACAL (SCA)

El análisis de las muestras se realizó en el Laboratorio de Salud de Ecosistemas de la Universidad Andrés Bello. Cada estómago fue pesado en una balanza electrónica ( $\pm 0,01$  g) y se procedió a una cuidadosa disección con el objetivo de extraer el contenido. Las presas se separaron cuidadosamente y se identificaron al taxón más bajo posible, registrándose el número y masa para cada especie de las presas. Las presas como peces, crustáceos y moluscos se identificaron, con el apoyo de una lupa estereoscópica, según claves y/o descripciones de la bibliografía especializadas como Cohen *et al.* (1990), Rocha (2003), Nakamura (1986), Palma & Kaiser (1993) y Retamal (2000).

### ANÁLISIS DE ISÓTOPOS ESTABLES (SIA)

Los tejidos de los depredadores y sus presas fueron reducidos hasta ~1 mg y lavados con abundante agua mili-Q. Luego, todas las muestras fueron secadas por 18 h a 60°C, para después extraer el exceso de lípidos con cloroformo:metanol (2:1) en agitación continua por 30 min en tandas de 3 tiempos (Hussey *et al.* 2010). Luego los tejidos fueron lavados con agua mili-Q,

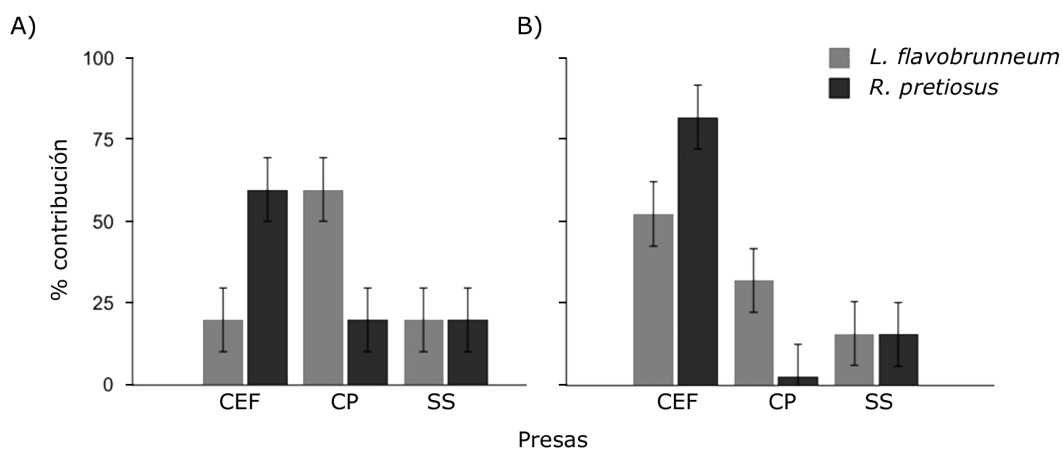
para eliminar cualquier residuo de la solución, y posteriormente fueron reducidos hasta llegar a un rango entre 0,4-0,6 mg. Las muestras fueron analizadas en el Laboratorio de Isótopos Estables de la Universidad Andrés Bello, Viña del Mar, en un espectrómetro de masas en modo de flujo continuo (CF), acoplado a un analizador elemental (EA). Los valores isotópicos fueron reportados en notación de  $\delta$  con sus desviaciones estándar, utilizándose como muestra estándar Pee Dee Belemnite para  $\delta^{13}\text{C}$  y N atmosférico para  $\delta^{15}\text{N}$ . Por lo tanto,  $\delta^{13}\text{C}$  ó  $\delta^{15}\text{N} = [(R \text{ muestra} / R \text{ estándar}) - 1] \times 103$ , donde R es  $^{13}\text{C}/^{14}\text{C}$  ó  $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$  respectivamente. Además, la precisión fue del orden de  $\pm 0,1\%$  para  $\delta^{13}\text{C}$  y  $\delta^{15}\text{N}$ .

### ANÁLISIS DE DATOS

Las presas fueron separadas en tres grupos: Cefalópodos (CEF), *Cubiceps pauciradiatus* (CP) y *Scomberesox saurus* (SS). Se calculó la importancia de las presas a través del Índice Geométrico,  $IG = \%F + \%N + \%P / \sqrt{3}$  (Assis 1996), que provienen de los valores de frecuencia (F), número (N) y peso (P). En tanto, para el cálculo de la contribución dietaria de las presas, se usó el paquete MixSiar: 'Bayesian Mixing Models in R' (Moore & Semmens 2008, Stock & Semmens 2013) que se basa en modelos de mezcla con parsimonia Gaussiana con una mixtura, los cuales fueron expresados en valores promedios por cada individuo. Además, para obtener una mejor estimación de la contribución de las presas, se usaron como valores *a priori* los resultados de %IG. Para estimar el tamaño del nicho isotópico, se usó un análisis de 'Convex hull' usando el paquete 'SIBER' [Stable Isotope Bayesian Ellipses in R (Layman *et al.* 2007, Jackson *et al.* 2011)]. Así, se estimó el área total de la elipse (TA) y el área estándar de la elipse corregida (SEAc). Conjuntamente, se analizó la sobreposición de SEAc entre ambas especies (Reid *et al.* 2016) a través de la elaboración de múltiples polígonos con el paquete NicheROBER: 'Niche Region and Niche Overlap Metrics for Multidimensional Ecological Niches' (Swanson *et al.* 2015). Para la comparación de los valores de  $\delta^{13}\text{C}$  y  $\delta^{15}\text{N}$  se usó un análisis de PERMANOVA. El método calcula un estadístico pseudo-F análogo al tradicional estadístico F para los modelos multifactoriales univariados, utilizando procedimientos de permutaciones para obtener un valor de *P* (Quinn & Keough 2002).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se analizó el contenido estomacal y los valores isotópicos de 20 atunes negros *R. pretiosus* y 7 atunes negros escofina *Lepidocybium flavobrunneum* con rangos de talla entre los 90 y 153 cm LT y 152 y 172 cm LT, respectivamente. De acuerdo a SCA, se identificó dos grupos de presas para ambas



**Figura 1.** Contribución promedio de las presas en la dieta de *L. flavobrunneum* y *R. pretiosus*. A) análisis estomacal, intervalos; error estándar. B) isótopos estables, intervalos; desviación estándar. CEF: cefalópodos, CP: *Cubiceps pauciradiatus*, SS: *Scomberesox saurus* / Prey contribution on *L. flavobrunneum* and *R. pretiosus* diet's. A) stomach analysis, intervals; standard error. B) stable isotopes, intervals; standard deviation. CEF: cephalopods, CP: *Cubiceps pauciradiatus*, SS: *Scomberesox saurus*

**Tabla 1.** Valores promedio y su desviación estándar (DS) de los isótopos estables de los depredadores y análisis de Convex hull. TA: área total de la elipse; SEAc, área estándar de la elipse corregida; Rango C, indicador del hábitat empleado para alimentarse; Rango N, indicador de la amplitud de niveles tróficos de las presas / Mean values and their standard deviation (SD) from stable isotopes of predators and Convex hull analysis. TA: ellipse total area; SEAc, corrected standard ellipse area; Rango C, feeding habitat; Rango N, indicator of prey trophic levels

	$\delta^{13}\text{C} \pm \text{DS}$	$\delta^{15}\text{N} \pm \text{DS}$	TA	SEAc	Rango C	Rango N
<i>L. flavobrunneum</i>	$-16,4 \pm 0,9$	$20,3 \pm 1,2$	4,23	3,65	2,28	3,22
<i>R. pretiosus</i>	$-15,6 \pm 0,6$	$22,3 \pm 0,7$	1,13	1,78	1,71	1,63

especies depredadoras. Los cefalópodos correspondieron a las especies *Dosidicus gigas*, *Todarodes filippovae* y *Histioteuthis* sp, y peces con *Cubiceps pauciradiatus* y *Scomberesox saurus*. El principal ítem alimenticio de *R. pretiosus* fue *C. pauciradiatus* con un 60%IG, y de *L. flavobrunneum* fueron cefalópodos con un 60%IG (Fig. 1A). Por otro lado, las inferencias tróficas obtenidas a través del modelo de mezcla sugirieron que el grupo que aportó más en la dieta de *L. flavobrunneum* fue el de los cefalópodos ( $52\% \pm 0,35$ ), seguido por *C. pauciradiatus* ( $32\% \pm 0,33$ ) y en menor proporción *S. saurus* ( $16\% \pm 0,25$ ) (Fig. 1B). En tanto, para *R. pretiosus* la mayor contribución fue de cefalópodos ( $82\% \pm 0,16$ ), seguido por *S. saurus* ( $16\% \pm 0,15$ ) y finalmente por *C. pauciradiatus* ( $3\% \pm 0,08$ ) (Fig. 1B).

El análisis de Convex Hull indicó que *L. flavobrunneum*, tuvo mayores valores de SEAc, Rango N y Rango C, en comparación con *R. pretiosus*, lo cual indica que el atún negro

es una especie que presenta una mayor diversidad trófica (Tabla 1). Cuando se compararon los valores de  $\delta^{13}\text{C}$  entre ambos depredadores, el análisis de PERMANOVA mostró que no existieron diferencias significativas ( $P=0,1075$ ), sugiriendo que estos depredadores harían uso de un mismo ambiente para alimentarse. Por otro lado, los valores significativos encontrados en  $\delta^{15}\text{N}$  y provenientes del análisis de PERMANOVA ( $P=0,0085$ ), apoyó las diferencias encontradas con el modelo de mezcla, respecto a las diferencias en el aporte promedio a la dieta de parte de las presas, mientras que al evaluar los nichos isotópicos, no se registró superposición. Sin embargo, el análisis de probabilidad, mostró que existe una probabilidad del 20,1% de que el atún negro pueda ser encontrado dentro del polígono del atún negro escofina y, un 49,6% de que esta última especie sea encontrada dentro del polígono del atún negro.

Este trabajo da cuenta que estos depredadores se alimentan principalmente entre las zonas mesopelágicas y epipelágicas.

Sin embargo, el atún negro podría presentar una tendencia a aguas más superficiales, de acuerdo a los valores isotópicos de  $\delta^{13}\text{C}$  más bajos (Fig. 2). La alimentación de atunes negros presentes en aguas del Pacífico, no difiere con la registrada en el Atlántico, salvo por la presencia de crustáceos reportado por Keller *et al.* (2016). *Ruvettus pretiosus* y *Lepidocybium flavobrunneum* presentaron diferencias en términos de importancia de ítem presas, estrategias de alimentación y el uso hábitat, determinando una baja superposición de nichos isotópicos. En este sentido, el nicho isotópico se entiende como una simplificación de la definición de Hutchinson (1957), en donde las n-dimensiones son determinadas por el número de isótopos, los cuales incorporan factores bióticos y abióticos que generalmente influyen en el flujo de elementos a través de los sistemas biológicos (Yeakel *et al.* 2016). Por lo tanto, la baja probabilidad de superposición entre el atún negro y el atún negro escofina podría deberse, no sólo a la abundancia de presas en la dieta, sino también al uso del hábitat (Bearhop *et al.* 2004, Newsome *et al.* 2007). De hecho, este estudio sitúa al atún negro como un depredador mesopelágico debido a sus valores de  $\delta^{13}\text{C}$  cercanos a -15 y al atún negro escofina como un depredador batipelágico. Los resultados de este estudio sugieren que *L. flavobrunneum* podría ser un depredador que realiza migraciones verticales contrariamente a lo registrado para *R. pretiosus* (Nakamura & Parin 1993, Yamamura 1997, Pakhorukov & Boltachev 2001, Kerstetter *et al.* 2008, Vasilakopoulos *et al.* 2011, Viana *et al.* 2012).

Las diferencias detectadas entre las metodologías respecto a la contribución de cada ítem presa en la dieta de estos peces, podría deberse a la condición de degradación de las presas y sesgos que proporcionan los estómagos (Lopez *et al.* 2013), en tanto que los isótopos estables entregan valores de la asimilación acumulada de una presa consumida (Keller *et al.* 2016), descartando el sesgo de degradación, de esta forma, es de utilidad el uso de ambas técnicas para mejorar el entendimiento de las tramas tróficas. Finalmente, se destaca que este trabajo es la primera aproximación al uso de ambas técnicas para entender la ecología trófica de *Ruvettus pretiosus* y *Lepidocybium flavobrunneum* para la zona del Pacífico sur, siendo dos especies poco estudiadas y que, sin embargo, forman parte regular de la fauna acompañante de la pesquería del pez espada en aguas oceánicas de Chile central (Acuña *et al.* 2002, Vega *et al.* 2009, Zárata *et al.* 2017).

#### AGRADECIMIENTOS

CC-C y SK agradecen al Profesor Dr. Roberto Meléndez Cortés, quien dejó una profunda huella académica y científica, dejando valores de respeto y llevando con humildad nuestros logros científicos. Este trabajo fue financiado por el proyecto IFOP-SUBPESCA-2013: 'Situación de los recursos altamente migratorios temporada de pesca año 2012'.

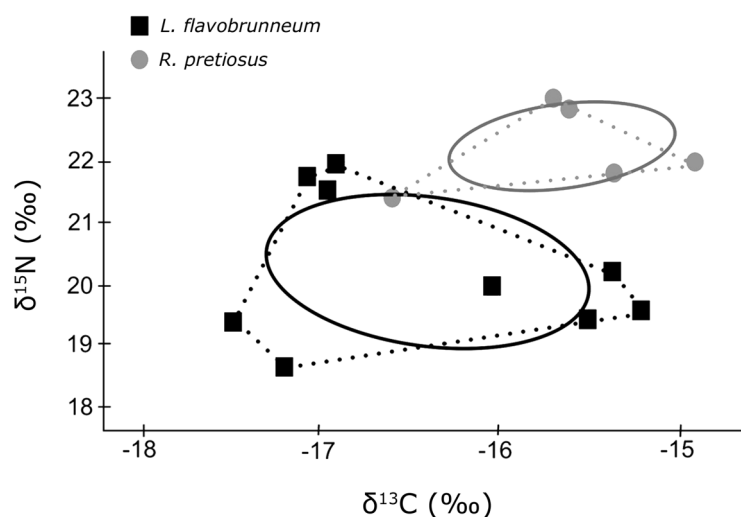


Figura 2. Nicho isotópico de *L. flavobrunneum* y *R. pretiosus*. Línea punteada corresponde al área total de la elipse (TA); Línea continua corresponde al área estándar corregida de la elipse (SEAc) / The isotopic niche of *L. flavobrunneum* and *R. pretiosus*. Dotted line in ellipse total area (TA); Continuous line corresponds to the corrected standard area of the ellipse (SEAc)

## LITERATURA CITADA

- Acuña E, JC Villarroel & R Grau. 2002.** Fauna íctica asociada a la pesquería de pez espada (*Xiphias gladius* Linnaeus). *Gayana* 66(2): 263-267.
- Assis C. 1996.** A generalized index for stomach content analysis in fish. *Scientia Marina* 60: 385-389.
- Bearhop S, CE Adams, S Waldron, RA Fuller & H MacLeod. 2004.** Determining trophic niche width: a novel approach using stable isotope analysis. *Journal of Animal Ecology* 73: 1007-1012.
- Bruno JF & MI O'Connor. 2005.** Cascading effects of predator diversity and omnivory in a marine food web. *Ecology Letters* 8: 1048-1056.
- Choy CA, E Portner, M Iwane & JC Drazen. 2013.** Diets of five important predatory mesopelagic fishes of the central North Pacific. *Marine Ecology Progress Series* 492: 169-184.
- Cohen DMD, T Inada, T Iwamoto & N Scialabba. 1990.** *FAO species catalogue. Vol. 10. Gadiform fishes of the world (Order Gadiformes). An annotated and illustrated catalogue of cods, hakes, grenadiers and other gadiform fishes known to date.* *FAO Fisheries Synopsis* 125(10): 1-442.
- Essington TE, PE Moriarty, HE Froehlich, EE Hodgson, LE Koehn, KL Oken, MC Siple & CC Stawitz. 2015.** Fishing amplifies forage fish population collapses. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 112: 6648-6652.
- Ferretti F, B Worm, GL Britten, MR Heithaus & HK Lotze. 2010.** Patterns and ecosystem consequences of shark declines in the ocean. *Ecology Letters* 13: 1055-1071.
- Field JC, AD MacCall, RW Bradley & WJ Sydeman. 2010.** Estimating the impacts of fishing on dependent predators: a case study in the California Current. *Ecological Applications* 20: 2223-2236.
- Hussey NE, MA MacNeil & AT Fisk. 2010.** The requirement for accurate diet-tissue discrimination factors for interpreting stable isotopes in sharks. *Hydrobiologia* 654: 1-5.
- Hutchinson GE. 1957.** Concluding remarks. *Cold Spring Harbor Symposia on Quantitative Biology* 22(2): 415-427.
- Jackson AL, R Inger, AC Parnell & S Bearhop. 2011.** Comparing isotopic niche widths among and within communities: SIBER - Stable Isotope Bayesian Ellipses in R. *Journal of Animal Ecology* 80: 595-602.
- Klarian S, C Canales-Cerro, P Barría, P Zárate, F Concha, S Hernández, M Heidemeyer, P Sallaberry-Pincheira & R Meléndez. 2018.** New insights on trophic ecology of blue (*Prionace glauca*) and mako shark (*Isurus oxyrinchus*) from the oceanic eastern South Pacific. *Marine Biology Research* 14(2): 173-182. <doi: 10.1080/17451000.2017.1396344>
- Keller HR, AC Hirons & DW Kerstetter. 2016.** Combined stomach content and  $\delta^{13}\text{C}/\delta^{15}\text{N}$  analyses of oilfish, escolar, snake mackerel and lancetfish in the western North Atlantic. *Marine Ecology* 37: 727-736.
- Kerstetter DW, PH Rice & ED Prince. 2008.** Behavior of an escolar *Lepidocybium flavobrunneum* in the windward passage as determined by popup satellite archival tagging. *Gulf and Caribbean Research* 20: 97-102.
- Layman CA, DA Arrington, CG Montaña & DM Post. 2007.** Can stable isotope ratios provide for community-wide measures of trophic structure? *Ecology* 88: 42-48.
- Lopez S, G Zapata-Hernández, C Bustamante, J Sellanes & R Meléndez. 2013.** Trophic ecology of the dusky catshark *Bythaelurus canescens* (Günther, 1878) (Chondrychthyes: Scyliorhinidae) in the southeast Pacific Ocean. *Journal of Applied Ichthyology* 29: 751-756.
- Medina M, H Arancibia & S Neira. 2007.** Un modelo trófico preliminar del ecosistema pelágico del norte de Chile (18°20'S-24°00'S). *Investigaciones Marinas* 35: 25-38.
- Milessi AC & O Defeo. 2002.** Long-term impact of incidental catches by tuna longlines: The black escolar (*Lepidocybium flavobrunneum*) of the southwestern Atlantic Ocean. *Fisheries Research* 58: 203-213.
- Moore JW & BX Semmens. 2008.** Incorporating uncertainty and prior information into stable isotope mixing models. *Ecological Letters* 11: 470-480.
- Nakamura I. 1986.** Important fishes trawled off Patagonia, 369 pp. *Japan Marine Fishery Resource Research Center, Tokyo.*
- Nakamura I & N Parin. 1993.** *FAO species catalogue. Vol. 15. Snake mackerels and cutlassfishes of the world (Families Gempylidae and Trichiuridae). An annotated and illustrated catalogue of the snake mackerels, snoeks, escolars, gemfishes, sackfishes, domine, oilfish, cutlassfishes, scabbardfishes, hairtails and frostfishes known to date.* *FAO Fisheries Synopsis* 125(15): 1-136.
- Newsome S, C Martinez del Rio, S Bearhor & DL Phillips. 2007.** A niche for isotopic ecology. *Frontiers in Ecology and the Environment* 5: 429-436.
- Pakhorukov N & A Boltachev. 2001.** On the distribution and behavior of the oilfish *Ruvettus pretiosus* (Gempylidae) over seamounts. *Journal of Ichthyology* 41: 755-760.
- Palma S & K Kaiser. 1993.** *Plancton marino de aguas chilenas, 151 pp. Ediciones Universitarias de Valparaíso, Valparaíso.*
- Pethybridge HR, JW Young, PM Kuhnert & JH Farley. 2015.** Using stable isotopes of albacore tuna and predictive models to characterize bioregions and examine ecological change in the SW Pacific Ocean. *Progress in Oceanography* 134: 293-303.
- Pikitch EK, C Santora, EA Babcock, A Bakun, R Bonfil, DO Conover, P Dayton, P Doukakis, D Fluharty, B Heneman, ED Houde, J Link, P Livingston, M Mangel, MK McAllister, J Pope & KJ Sainsbury. 2004.** Ecosystem-based fishery management. *Science* 305 (5682): 346-347.
- Post DM. 2002.** Using stable isotopes to estimate trophic position: models, methods, and assumptions. *Ecology* 83: 703-718.

- Quinn GP & MJ Keough. 2002.** Experimental design and data analysis for biologists, 537 pp. Cambridge University Press, New York.
- Reid W, C Sweeting, B Wigham, R McGill & N Polunin. 2016.** Isotopic niche variability in macroconsumers of the East Scotia Ridge (Southern Ocean) hydrothermal vents: What more can we learn from an ellipse? *Marine Ecology Progress Series* 542: 13-24.
- Retamal M. 2000.** Catálogo multimedia de los crustáceos decápodos de Chile. World Biodiversity Data Base CD ROM Series. ETI- Universidad de Concepción. [CD-ROM]
- Rocha F. 2003.** Biología, ecología, cultivo y pesquerías de cefalópodos. Curso de Postgrado, 207 pp. Universidad Austral de Chile, Instituto de Investigaciones Marinas (CSIC), Valdivia/Vigo.
- Soto-Jiménez MF. 2011.** Transferencia de elementos traza en tramas tróficas acuáticas. *Hidrobiología* 21: 239-248.
- Stevens J, R Bonfil, NK Dulvy & PA Walker. 2000.** The effects of fishing on sharks, rays, and chimaeras (Chondrichthyans), and the implications for marine ecosystems. *ICES Journal of Marine Science* 57: 476-494.
- Stock BC & BX Semmens. 2013.** MixSIAR GUI User Manual. Version 3.1. <<https://github.com/brianstock/MixSIAR>>
- Swanson HK, M Lysy, M Power, A Starko, JD Johnson & J Reist. 2015.** A new probabilistic method for quantifying n-dimensional ecological and niche overlap. *Ecology* 96: 318-324.
- Vasilakopoulos P, M Pavlidis & G Tserpes. 2011.** On the diet and reproduction of the oilfish *Ruvettus pretiosus* (Perciformes: Gempylidae) in the eastern Mediterranean. *Journal of the Marine Biological Association of United Kingdom* 91: 873-881.
- Vega R, R Licandeo, G Rosson & E Yáñez. 2009.** Species catch composition, length structure and reproductive indices of swordfish (*Xiphias gladius*) at Easter Island zone. *Latin American Journal of Aquatic Research* 37(1): 83-95.
- Viana DDL, M Tolotti, M Porto, RJ Araújo, T Vaske Jr & FH Hazin. 2012.** Diet of the oilfish *Ruvettus pretiosus* (Perciformes: Gempylidae) in the Saint Peter and Saint Paul archipelago, Brazil. *Brazilian Journal of Oceanography* 60: 181-188.
- Yamamura O. 1997.** Scavenging on discarded saury by demersal fishes off Sendai Bay, northern Japan. *Journal of Fish Biology* 50: 919-925.
- Yeakel JD, U Bhat, EA Smith & SD Newsome. 2016.** Exploring the isotopic niche: Isotopic variance, physiological incorporation, and the temporal dynamics of foraging. *Frontiers in Ecology and Evolution* 4: 1-16.

---

Recibido el 28 de octubre de 2017 y aceptado el 24 de enero 2018

Editor: Claudia Bustos D.