

## Relaciones entre la morfometría del pico y tamaño de los calamares *Lolliguncula panamensis*, *L. argus* y *L. diomedea* en el Pacífico Mexicano, con una clave de picos

José Pablo Gómez Porras<sup>1</sup>, Pedro Cervantes Hernández<sup>2</sup>,  
Sairi Sarai León-Guzmán<sup>3</sup>, José Luis Gómez-Márquez<sup>4</sup>  
& María del Carmen Alejo-Plata<sup>2\*</sup>

### Resumen

Los calamares de la familia Loliginidae son presa importante de peces pelágicos, no obstante su identificación en contenidos gástricos no ha sido adecuada debido a que su cuerpo carnoso se digiere rápidamente y sólo estructuras duras como el pico y el gladio resisten la digestión. Los picos están formados de quitina y mantiene su forma tras la digestión, además sus dimensiones y morfología pueden servir para identificar especies presa. Sin embargo; no existen claves de identificación para las especies de loliginidos que se distribuyen en el Pacífico Oriental Tropical. El presente estudio tiene como objetivo producir una clave ilustrada para identificar picos de calamares del género *Lolliguncula*: *L. panamensis*, *L. argus* and *L. diomedea*, además analizar las relaciones entre la morfometría del pico y las dimensiones del calamar para desarrollar fórmulas de retro-cálculo que permitan estimar el tamaño de la presa. Durante la temporada de pesca del camarón 2017-2018 en el Golfo de Tehuantepec, México se recolectaron 277 calamares de la fauna acompañante, se midió la longitud dorsal de manto (LM) y peso total (PT) de cada calamar, se removió el pico

### Abstract

Squids of the Loliginidae family are important prey for pelagic fish; however, these squids have not been adequately identified in the fishes' gastric contents because their fleshy body is digested quickly, and only hard structures such as the beak and the gladium resist digestion. The beaks are made of chitin and maintain their shape after digestion, so their dimensions and morphology can be used to identify prey species. However, there are no identification keys for Loliginidae species that are distributed in the Eastern Tropical Pacific Ocean. The present study aims to produce an illustrated key to identify squid beaks of the genus *Lolliguncula*: *L. panamensis*, *L. argus* and *L. diomedea*, in addition to analyzing the relationships between the morphometry of the beak and the dimensions of the squid to develop retro-calculation formulas to estimate the size of the dam. During the 2017-2018 shrimp fishing season in the Gulf of Tehuantepec, Mexico, 277 squids were collected among the surrounding fauna. The dorsal length of their mantle (LM) and the total weight (PT) of each squid were measured; additionally, their beaks

<sup>1</sup> Licenciatura en Biología Marina, Universidad del Mar, Campus Puerto Ángel. Ciudad Universitaria, Puerto Ángel C.P. 70910, Oaxaca, México.

<sup>2</sup> Instituto de Recursos, Universidad del Mar, Campus Puerto Ángel. Ciudad Universitaria, Puerto Ángel, Oaxaca, México.

<sup>3</sup> Posgrado en Ecología Marina, Universidad del Mar, Campus Puerto Ángel. Ciudad Universitaria, Puerto Ángel, Oaxaca, México.

<sup>4</sup> Facultad de Estudios Profesionales Zaragoza, Universidad Nacional Autónoma de México. Av. Ejército de Oriente 66, Iztapalapa, CP. 09230, Ciudad de México, México.

\* Autor de correspondencia: [plata@angel.umar.mx](mailto:plata@angel.umar.mx) (MCAP)

y se obtuvieron medidas de la mandíbula superior e inferior. A partir de un análisis de correspondencia, se presentan las diferencias morfológicas entre las tres especies. De este modo, los resultados derivados de este estudio pueden usarse como una herramienta conveniente para identificar a las especies del género *Lolliguncula* que se distribuyen en el Pacífico Oriental Tropical. Además, los modelos de regresión alométrica entre el tamaño del pico versus LM y PT pueden generar estimaciones de la biomasa consumida por sus depredadores.

**Palabras clave:** Calamares, variables morfológicas de los picos, retrocálculo.

**Recibido:** 03 de febrero de 2019

were removed, and measurements of the upper and lower jaws were recorded. From a correspondence analysis, morphological differences between the three species are provided; thus, the results derived from this study can be used as a convenient tool to identify the species of the genus *Lolliguncula* that are distributed in the Eastern Tropical Pacific. Furthermore, allometric regression models between LM and PT beak size can generate estimates of the biomass consumed by their predators.

**Key words:** retro-calculation, squid, beak morphological variable

**Aceptado:** 29 de mayo de 2020.

## Introducción

Los calamares son importantes para las redes tróficas de los ecosistemas marinos, ya sea como depredadores de peces pequeños e invertebrados, y como presas de peces pelágicos y demersales, así como aves y mamíferos marinos (Xavier & Cherel 2009). Además, son abundantes en la dieta de depredadores pelágicos (Olson & Galván-Magaña 2002, Abitia-Cárdenas *et al.* 2010, Staudinger *et al.* 2013, Alejo-Plata *et al.* 2014, Ruiz-Pérez *et al.* 2016). Debido a que tienen un cuerpo carnoso son rápidamente digeridos (Olson & Galván-Magaña 2002), sólo los picos quitinosos resisten la digestión y mantienen su forma, y son los más usados para la identificación de especies (Santos *et al.* 2001, Lu & Ickeringill 2002). Además, los atributos de la morfología del pico brindan la oportunidad de identificar tanto la presa, como calcular su tamaño y el grado de biomasa consumida por el depredador (Lu & Ickeringill 2002).

En este sentido, las relaciones alométricas de las dimensiones del pico con respecto a la longitud de manto pueden ser de gran ayuda para evaluar las interacciones tróficas y las relaciones depredador-presa, generando una ecuación predictiva para estimar la longitud del calamar a partir de la dimensión del pico (Lu & Ickeringill 2002, Staudinger *et al.* 2013).

Al respecto, la identificación de los picos es bien conocida para muchas especies de calamares oceánicos, actualmente existen guías

de identificación de picos y retro-cálculo de la talla. Contrariamente, los picos de las especies de calamares loliginidos muestran poca variación con deficientes rasgos distintivos (Clarke 1986), sólo hay información en el Pacífico Oriental Tropical para *Doryteuthis opalescens* Berry, 1911 (Wolff 1982, 1984). Los calamares de la familia Loliginidae, son organismos de pequeño tamaño que forman cardúmenes, se distribuyen en regiones costeras, hasta el borde de la plataforma continental, realizando migraciones horizontales y verticales (Sauer *et al.* 2000, Rodhouse *et al.* 2014), su mayor abundancia se ha registrado entre los 5 y 30 m de profundidad y temperaturas entre 21-27 °C (Jereb *et al.* 2010).

En el Pacífico Oriental Tropical se distribuyen cuatro especies endémicas de calamares de esta familia: *D. opalescens*, *Lolliguncula argus* (Brakoniecki & Roper 1985), *Lolliguncula panamensis* (Berry 1911) y *Lolliguncula diomedea* (Hoyle 1904). Tienen importancia pesquera potencial y son abundantes en la dieta de diferentes especies de peces pelágicos (Galván-Magaña *et al.* 2013, Alejo-Plata *et al.* 2014).

En este contexto, el presente estudio tiene como objetivo producir una clave ilustrada para la identificación de picos de calamares *Lolliguncula*, además analizar las relaciones entre la morfometría del pico y las dimensiones del calamar, para desarrollar fórmulas de retro-cálculo para estimar el tamaño de la presa y su biomasa.

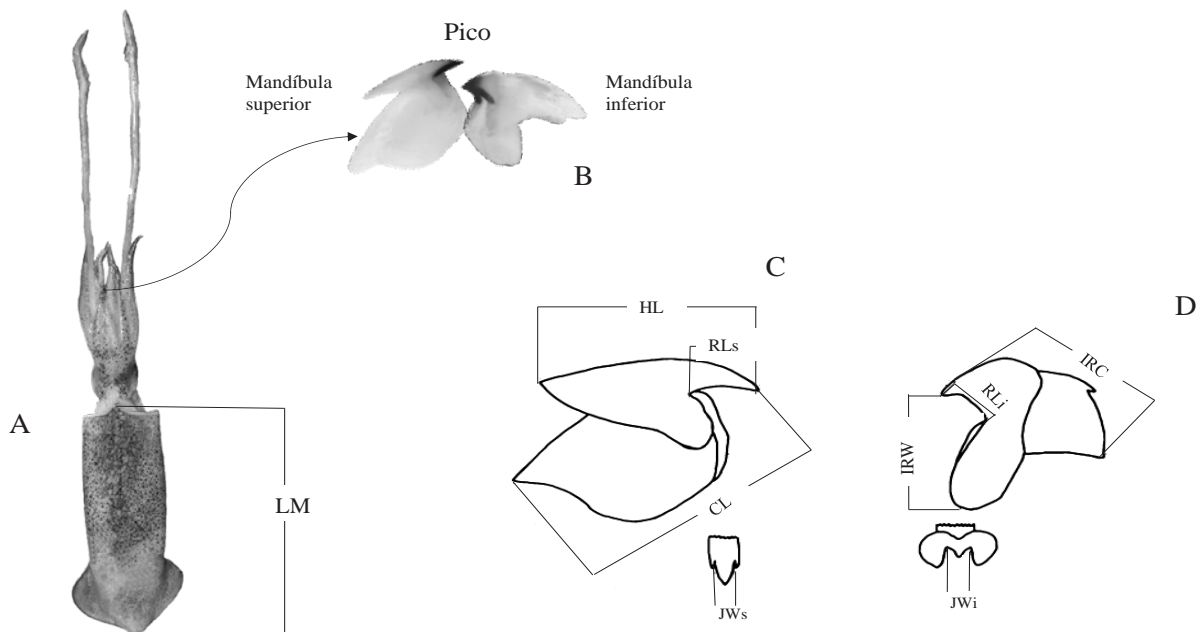
## Material y métodos

Las muestras de calamares fueron obtenidas como fauna acompañante de la pesca de camarón durante la temporada de pesca 2017-2018 en el Golfo de Tehuantepec, México (16°10'N, 95°11'O y 14°41'N, 92°24'O). La captura se realizó con una red de arrastre camaronera (27.4 m en relinga superior con luz de malla de 57.1 mm en el cuerpo y 33.9 mm en el copo; tablas de madera de 25.4 x 152.4 cm); los arrastres tuvieron una duración de 1 hora a una velocidad aproximada de 2 nudos. De cada arrastre se separaron las muestras de calamares de la captura total y fueron congelados.

Los ejemplares de calamares obtenidos fueron descongelados, identificados hasta nivel de especie, con base en la observación de sus caracteres diagnósticos utilizando claves de literatura especializada (Roper *et al.* 1995, Jereb *et al.* 2010, Cardoso & Hochberg 2013). Ejemplares de referencia de cada especie fueron fijados en formol al 10% y preservados en etanol al 70%, este material se dispuso en la colección de cefalópodos de la UMAR.

A cada calamar se le midió la longitud dorsal del manto (LM) con un vernier digital Control Company (precisión 0.01 mm); el peso total (PT) se registró con una balanza digital OHAUS CS2000 (precisión  $\pm 0.1$  g). Posteriormente, en fresco a cada organismo se removió la masa bucal y el pico fue extraído; la limpieza se realizó con un solución de KOH al 0.5 % durante 5 a 10 minutos, monitoreando continuamente para evitar distorsión, después fueron enjuagados con agua destilada y preservados en etanol al 70 % con unas gotas de glicerina. Las dimensiones del de los picos (Fig. 1) fueron obtenidas con un estereomicroscopio Zeiss discovery V y un ocular micrométrico según la metodología de Wolf (1982), para la mandíbula superior: Longitud del rostro (RLs), longitud del capuchón (HL), longitud de la cresta (CL) y ancho del ángulo de la mandíbula (JWs); y mandíbula inferior: Longitud del rostro (RLi), longitud de la cresta (RC), longitud del rostro al ala (RW) y ancho del ángulo de la mandíbula (JWi).

Para describir las relaciones entre las dimensiones del pico y la longitud del manto



**Figura 1.** A-B. Características morfológicas utilizadas para la longitud dorsal del manto (LM) y Pico; C. Mediciones en la mandíbula superior: Longitud del rostro (RLs), longitud del capuchón (HL), longitud de la cresta (CL) y ancho del ángulo de la mandíbula (JWs); D. Mediciones en la mandíbula inferior: Longitud del rostro (RLi), longitud de la cresta (RC), longitud del rostro al ala (RW) y ancho del ángulo de la mandíbula (JWi).

y peso del cuerpo la ecuación usada fue  $Y = c + mX$ ; donde  $Y$  = Longitud dorsal del manto,  $X$  = dimensión del pico,  $m$  = pendiente de la relación,  $c$  = constante estimada. El Logaritmo natural de las dimensiones del pico fue usado para estimar el Ln del peso. Usando el comando PROC UNIVARIATE en SAS, se encontró que todas las variables cumplían con los supuestos de normalidad y no se detectaron valores atípicos. La relación PT-LM se ajustó a un modelo potencial  $PT = a LM^b$ , a y b = constantes estimadas por análisis de regresión lineal. Para determinar si la pendiente b, es igual (crecimiento isométrico) o diferente (crecimiento alométrico) de 3 se aplicó una prueba de pendientes mediante el estadístico t-Student (Zar 1999).

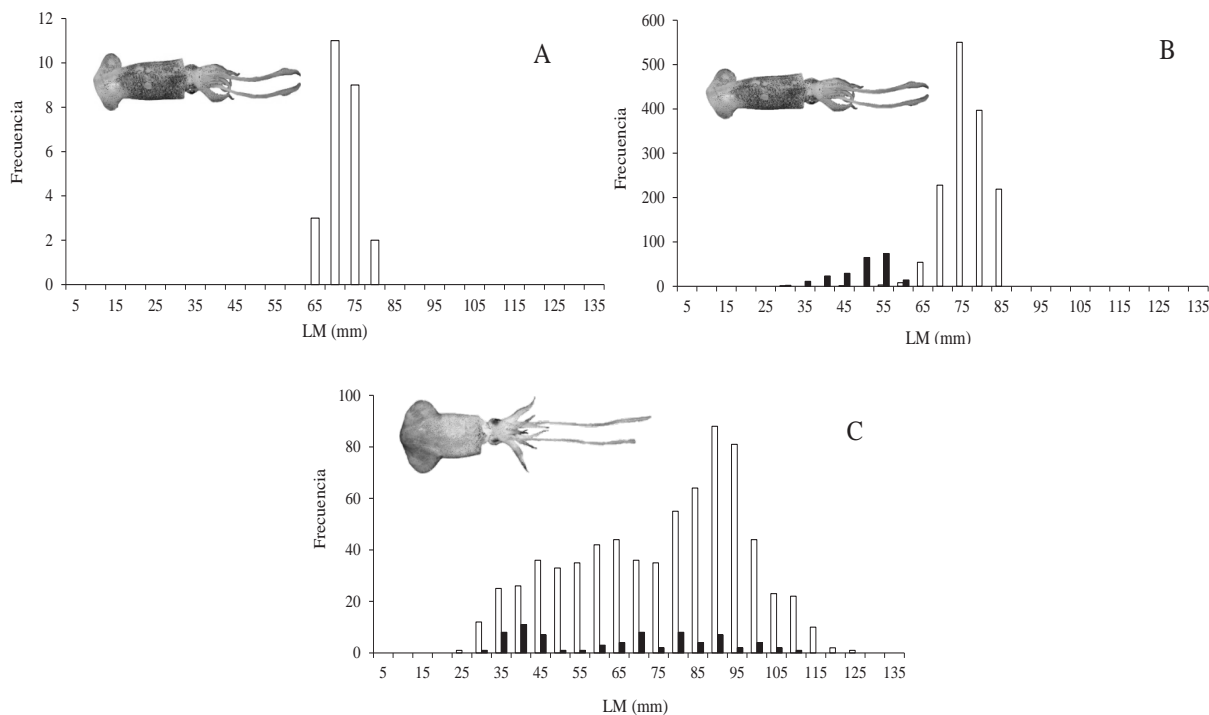
Se realizó un análisis de la varianza de las proporciones entre las diversas medidas de las mandíbulas de las diferentes especies. Posteriormente, se generó un análisis de correspondencia para conocer qué proporción funciona mejor al identificar a *L. argus*, *L. diomedea* y *L. panamensis*. El análisis de discriminante canónico fue utilizado para analizar

la variación morfológica del pico entre especies. Para los análisis se utilizó los paquetes estadísticos Statistica, ver. 7.0 (StatSoft 2007) y SAS, vers. 9.1 (SAS Institute Inc., Cary, NC).

## Resultados

Se analizó un total de 277 calamares, 93 de *L. argus*, 125 de *L. diomedea* y 59 de *L. panamensis*. No se realizó separación por sexos debido a la baja proporción de machos para cada análisis. La longitud dorsal del manto de los organismos analizado fueron de 29.2 a 70.0 mm (Media= 51.2 mm; DE= 10.75) para *L. argus*; 26.34 a 86.4 mm (Media= 53.68 mm; DE= 14.26) en *L. diomedea* y 27.5 a 112.98 mm (Media= 65.64 mm y DE=26.57) para *L. panamensis* (Fig. 2). Respecto a la relación LM-PT, las tres especies presentaron crecimiento alométrico negativo.

Las características del pico más relevantes están detalladas en la tabla I. El análisis estadístico de los datos permitió la descripción de la relación entre las proporciones del pico y



**Figura 2.** Distribución de frecuencia de la longitud dorsal del manto (LM). A) *L. argus*; B) *L. diomedea* y C) *L. panamensis*.

cada una de las especies (Fig. 3). Las proporciones del pico que mejor separan y describen a *L. panamensis*, *L. diomedea* y *L. argus* son RL/CL, JW/CL para la mandíbula superior, IRC/IRL para la inferior (Tabla II). Por otra parte, las dimensiones del pico que se utilizaron para el retro cálculo del tamaño y peso de los calamares, HL y IRC para la mandíbula superior e inferior respectivamente, se eligieron debido a su facilidad de medición y porque

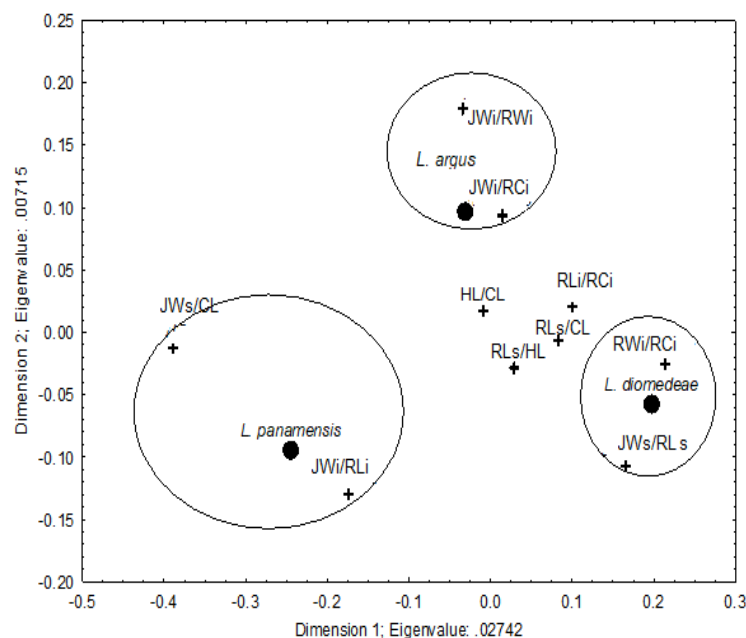
es distintiva en los calamares *Lolliguncula*. Además, en cada caso, la pendiente de la ecuación de regresión fue diferente de cero ( $P < 0.05$ ) y presentó una correlación alta ( $R^2 \geq 0.75$ ) (Tabla II). Por su parte, el análisis de discriminantes reveló que las variables morfológicas del pico, fueron efectivas para discriminar a las especies de *Lolliguncula*. La función canónica 1 explicó 98% de la variabilidad total en los datos (Figura 4).

**Tabla I.** Características descriptivas de los picos de las tres especies de calamares *Lolliguncula* del Pacífico Mexicano.

Mandíbula superior								
Ángulo mandíbula								
	Ángulo	Empotrado	Capuchón	Rostro	Longitud borde rostral	Ala	Punta	Pigmentación
<i>L. diomedea</i>	Agudo	No	1/4 Cresta	largo	1/2 del ala	Rc	Roma	X
<i>L. panamensis</i>	Agudo	Lig.	1/2 Cresta	largo	= ala	Rc	Afilado	X
<i>L. argus</i>	Rcd	Sí	1/2 Cresta	corto	1/3 del ala	Rc	Afilado	X
Mandíbula inferior								
Ángulo mandíbula								
	Ángulo	Empotrado	Capuchón	Rostro	Longitud borde rostral	Ala	Punta	Pigmentación
<i>L. diomedea</i>	Agudo	No	1/3 Cresta	largo	1/2 del ala	RI	Roma	X
<i>L. panamensis</i>	Obtuso	X	1/2 Cresta	largo	1/3 del ala	Rc	Roma	X
<i>L. argus</i>	Ángulo con diente	X	1/2 Cresta	corto	1/3	Rp	Roma	X

Lig.= Ligeramente; Rcd= Recto con diente.

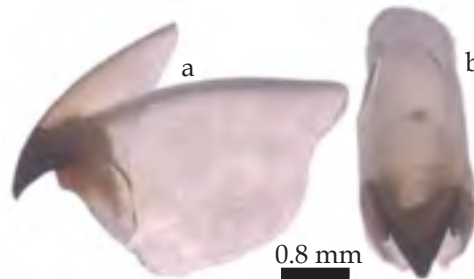
Rc= Redondeada corta; RI= Redondeada larga; Rp= Redondeada prominente.



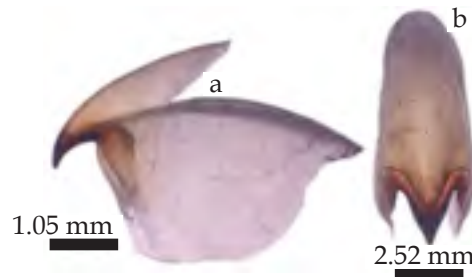
**Figura 3.** Gráfico del análisis de correspondencia, proporciones de las variables de las mandíbulas superior e inferior de tres especies de calamares *Lolliguncula* del Pacífico Mexicano. Mandíbula superior: Longitud del rostro (RLs), longitud del capuchón (HL), longitud de la cresta (CL) y ancho del ángulo de la mandíbula (JWs); mandíbula superior: Longitud del rostro (RLi), longitud de la cresta (RC), longitud del rostro al ala (RW) y ancho del ángulo de la mandíbula (JWi).

**Tabla II.** Clave de identificación de picos de la mandíbula superior e inferior de tres especies de calamares *Lolliguncula* del Pacífico Mexicano.

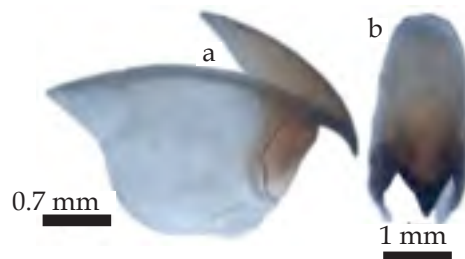
1a. Mandíbula superior.....2  
 1b. Mandíbula inferior.....5  
 2a. Ángulo de la mandíbula superior empotrado .....3  
 2b. Ángulo de la mandíbula superior no empotrado .....4  
 3a.  $RLs/CL > 0.13$  (IC.05 =  $0.151 \pm 0.004$ ).....*Lolliguncula argus*  
 Ángulo de la mandíbula empotrado, con diente



3b.  $RLs/CL < 0.13$  (IC.05 =  $0.152 \pm 0.006$ ).....*Lolliguncula panamensis*  
 Ángulo de la mandíbula ligeramente empotrado



4a.  $JWs/CL > 0.19$  (IC.05 =  $0.175 \pm 0.005$ ).....*Lolliguncula panamensis*  
 4b.  $JWs/CL < 0.19$  (IC.05 =  $0.1587 \pm 0.003$ ).....*Lolliguncula diomedea*  
 Ángulo agudo

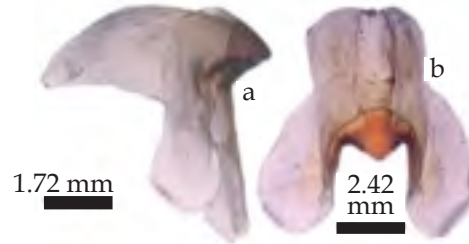


5a.  $RC/RLi > 6.55$  (IC.05 =  $6.107 \pm 0.394$ ).....6  
 5b.  $RC/RLi < 6.55$  (IC.05 =  $5.492 \pm 0.178$ ).....*Lolliguncula argus*  
 Ángulo recto con diente



Tabla II. Continuación...

6a.  $RC/RLi > 10.75$  ( $IC.05 = 6.107 \pm 0.394$ ) ..... *Lolliguncula panamensis*  
 Ángulo obtuso



6b.  $RC/RLi < 10.75$  ( $IC.05 = 5.5215 \pm 0.313$ ) ..... *Lolliguncula diomedaeae*  
 Ángulo agudo

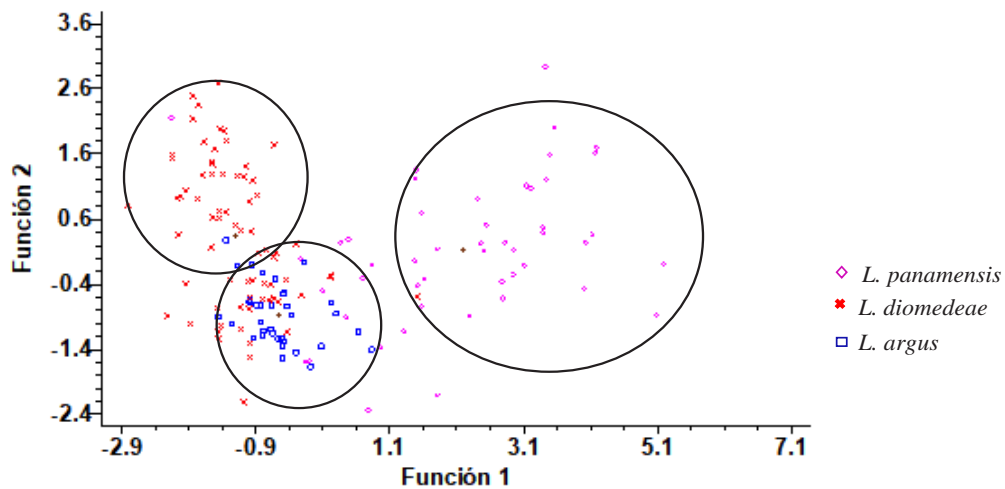
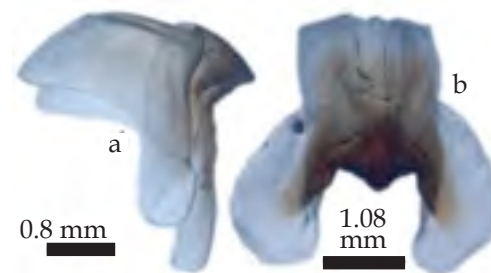


Figura 4. Gráficos discriminantes canónicos de las variables morfológicas del pico de tres especies de calamares *Lolliguncula* del Pacífico Mexicano. Las elipses representan intervalos de confianza del 95% alrededor de los datos de cada especie.

### Discusión

Se considera que es difícil identificar a los cefalópodos en contenidos gástricos en función de sus picos (Xavier *et al.* 2007). Al respecto, en este estudio el análisis de correspondencia mostró poca variación, sin embargo, las diferencias en las variables morfológicas del pico entre las tres especies de calamares estudiados, proporciona una herramienta para

identificarlos. Contrariamente, a los picos de otros grupos de calamares, las especies de calamares loliginidos muestran poca variación con deficientes rasgos distintivos (Clarke 1986). En este estudio se plantea que las proporciones que mejor separan y describen a las especies *Lolliguncula* son:  $RL/CL$ ,  $JW/CL$  para la mandíbula superior,  $IRC/IRL$  para la inferior y no corresponden a las propuestas por Wolff (1982, 84) para otras familias de

calamares. Cabe mencionar que estos autores no incluyen en sus claves de identificación a especies del género *Lolliguncula* del Pacífico Oriental Tropical.

Así mismo, existen diferencias entre el largo y ancho del pico de las tres especies, resaltan IRC y HL (mandíbula inferior y superior respectivamente) como dimensiones importante en la morfología del pico. Esta dimensión ha sido utilizada por otros estudios (Santos & Haimovici 2000, Lu & Ickeringill 2002, Cheral *et al.* 2004), debido a su facilidad de medición y para permitir la comparación entre especies con trabajos previos.

Al respecto, Clarke & Maddock (1988) sugirieron que la forma del pico podría estar relacionada con afinidades filogenéticas. Esto explica la gran similitud entre los picos de género *Lolliguncula* estudiados, y las evidentes diferencias con *D. opalescens* (Wolff 1984), especie que se distribuye en la región norte del Pacífico Oriental Tropical. En este sentido, las pocas diferencias observadas en las variables morfológicas del pico de *L. panamensis*, *L. diomedea* y *L. argus*, pueden deberse a que no presentan la misma distribución batimétrica (Guzmán-Alonso *et al.* 2020) ni distribución geográfica (Cardoso & Hochberg 2013), en consecuencia su tipo de presas no es el mismo (Obs. Pers.). Tales diferencias en la ecología de la alimentación pueden reflejarse en la forma del pico, considerando que es principalmente una herramienta de alimentación.

Por otra parte, en lugares en donde la sobrepesca y los efectos del cambio climático han mermado a las especies de peces depredadores, los cefalópodos han venido a ocupar su lugar en las redes tróficas por ser especies subdominantes en el ecosistema. Al respecto, Doubleday *et al.* (2016) mencionan que en las últimas seis décadas las poblaciones de cefalópodos han aumentado a nivel mundial, y que en particular los calamares han tenido un incremento de alrededor del 50% en su abundancia, donde sobresale la familia Loliginidae, considerados como oportunistas ecológicos (Pelc & Jackson 2008).

Para el Pacífico mexicano en diversos

trabajos existe el registro y evidencia de (picos) calamares loliginidos en los contenido gástricos de peces, pero debido a que no existen guías de identificación generalmente se registran como *Lolliguncula* spp. (Markaida & Hochberg 2005, Galván-Magaña *et al.* 2013, Alejo-Plata *et al.* 2014) o son mal identificados, etiquetándolos como otra especie.

De este modo, los resultados derivados de este estudio pueden usarse como una herramienta conveniente para identificar picos de calamares *Lolliguncula* en los contenidos gástricos. Además, presentamos modelos de regresión alométrica entre el tamaño del pico *versus* LM y el peso del cuerpo que pueden generar estimaciones de la biomasa consumida por sus depredadores.

### Agradecimientos

Al Centro Regional de Investigaciones Pesqueras del Instituto Nacional de la Pesca de Salina Cruz y a su personal, por la oportunidad de participar en los viajes de pesca en 2017 y 2018. El financiamiento se obtuvo del proyecto "Calamares: Recurso Pesquero alternativo para la Costa de Oaxaca" (CONACYT-PDCPN-1740). MCAP agradece a SNI-CONACYT.

### Referencias

- Abitia-Cárdenas, L.A., D. Arizmendi-Rodríguez, N. Gudiño-González & F. Galván-Magaña. 2010. Feeding of blue marlin *Makaira nigricans* off Mazatlan, Sinaloa, Mexico. *Latin American Journal of Aquatic Research* 38: 281-285. Doi: 10.3856/vol38-issue2-fulltext-14
- Alejo-Plata, M.C., I. Salgado-Ugarte, J.E. Herrera-Galindo & J. Meraz-Hernando. 2014. Biodiversidad de cefalópodos del Golfo de Tehuantepec, México, determinada a partir de muestreos directos y del análisis de la dieta de peces pelágicos grandes. *Hidrobiológica* 24(1): 57-68. Doi: 10.3354/meps266143
- Cardoso, F. & F.G. Hochberg. 2013. Revision of the genus *Lolliguncula* Streenstrup, 1881 (Cephalopoda: Loliginidae) off the Pacific coast of South America. *Revista Peruana de Biología* 20(2): 129-136.
- Clarke, M.R. & L. Maddock. 1988. Beaks of living coleoid Cephalopoda. Pp. 121-131 *In*: Clarke M.R., Trueman E.R. (eds.), *The Mollusca*. Volume 12. Paleontology and Neontology of Cephalopods. Academic Press, San



- Diego. Doi: 10.1016/B978-0-12-751412-3.50013-9.
- Clarke, M.R. 1986. A Handbook for the Identification of Cephalopod Beaks. Oxford University Press. 273 pp.
- Cherel, Y., A.K. Hobson & N. Gasco. 2004. Cephalopod fauna of subantarctic islands: new information from predators. *Marine Ecology Progress Serie* 266: 143-156.
- Doubleday, Z.A., T.A. Prowse, A. Arkhipkin, G.J. Pierce, J. Semmens, M. Steer, S.C. Leporati, S. Laurencó, A. Quetglas, W. Sauer, & B.M. Gillanders. 2016. Global proliferation of cephalopods. *Current Biology* 26, 387-407. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2016.04.002>
- Galván-Magaña, F., C. Polo-silva, S.B. Hernández-Aguilar, A. Sandoval-Londoño, M.R. Ochoa-Díaz, N. Aguilar-Castro, D. Castañeda-Suárez, A. Cabrera-Chávez-Costa, A. Baigorri-Santa Cruz, E. Torres-Rojas & L.A. Abitia-Cárdenas. 2013. Shark predation on cephalopods in the Mexican and Ecuadorian Pacific Ocean. *Deep-Sea Research II* 95: 52-62. Doi: 10.1016/j.dsr2.2013.04.002i
- Guzmán-Intzin, H.A., C. Alejo-Plata, A.F. González-Acosta & S.S. León-Guzmán. 2020. Distribución, tallas y proporción sexual del calamar *Lolliguncula panamensis* del Golfo de Tehuantepec, México. *Revista ERA* 7(1): 1-11. Doi: 10.19136/era.a7n1.2484.
- Jereb, P., M. Vecchione & C. F. E. Roper. 2010. Family Loliginidae. Pp. 38-117 *In: Cephalopods of the world. An annotated and illustrated catalogue of species known to date*, Vol. 2, P. Jereb & C.F.E. Roper (eds), FAO, Rome. Myopsid and oegopsid Squids. FAO Species Catalogue for Fishery Purposes. No. 4.
- Lu, C. C. & R. Ickerignill. 2002. Cephalopod beak identification and biomass estimation techniques: tools for dietary studies of southern Australian finfishes. *Museum Victoria Science Reports* 6: 1-65. Doi: 10.24199/j.mvsr.2002.06.
- Markaida, U & F.G. Hochberg. 2005. Cephalopods in the diet of swordfish (*Xiphias gladius*) caught off the west coast of Baja California, Mexico. *Pacific Science* 59 (1): 25-41. Doi: 10.1353/psc.2005.0011
- Olson, R.J. & F. Galván-Magana. 2002. Food habits and comparison rates of common dolphinfish (*Coryphaena hippurus*) in the eastern Pacific Ocean. *Fishery Bulletin* 100: 279-298.
- Pecl, G.T., & G.D. Jackson. 2008. The potential impacts of climate change on inshore squid: biology, ecology and fisheries. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 18(4): 373-385. Doi: 10.1007/s11160-007-9077-3
- Rodhouse P. G. K., G. J. Pierce, O. C. Nichols, W. H. Sauer, H. H. Warwick, A. I. Arkhipkin, V. V. Laptikhovskiy, M. R. Lipinski, J. E. Ramos, M. Gras, H. Kidokoro, K. Sadayasu, J. Pereira, E. Lefkaditou, C. Pita, M. Gasalla, M. Haimovici, M. Sakai, N. Downey. 2014. Environmental effects on cephalopod population dynamics. *Advances in Marine Biology*. 67: 99-233. Doi: 10.1016/B978-0-12-800287-2.00002-0
- Roper, C. F. E., M. J. Sweeney & F. G. Hochberg. 1995. Cephalopods. 305-355 *In: Fisher, W., F. Krupp, W. Schneider, C. Somer, K.E. Carpenter & V.H. Niem (eds.), Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca. Pacífico centro-oriental. Volumen I. Plantas e invertebrados*, FAO.
- Ruíz-Pérez, N. E., G. Cerdaneres-Ladrón de Guevara, D. L. López-Herrera y I. R. Altamirano-Ramírez. 2016. Relaciones tróficas entre cinco especies de peces pelágicos que cohabitan en las costas de Oaxaca, México. *Hidrobiológica* 26 (1): 69-77.
- Santos, M. B., M. R. Clarke & G. J. Pierce. 2001. Assessing the importance of cephalopods in the diets of marine mammals and other top predators: problems and solutions. *Fisheries Research* 52: 121-139. Doi: 10.1016/S0165-7836(01)00236-3.
- Santos, R. A. & M. Haimovici. 2000. The Argentine short-finned squid *Illex argentinus* in the food webs of southern Brazil. *Sarsia* 85: 49-60. Doi: 10.1080/00364827.2000.10414554
- Sauer, W. H. H., M. R. Lipinski, C. J. Augustyn. 2000. Tag capture studies of the chokka squid *Loligo vulgaris reynaudii* d'Orbigny, 1845 on inshore spawning grounds on the south-east coast of South Africa. *Fisheries Research* 45:283-289. Doi: 10.1016/S0165-7836(99)00118-6.
- Staudinger, M.D., F. Juanes, B. Salomon & A.K. Teffer. 2013. The distribution, diversity, and importance of cephalopods in top predator diets from offshore habitats of the Northwest Atlantic Ocean. *Deep-Sea Research II* 95: 182-192. Doi: 10.1016/j.dsr2.2012.06.004.
- Wolff, G. A. 1984. Identification and estimation of size from the beaks of 18 species of cephalopods from the Pacific Ocean. *Nature Marine Fisheries. Serv. NOAA. Technical Report*. 17 pp.
- Wolff, G. A. 1982. A beak key for eight eastern tropical Pacific cephalopod species with relationships between their beak dimensions and size. *Fish. Bull., U.S.* 80: 357-370.
- Xavier, J. C. & Y. Cherel. 2009. Cephalopod beak guide for the Southern Ocean, 129 pp. *British Antarctic Survey*
- Xavier, J. C., M. R. Clarke, M. C. Magalhães, G. Stowasser, C. Blanco & Y. Cherel. 2007. Current status of using beaks to identify cephalopods: III International Workshop and training course on Cephalopod beaks, Faial Island, Azores. *Arquipélago* 24: 41-48.
- Zar, J.H. 1999. *Biostatistical analysis*. Prentice Hall, Nueva Jersey, 944 pp.

# UNIVERSIDAD DEL MAR

Campus Huatulco

División de Estudios de Posgrado



## Maestría en Relaciones Internacionales: Medio Ambiente

Líneas de Investigación:

- Conflictos Internacionales y Medio Ambiente
- Consecuencias socio-ambientales del cambio climático
- Delitos ambientales internacionales
- Legislación y normatividad internacional
- Política ambiental internacional

## Maestría en Mercadotecnia Turística

Líneas de Investigación:

- Nuevas Tendencias del Turismo
- Mercadotecnia de Destinos Turísticos
- Perfil del Turista en Bahías de Huatulco
- Ética del Turismo

## Maestría en Derecho Internacional Penal

Líneas de Investigación:

- Crímenes Internacionales
- Jurisdicción Universal
- Instancias Internacionales y Procedimientos Penales Internacionales
- Problemas Actuales de Derecho Internacional Penal, Dogmática y Perspectiva Político-Criminal
- Responsabilidad Internacional por Incumplimiento al Derecho Humanitario

## Informes

Dr. Miguel Ángel Ahumada Sempoal  
Jefe de la División de Estudios de Posgrado  
Tel. (958) 584 3057 Ext. 111  
Fax. (958) 584 3078  
posgrado@huatulco.umar.mx

[www.umar.mx](http://www.umar.mx)