





Distribución, tallas y proporción sexual del calamar *Lolliguncula panamensis* del Golfo de Tehuantepec, México

Distribution, size and sexual proportion of squid *Lolliguncula panamensis* from Gulf of Tehuantepec, Mexico

Hugo Alonso Guzmán-Intzin¹ ,
 María del Carmen Alejo-Plata^{2*} ,
 Adrián Felipe González-Acosta³ ,
 Sairi Sarai León-Guzmán¹ 

¹Posgrado en Ecología Marina, Universidad del Mar, Campus Puerto Ángel.

²Instituto de Recursos, Universidad del Mar, Campus Puerto Ángel. Ciudad Universitaria, CP. 70910. Puerto Ángel, Oaxaca, México.

³Instituto Politécnico Nacional-Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas. Av. Instituto Politécnico Nacional s/n, Col. Playa Palo de Santa Rita, CP. 23096. La Paz, Baja California Sur, México.

*Autor de correspondencia: plata@angel.umar.mx

Artículo científico

Recibido: 29 de noviembre de 2019

Aceptado: 04 de febrero de 2020

Como citar: Guzmán-Intzin HA, Alejo-Plata MC, González-Acosta AF, León-Guzmán SS (2020) Distribución, tallas y proporción sexual del calamar *Lolliguncula panamensis* del Golfo de Tehuantepec, México. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios* 7(1): e2484. DOI: 10.19136/era.a7n1.2484

RESUMEN. En el Golfo de Tehuantepec se desarrolla una intensa actividad pesquera centrada en la captura de camarones y peces demersales. Como parte de la pesca de arrastre de camarones, la captura de *Lolliguncula panamensis* es abundante. El objetivo fue evaluar la distribución, abundancia, estructura de tallas y proporción sexual del calamar dedal *L. panamensis*, en la zona de pesca del camarón en el Golfo de Tehuantepec. Los calamares se recolectaron de la fauna de acompañamiento del camarón, durante noviembre y diciembre de 2017 y febrero (temporada de pesca), mayo, julio y agosto de 2018 (temporada de veda); a partir de cinco viajes y 156 lances de pesca de altamar, realizados a bordo de embarcaciones camaronerías comerciales. Se recolectaron 746 hembras (21 a 110 mm Longitud del manto, LM) y 76 machos (21 a 93 mm LM), con la mayor abundancia (94.5%), entre los 20 y 30 m de profundidad. Las hembras dominaron la proporción sexual (1M:7H $\chi^2 = 248.81$, $p < 0.05$), mientras que las diferencias en talla y peso entre ambos sexos, fueron significativas (K-S, $p < 0.05$). La abundante captura de esta especie en el Golfo de Tehuantepec, principalmente durante la veda del camarón (temporada de lluvias), sugiere la importancia de este calamar como un recurso potencial explotable y una alternativa para los pescadores durante la veda de otros recursos como el camarón y tiburón; así como una fuente de proteínas complementarias para las poblaciones locales.

Palabras clave: Chiapas, fauna de acompañamiento del camarón, pesquerías potenciales, Oaxaca.

ABSTRACT. An intense fishing activity focused to the capture of shrimp and demersal fishes is developed in the Gulf of Tehuantepec (Mexico). As part of the shrimp trawl fishing the capture of the *Lolliguncula panamensis* is very abundant. Assess the distribution, abundance, size structure and sexual proportion of the Panama brief squid, in the gulf of Tehuantepec, México. The squids specimens were collected through bycatch shrimp trawlers during November and December 2017, and February (fishing season), May, July and August 2018 (closed fishing season); from five fishing open ocean trips (156 fishing sets). A total of 746 females (21 to 110 mm Mantle length, LM) and 76 males (21 to 93 mm LM) were caught, with the highest abundance (94.5%) between 20 and 30 m deep. Sexual proportion was predominated by females (1M:7H $\chi^2 = 248.81$, $p < 0.05$), whereas size-weight relationship differences were significant (K-S, $p < 0.05$). The abundant capture of *L. panamensis* in the Gulf of Tehuantepec, mainly during the fishing shrimp season (rainy season), suggests the importance of the Pacific brief squid as a potential exploitable resource as well as an alternative for fishermen during the fishing closure of resources like shrimp and sharks. Likewise, represents a complementary source of proteins for local populations.

Key words: By-catch shrimp fishery, Chiapas, potential fisheries, Oaxaca.

INTRODUCCIÓN

El Golfo de Tehuantepec (GT) es una región de gran complejidad ecológica e intensa producción pesquera en el Pacífico oriental tropical [POT] (Gallegos-García y Barberán-Falcón 1998). En el GT se desarrolla una intensa actividad pesquera, dirigida a la captura y aprovechamiento de recursos con alto valor económico, como el camarón y peces demersales (Tapia-García *et al.* 1994). En este contexto, las redes de arrastre utilizadas por la flota camaronera son eficientes para la captura de las tallas requeridas de camarón, lo que coadyuva al cuidado de las poblaciones de este recurso (DOF 2013). Pero debido a que la actividad de pesca se efectúa en áreas cercanas a la costa, donde se concentra una gran diversidad y abundancia de especies de peces e invertebrados, estos quedan atrapados incidentalmente en las redes de pesca (Tapia-García *et al.* 1994). Debido a que forman parte de la fauna de acompañamiento del camarón (FAC), la que por lo general no constituye el objeto principal de aprovechamiento de la pesquería (Alverson *et al.* 1994).

Como parte de la FAC, en el GT se capturan tres especies de calamares de la familia Loliginidae: *Lolliguncula argus* Brakoniecki y Roper, 1985, *L. diomedea* Hoyle, 1904 y *L. panamensis* Berry, 1911. Cuando la captura de calamares es muy abundante, los ejemplares de mayor tamaño se comercializan para consumo en restaurantes locales, o son utilizados como carnada para la pesca de otras especies (Alejo-Plata *et al.* 2001). Por lo que estas especies de calamar pueden considerarse como un recurso con potencial pesquero para la región por su abundancia (Alejo-Plata *et al.* 2015).

El calamar dedal (*L. panamensis*) es una especie nerítica que habita en el POT, desde el Golfo de California en México hasta Perú, principalmente sobre la plataforma y talud continental, a profundidades entre 16 y 65 m (Sánchez 2003). De las especies de loliginidos que habitan el POT, el calamar dedal es el más robusto y de mayor talla, por lo que es un recurso potencial y de interés pesquero (Alejo-Plata *et al.* 2001, Jereb *et al.* 2010). Debido a lo anterior esta especie ha sido objeto de

estudios sobre su taxonomía (Cardozo y Hochberg 2013), hábitos de alimentación (Arizmendi-Rodríguez *et al.* 2011), reproducción (Arizmendi-Rodríguez *et al.* 2012a), así como abundancia y distribución (Arizmendi-Rodríguez *et al.* 2012b).

A pesar de su captura recurrente y abundancia como parte de la FAC en el GT, el conocimiento sobre los aspectos de la biología y dinámica poblacional del calamar dedal es poco. Por lo que el objetivo del presente estudio fue conocer la distribución, abundancia, estructura de tallas y proporción sexual de *L. panamensis* en la zona de pesca del camarón en el GT, México.

MATERIALES Y MÉTODOS

El GT es un área tropical del sureste de México, se encuentra entre los 14° 30' - 16° 10' LN y 92° 25' - 98° 08' LO; con longitud aproximada de 209 km, y se caracteriza por la presencia de extensas barreras arenosas en su litoral. De mayo a junio se tienen tormentas tropicales y huracanes, que se extiende de octubre a noviembre (Reyes y Mejía-Trejo 1991). Un fenómeno de gran importancia en el GT es el arribo entre noviembre y abril, de vientos del Norte o Tehuanos con intensidades mayores 10 ms⁻¹ y duración típica de 2 a 6 días (Romero-Centeno *et al.* 2003). Estos episodios de viento contribuyen a que las aguas del golfo sean relativamente productivas y frías comparadas con sus alrededores (Ortega-García *et al.* 2000).

El muestreo se realizó de noviembre a diciembre de 2017, y en febrero (temporada de pesca del camarón), mayo, julio y agosto de 2018 (temporada de veda del camarón). El área de estudio fue la zona de pesca 90 (Z90), situada entre las localidades de Punta Chipehua; Oaxaca (16° 10' LN - 95° 11' LO) y Puerto Madero, Chiapas (14° 41' LN - 92° 24' LO); la cual para la pesca del camarón se divide en cinco sub-zonas (S91-S95) (Figura 1) (INAPESCA 2012).

La recolección de calamar se realizó de la FAC obtenida de cinco viajes de pesca de altamar realizados en embarcaciones camaroneras comerciales, del programa Evaluación de las especies asociadas a la pesca de arrastre de camarón en el GT, México. Las

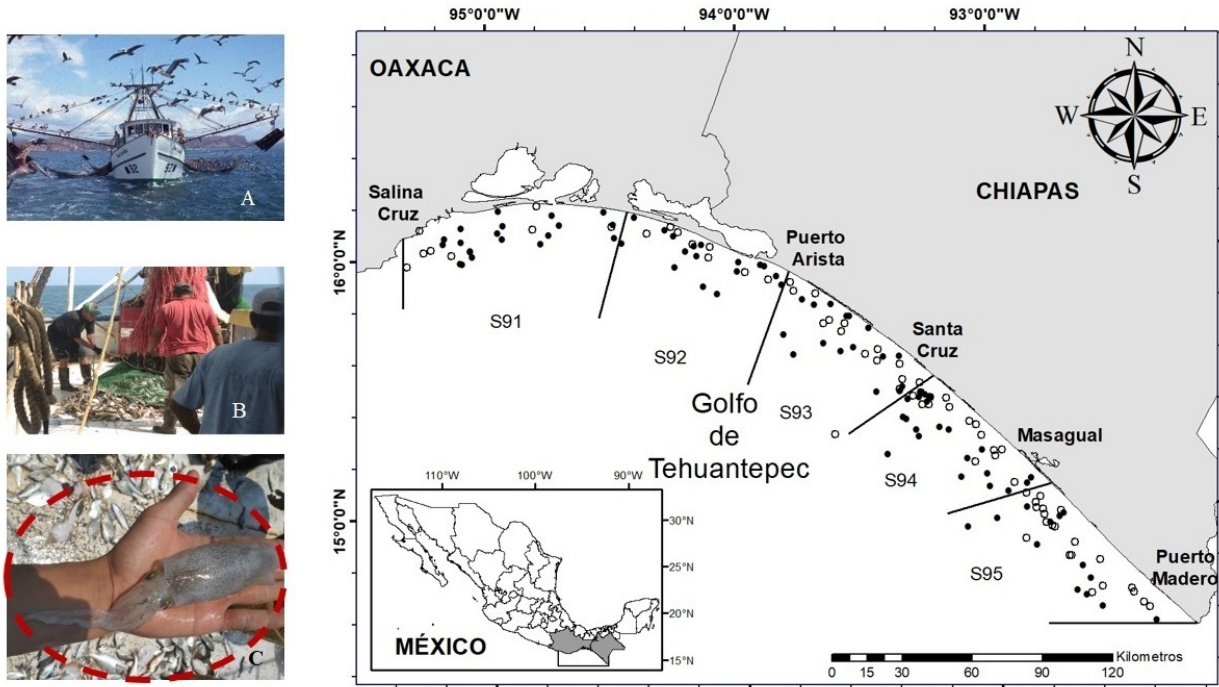


Figura 1. Área de estudio donde se indican las estaciones de muestreo (puntos negros) y las estaciones positivas para *Lolliguncula panamensis* (puntos blancos). A y B, maniobras de pesca, C *L. panamensis*

embarcaciones están equipadas con red de arrastre tipo camaronera de 27.4 m en relinga superior, luz de malla de 57.1 mm en el cuerpo y 33.9 mm en el copo, sostenida con tablas de madera de 25.4 x 152.4 cm; y excluidores. La recolecta se realizó en 156 estaciones, en sitios con profundidades entre 7 y 65 m (Figura 1); los arrastres tuvieron una duración de una hora a velocidad de 2 nudos. Cada lance de pesca se georeferenció con un GPS Chart 421s Standard Horizon; mientras que la profundidad de captura se midió con un sonar FURUNO FCV-295. Siempre que fue posible, después de cada arrastre, la captura se vació en cubierta para obtener una muestra de FA de entre 30 y 40 kg, de acuerdo a lo establecido por López-Martínez *et al.* (2010). La muestra se congeló a $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ hasta su procesamiento en el Laboratorio de Oceanografía Biológica de la Universidad del Mar, donde los calamares se separaron de los peces, crustáceos, equinodermos y otros moluscos. La identificación taxonómica se realizó con base en los criterios de Jereb *et al.* (2010); a cada ejemplar de calamar se le midió la longitud dorsal del manto

con un vernier digital (LM, $\pm 0.1\text{ mm}$) y el peso total (PT, $\pm 0.1\text{ g}$) con una balanza digital OHAUS HH320. De igual modo, cada organismo fue eviscerado para identificar el sexo y su estadio de madurez sexual como: inmaduros, madurando, maduros y desovados (Lipinski y Underhill 1995). En las hembras se determinó la presencia de ovocitos maduros en el ovario, mientras que en los machos se observó la presencia de espermátóforos. La cópula previa fue confirmada por la presencia de espermátangias en la cavidad del manto de las hembras.

Análisis de datos

Las longitudes de los calamares dedal capturados se representan en histogramas de frecuencias de longitud (histograma de tallas) con intervalos de 5 mm; mientras que la descripción y análisis estadístico de las modas observadas, se realizó por medio de la función de densidad multinomial (Hastings y Peacock 1975). La optimización Solver se utilizó para ajustar los datos de tallas zonales (sub-zonas) y temporales (mes de muestreo) de cada intervalo a una, dos, tres,

cuatro y cinco modas; de esta manera, la elección del número de modas por cada zona se realizó con la prueba Akaike (AIC).

Se utilizó el modelo $p = aLM^b$ para analizar los datos de longitud y peso (a = pendiente y b = intercepto), considerando a las hembras y machos por separado. Con el fin de aceptar (o rechazar) la hipótesis de crecimiento isométrico, se aplicó la prueba t de Student para la comparación de la pendiente. La normalidad de los datos se determinó con las distribuciones de ambas variables, mediante una prueba Shapiro-Wilky; y las diferencias en longitud y peso, con la prueba Kolmogorov-Smirnov (Zar 1999).

La proporción de sexos se determinó con la relación hembras/machos (H: M) de la muestra analizada. Para determinar si la proporción de sexos se desviaba de la relación 1:1, se aplicó una χ^2 cuadrada con la corrección de Yates (Zar 1999).

La información mensual para la TSM se obtuvo del catálogo de productos del sitio Copernicus Marine Environment Monitoring Service (Copernicus) 1 con nivel 4 de procesamiento del océano global y con alta resolución de 5 km por pixel. Por cada matriz de datos se realizaron pruebas de correlación múltiple, las variables obtenidas durante el estudio fueron dos en escala ordinal, mes y zona; una de intervalo: TSM; y de razón: abundancia, talla y peso. Debido a que las variables mes y zona son variables no métricas, se realizó la prueba estadística no paramétrica de Spearman con el programa Statistica^{MR} Versión 8.0 (Statsoft, Inc); y con la paquetería del programa de sistemas de información geográfica (SIG) Arcgis 10.2.1 se elaboraron mapas puntualizando la distribución de *L. panamensis* representando por tamaños la abundancia de los organismos.

RESULTADOS

De los 156 lances efectuados, el 45% fueron positivos para la captura de *L. panamensis* (Figura 1). La mayor abundancia (94.5%) se tuvo en la temporada de lluvias, contrastando con la mínima (5.5%) en la temporada de secas (Tabla 1, Figura 2). Por lo que la abundancia varió de forma significativa ($p = 0.011$) entre meses y periodos de muestreo.

En las variables ambientales, los promedios mensuales de la TSM fluctuaron entre 28 °C (DE = 0.424) y 30.5 °C (DE = 0.25); con valores mayores a 30°C en las lluvias (Figura 3). Presentando la TSM una relación positiva con la abundancia del calamar dedal ($R^2 = 0.764$).

De los 822 especímenes recolectados de calamar dedal, 746 fueron hembras y 76 machos, con intervalo de longitud de 21 a 110 mm LM en las hembras y de 21 a 93 mm LM en los machos (Figura 4A). Las tallas más impactadas por las redes de pesca se observan en las modas de entre 65 y 89 mm LM en hembras y de 40 y 80 mm LM en machos. Por otro lado, las tallas presentaron variación entre las zonas de muestreo, con diferencias significativas entre S92-S94 ($p = 0.001$) y S92-S95 ($p = 0.02$) (Figura 2C).

El calamar dedal es un organismo dioico cuyo marcado dimorfismo sexual se observa en el brazo IV hectocotilizado en los machos, brazo modificado para la cópula; mientras que las hembras son más grandes y robustas, lo que se corrobora con las diferencias en talla y peso entre machos y hembras (K-S, $p < 0.05$). La relación entre LM y el peso para hembras fue $p = 0.00013 LM^{2.835}$ ($R^2 = 0.97$, Figura 4C) y en los machos $p = 0.00015 LM^{2.775}$ ($R^2 = 0.48$; Figura 4D); con pendiente diferente de 3.0 ($p < 0.05$).

Por su parte, la proporción sexual tuvo una clara predominancia de hembras (Figura 4B), aunque en el mes de julio se registró el mayor número de machos (7H:1M, $\chi^2 = 248.81$, $p < 0.05$). Las hembras estuvieron presentes en todos los lances positivos para *L. panamensis*, con predominancia en profundidades de 10 a 30 m; los machos por su parte, estuvieron presentes en 21.4% de las estaciones, pero con mayor abundancia entre 20 y 30 m de profundidad (Tabla 1, Figura 2C); con presencia de ejemplares de calamar dedal inmaduros de ambos sexos durante la temporada de secas, entre los 10 y 20 m de profundidad.

A partir del mes de mayo, las hembras y machos maduros se registraron juntos entre los 20 y 30 m de profundidad; mientras que en el mes de julio se presentó la mayor abundancia de ambos sexos, sobresaliendo la presencia de hembras maduras con parches de espermatangias en el manto como evi-

Tabla 1. Abundancia de hembras y machos de *Lolliguncula panamensis* en el Golfo de Tehuantepec, por intervalo de profundidad y temporada climática.

Temporada	Sexo	Profundidad (m)					
		10-20	21-30	31-40	41-50	51-60	61-70
Estiaje	hembras	32	3	8			
	machos			1		1	
Lluvias	hembras	154	497	31	20		1
	machos	5	59	38	10		

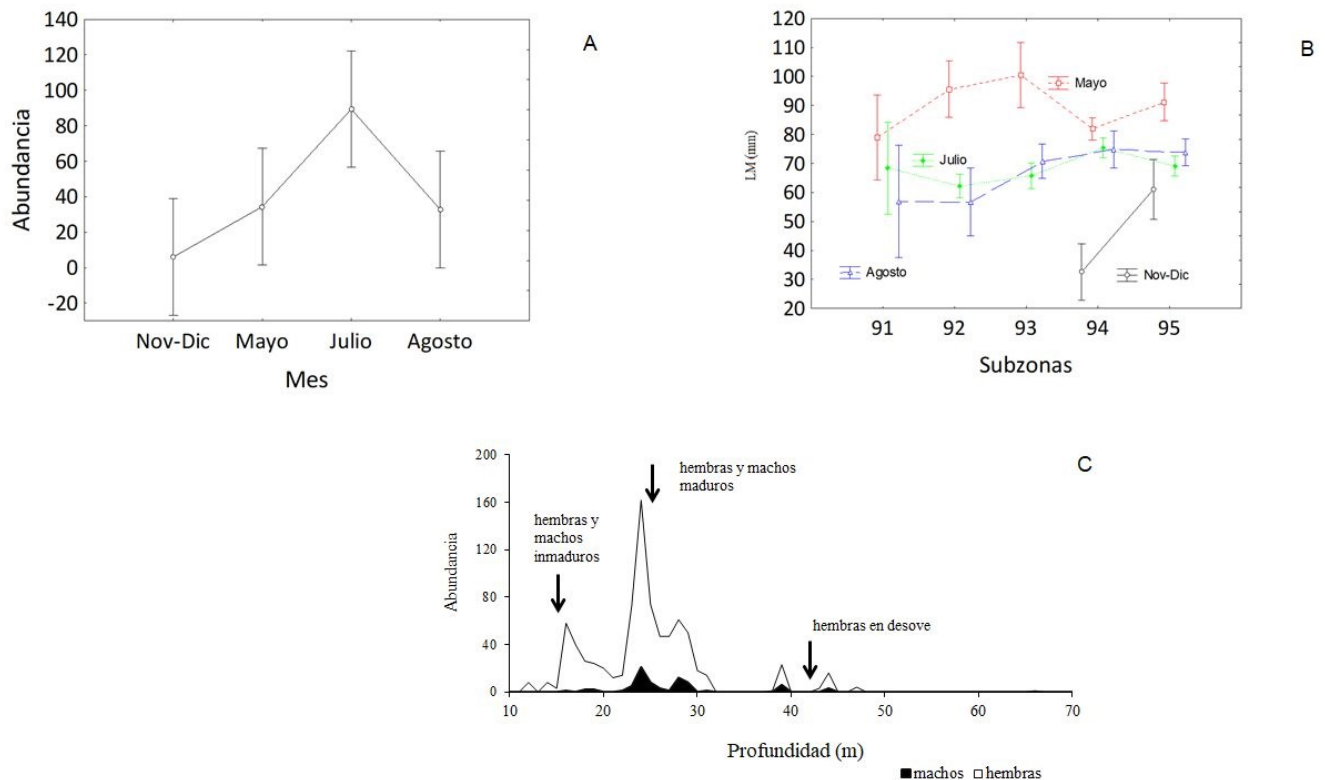


Figura 2. *Lolliguncula panamensis*. A) Comparación temporal de abundancias, $F(3, 16) = 5.0940$, $p = 0.1154$; las barras verticales indican intervalos de confianza de 0.95. B) Comparaciones múltiples de talla entre sub-zonas de muestreo, $F(9, 776) = 6.0559$, $p < 0.05$; las barras verticales indican intervalos de confianza de 0.95. C) Distribución de la abundancia por intervalos de profundidad.

dencia de apareamiento. En agosto, entre los 30 y 40 m de profundidad se registraron hembras en desove con ovocitos hidratados en el ovario, además de un número muy reducido de machos (Figura 2C).

DISCUSIÓN

El calamar dedal, forma parte de la fauna de acompañamiento de la pesquería de camarón en el Golfo de California y GT (Alejo-Plata *et al.* 2001,

Sánchez 2003, Arizmendi-Rodríguez *et al.* 2012b). En particular en el GT, la captura del calamar dedal es abundante en la temporada de veda del camarón en los meses de marzo a septiembre, como lo corroboran los resultados del presente estudio.

Con respecto a la distribución, el calamar dedal presenta diferentes respuestas a la variabilidad de la TSM, lo que sugiere un eventual beneficio derivado de un entorno oceánico cambiante. En este sentido, los resultados de la presente investigación indican que se presentó mayor abundancia de calamar dedal

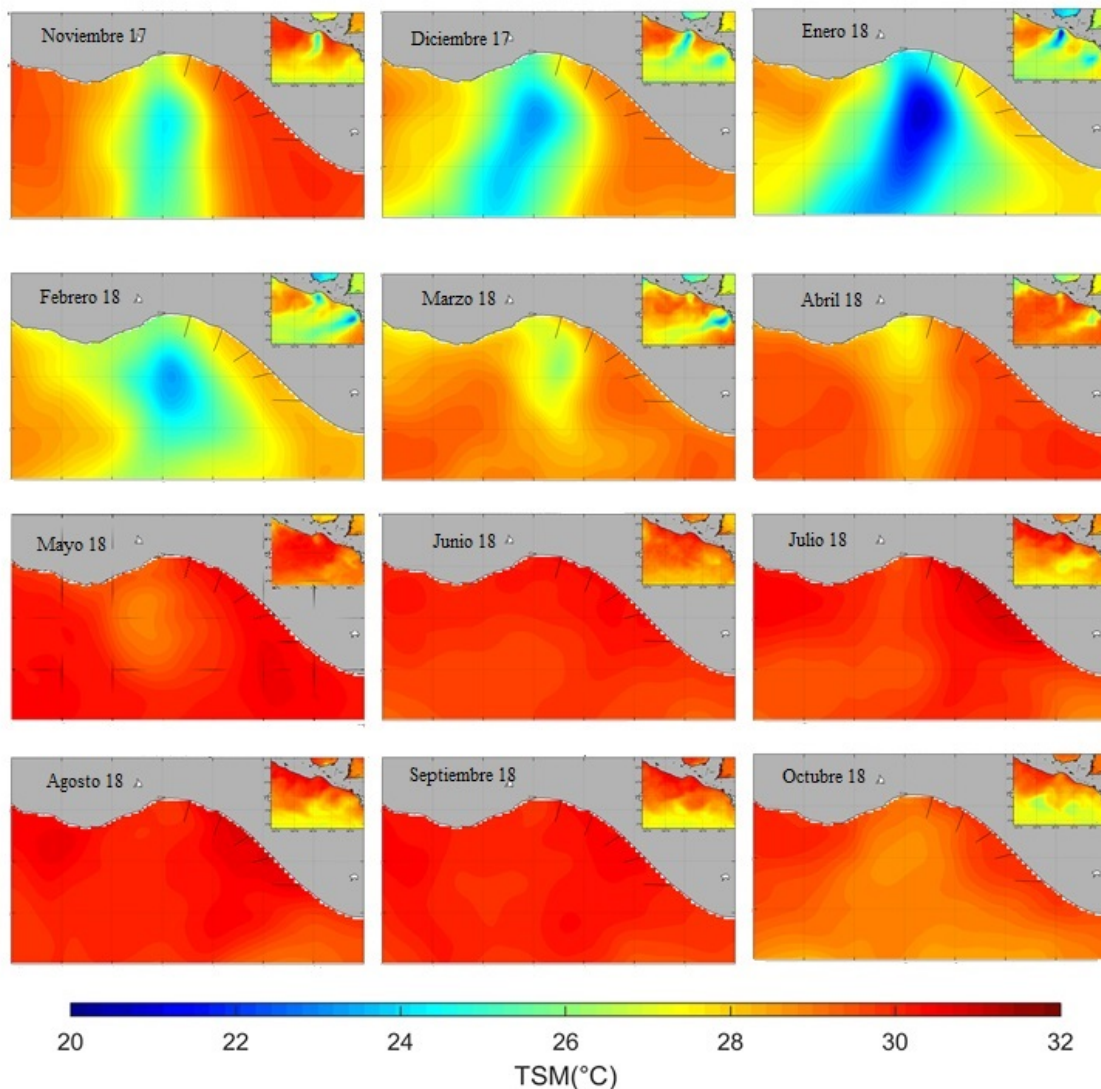


Figura 3. Temperatura superficial del mar (TSM) del Golfo de Tehuantepec en el periodo noviembre 2017 - octubre 2018.

en el Golfo de California en los meses fríos con TSM entre 17 y 22 °C, que contrasta con la captura 50% menor en los meses cálidos (Arizmendi-Rodríguez *et al.* 2012b). Lo que difiere con las observaciones en la zona del GT, donde se tiene correlación positiva con la TSM. Situación que se puede deber a la plasticidad que presentan los calamares en su ciclo de vida en respuesta a diferencias ambientales (Forsythe 2004).

En el GT, la mayor presencia y abundancia de calamares con longitudes de más de 100 mm LM, se tuvo en la temporada de lluvia (julio-agosto; TSM

> 30 °C), mientras que de noviembre a diciembre (TSM ~26 °C) se tuvo menor abundancia y calamares menores de 95 mm de LM. Al respecto, estudios previos, en el GT reportan baja abundancia (Tapia-García *et al.* 1994, Alejo-Plata *et al.* 2001, Sánchez 2003); lo que es contrastante con las altas abundancias encontradas en el presente estudio. Estas diferencias podrían explicarse con base a lo establecido por Doubleday *et al.* (2016), quienes reportan crecimiento en el tamaño poblacional de cefalópodos a nivel mundial en las últimas décadas. De modo

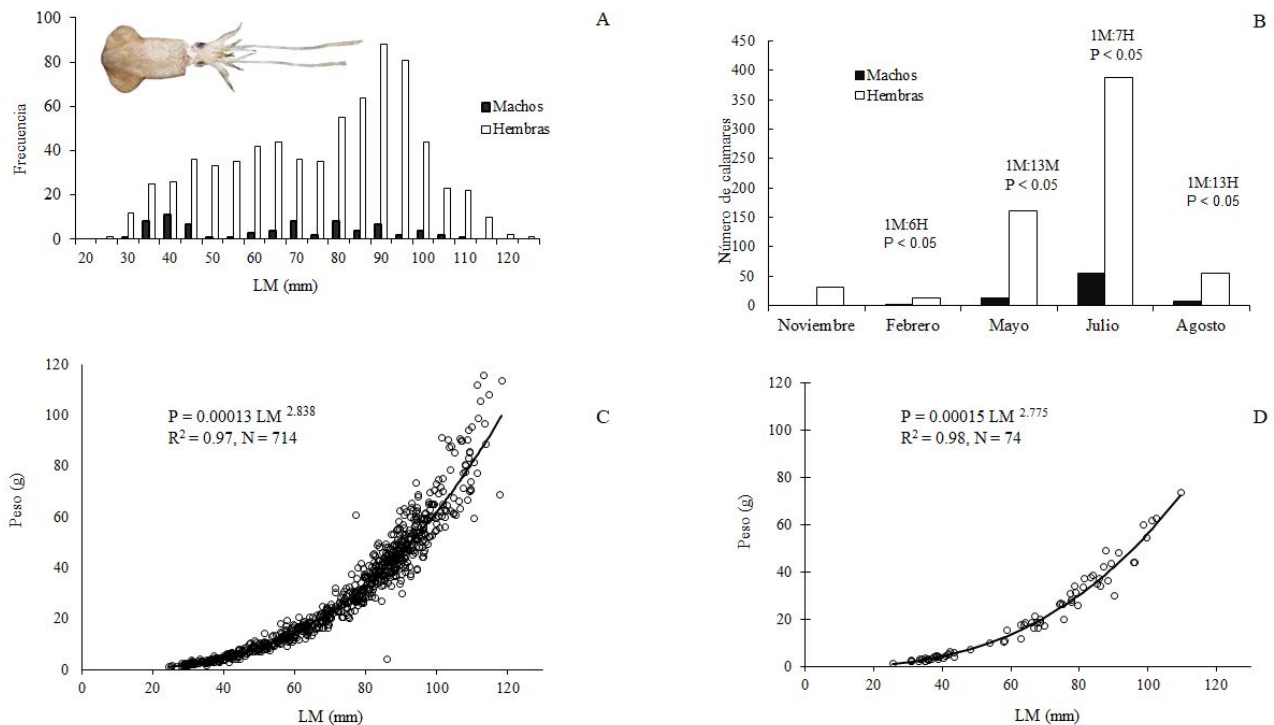


Figura 4. *Lolliguncula panamensis*. A. Distribución de frecuencias de la longitud dorsal del manto, hembras y machos; Relación talla-peso para hembras (B) y machos (C); D. Proporción sexual por mes de muestro.

particular, se ha observado un incremento cercano al 50% en la abundancia de calamares de la familia Loliginidae, debido a su condición como oportunistas ecológicos (Pelc y Jackson 2008). Así como por presentar un ciclo de vida corto y de rápido crecimiento, aunado a las diferentes estrategias reproductivas que los distinguen; además de la extrema flexibilidad y plasticidad de sus historias de vida. Estas características, permiten a estos calamares loliginidos adaptarse mucho más rápido a su entorno, que otras especies ante la dinámica de variables ambientales, como la temperatura (Pelc y Jackson 2008).

Por otra parte, existen estudios que indican diferencias en la distribución vertical entre las diferentes especies de *Lolliguncula* (Arizmendi-Rodríguez et al. 2012a, Arizmendi-Rodríguez et al. 2012b), sin embargo, los resultados obtenidos no indican la formación de agregaciones del calamar dedal que denoten actividades migratorias, como en otras especies de loliginidos reportadas por Sánchez

(2003) y Jereb et al. (2010). Asimismo, en los lances positivos para *L. panamensis*, no hubo registro de otras especies de *Lolliguncula* como *L. diomedea* y *L. argus*, a pesar de que comparten la misma área de distribución (Jereb et al. 2010), lo que confirma diferencias en su distribución batimétrica, y puede ser resultado de una exclusión competitiva entre estas especies, como lo señaló Sánchez (2003) para *L. diomedea* y *L. panamensis*.

Además, la mayor abundancia de *L. panamensis* observada entre 20 y 30 m de profundidad representó alrededor del 70% de organismos con los brazos cortados y en regeneración. Al respecto, León-Guzmán y Alejo-Plata (2019) mencionan que el calamar dedal exhibe una autotomía parcial y tiene la habilidad para regenerar sus brazos. Este comportamiento refuerza la idea de exclusión competitiva de esta especie. En lo que respecta al dimorfismo sexual por tallas, se sabe que los calamares loliginidos machos de muchas especies son de mayor talla que las

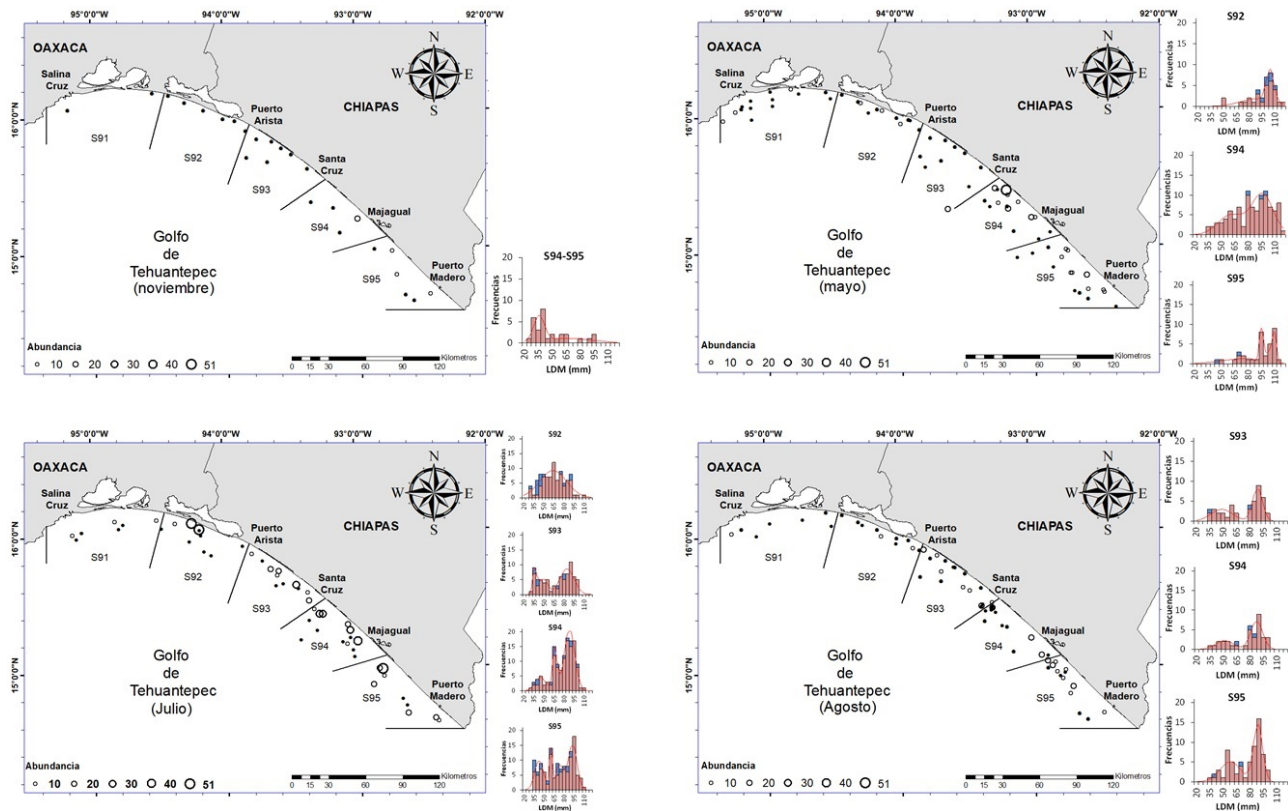


Figura 5. Distribución y abundancia espacio-temporal de *L. panamensis* en el Golfo de Tehuantepec. A) noviembre-diciembre, febrero; B) mayo; C) julio; D) agosto.

hembras (Perez *et al.* 2002, Rodrigues y Gasalla 2008). Pero contrario a lo observado por Arizmendi-Rodríguez *et al.* (2012a) quienes mencionan que las hembras de *L. panamensis* del golfo de California son de mayor talla y más abundantes en comparación con los machos; lo que coincide con lo observado para esta especie en el GT. Esta condición de dimorfismo sexual, también fue documentada en *L. argus* y *L. diomedea* (Alejo-Plata *et al.* 2015, Alejo-Plata *et al.* 2016). Por lo que la presencia de machos pequeños y hembras de mayor talla parece ser un rasgo común en las poblaciones de *Lolliguncula*.

Por otro lado, la pendiente de la relación peso-longitud del manto, así como el peso por unidad de longitud de las hembras fue significativamente superior en comparación con los machos. Lo que se puede deber a que las hembras tienen una mayor inversión en los órganos reproductivos que en el crecimiento somático, lo que

también se reporta para otros miembros de la familia Loliginidae (Sánchez 2003, Rodrigues y Gasalla 2008, Arizmendi-Rodríguez *et al.* 2012a).

La mayor abundancia de hembras maduras durante la temporada de lluvias, podría relacionarse con las diferencias en la proporción sexual que es mayor en las hembras y que puede ser consecuencia del comportamiento reproductivo de la especie. Por lo que la tendencia puede ser resultado de una captura selectiva de las hembras, más que por efecto de diferencia en la proporción de sexos. Mientras que en la temporada de secas, se registró una baja abundancia de hembras maduras, y presencia de hembras inmaduras y juveniles en los lances superficiales (10-20 m de profundidad). Al respecto, se conoce que los calamares en cada etapa de su ciclo de vida (paralarvas, juveniles, adultos) habitan diferentes áreas (Vidal 2014).

Además, las capturas en los diferentes niveles

de la columna de agua, sugieren que en las lluvias *L. panamensis* migra hacia aguas poco profundas (10-20 m) cercanas a la costa para aparearse y desovar. Por consiguiente, la mayor abundancia de hembras, asociada a la presencia de machos a partir de mayo, podría corresponder a un pulso de migración reproductiva. Al respecto, Arizmendi-Rodríguez *et al.* (2012a) reportan un comportamiento de agregación reproductiva de la especie en el Golfo de California. En julio se registró la mayor abundancia de machos maduros, con presencia de hembras maduras con parches de espermatangias en el manto; lo que evidencia posibles eventos de apareamiento. Durante agosto se observó la presencia de hembras con ovocitos hidratados en los ovarios, condición que indica un desove inminente, que puede extenderse a octubre. Al respecto, Arizmendi-Rodríguez *et al.* (2012a) mencionan que el calamar dedal se caracteriza por presentar desoves asincrónicos y múltiples, cuyos periodos se pueden extender durante varios meses.

CONCLUSIONES

Los resultados sugieren variación espacio-temporal de *L. panamensis* dentro del GT, en una estrecha relación con las temporadas de lluvias y secas; resultado quizá de la respuesta positiva de la especie al aumento de la TSM. Por consiguiente, las condiciones ambientales en la región podrían ser las adecuadas para la reproducción y crecimiento de *L. panamensis*.

AGRADECIMIENTOS

Al Centro Regional de Investigaciones Pesqueras de Salina Cruz del Instituto Nacional de la pesca 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 y AFGA agradecen a SNI-CONACYT.

LITERATURA CITADA

- Alejo-Plata MC, Cerdenares-Ladrón de Guevara G, Herrera-Galindo JE (2001) Cefalópodos loliginidos en la fauna de acompañamiento del camarón. *Ciencia y Mar* 5: 43-48.
- Alejo-Plata MC, Gómez-Márquez JL, Herrera-Galindo JE (2015) Tallas, sexos y madurez gónadica del calamar dardo *Lolliguncula diomedae* (Cephalopoda: Loliginidae) en el Golfo de Tehuantepec, México. *Research Journal of the Costa Rican Distance Education University* 7: 79-87.
- Alejo-Plata MC, Urbano-Alonso B, Ramírez-Castelán IA (2016) New records and biological data of *Lolliguncula* (*Lolliguncula*) *argus* Brakoniecki & Roper, 1985 (Myopsida: Loliginidae) in the Gulf of Tehuantepec, Mexico. *Latin American Journal of Aquatic Research* 44: 855-859.
- Alverson DL, Freeberg MH, Murawski SA, Pope JG (1994) A global assessment of fisheries bycatch and discards. *FAO Fisheries Technical Paper*. Rome. 339p.
- Arizmendi-Rodríguez DI, Cruz-Escalona VH, Quiñones-Velázquez C, Salinas-Zavala CA (2011) Feeding habits of the Panama brief squid (*Lolliguncula panamensis*) in the Gulf of California, Mexico. *Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 6: 194-201.
- Arizmendi-Rodríguez DI, Rodríguez-Jaramillo C, Quiñones-Velázquez C, Salinas-Zavala CA (2012a) Reproductive indicators and gonad development of the Panama Brief squid *Lolliguncula panamensis* (Berry, 1911) in the Gulf of California, Mexico. *Journal of Shellfish Research* 31: 817-826.
- Arizmendi-Rodríguez DI, Salinas-Zavala CA, Quiñones-Velázquez C, Mejía-Rebollo A (2012b) Abundance and distribution of the Panama brief squid, *Lolliguncula panamensis* (Teuthida: Loliginidae), in the Gulf of California. *Ciencias Marinas* 38: 31-45.

- Cardoso F, Hochberg FG (2013) Revision of the genus *Lolliguncula* Steenstrup, 1881 (Cephalopoda: Loliginidae) off the Pacific coast of South America. *Revista Peruana de Biología* 20: 129-136.
- DOF (2013) Norma Oficial Mexicana NOM-002-SAG/PESC-2013, Para ordenar el aprovechamiento de las especies de camarón en aguas de jurisdicción federal de los Estados Unidos Mexicanos. Diario Oficial de la Federación. 43p.
- Doubleday ZA, Prowse TA, Arkhipkin A, Pierce GJ, Semmens J et al. (2016) Global proliferation of cephalopods. *Current Biology* 26: 387-407.
- Forsythe JW. (2004) Accounting for the effect of temperature on squid growth in nature: from hypothesis to practice. *Mar Freshwater Res* 55: 331-339.
- Gallegos-García A, Barberán-Falcon J (1998) Surgencia eólica. En: Tapia-García M (ed) El Golfo de Tehuantepec: El ecosistema y sus recursos. Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa. México. pp: 27-34.
- Hastings NAJ, Peacock JB (1975) Statistical distributions in scientific work series: A handbook for students and practitioners. John Wiley & Sons. New York. 130p.
- INAPESCA (2012) Plan de manejo para la pesquería de camarón en el litoral del Océano Pacífico mexicano. Doc. Interno. SAGARPA. México. 144p.
- Jereb P, Vecchione M, Roper CFE (2010) Family Loliginidae. In: Jereb P, Roper CFE (eds) Cephalopods of the world. An annotated and illustrated catalogue of species known to date, Vol. 2. FAO. Rome. pp: 38-117.
- León Guzmán SS, Alejo-Plata MC (2019). Arms regeneration in the squid *Lolliguncula panamensis* (Mollusca: Cephalopoda). *Latin American Journal of Aquatic Research* 47(2): 356-360.
- Lipinski MR, Underhill LG (1995) Sexual maturation in squid: quantum or continuum? *African Journal of Marine Science* 15: 207-223.
- López-Martínez J, Herrera-Valdivia E, Rodríguez-Romero J, Hernández-Vázquez S (2010) Peces de la fauna de acompañamiento en la pesca industrial de camarón en el Golfo de California, México. *Revista de Biología Tropical* 58: 925-943.
- Ortega-García S, Trigueros-Salmeron J, Rodríguez-Sánchez R, Luch-Cota S, Villalobos H (2000) El golfo de Tehuantepec como un centro de actividad biológica y su importancia en las pesquerías. En: Lluch-Belda D, Elorduy-Garay J, Lluch-Cota S, Ponce-Díaz G (eds) BAC: Centros de actividad biológica del Pacífico mexicano. CIBNOR, CICIMAR, CONACYT. México. pp: 335-356.
- Pecl GT, Jackson GD (2008) The potential impacts of climate change on inshore squid: biology, ecology and fisheries. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 18: 373-385.
- Perez JAA, De Aguiar DC, Oliveira UC (2002) Biology and population dynamics of the long-finned squid *Loligo plei* (Cephalopoda: Loliginidae) in southern Brazilian waters. *Fisheries Research* 58: 267-279.
- Reyes S, Mejía-Trejo A (1991) Tropical perturbations in the eastern Pacific and the precipitation field over north-western Mexico in relation to ENSO phenomenon. *International Journal of Climatology* 11: 515-528.
- Rodrigues AR, Gasalla MA (2008) Spatial and temporal patterns in size and maturation of *Loligo plei* and *Loligo sanpaulensis* (Cephalopoda: Loliginidae) in southeastern Brazilian waters, between 23 S and 27 S. *Scientia Marina* 72: 631-643.
- Romero-Centeno R, Zavala-Hidalgo J, Gallegos A, O'Brien JJ (2003) Tehuantepec isthmus wind climatology and ENSO signal. *Journal of Climate* 16: 2628-2639.

- Sánchez P (2003) Cephalopods from off the Pacific coast of Mexico: biological aspects of the most abundant species. *Scientia Marina* 67: 81-90.
- Tapia-García M (1998) Evaluación ecológica de la ictiofauna demersal. En: Tapia-García M (ed) *El Golfo de Tehuantepec: el ecosistema y sus recursos*. Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa. México. pp: 103-128.
- Tapia-García M, García-Abad MC, González-Medina G, Macuitl-Montes MC, Cerdaneres-Ladrón de Guevara G (1994) Composición, distribución y abundancia de la comunidad de peces demersales del Golfo de Tehuantepec. *Tropical Ecology* 35: 229-252.
- Vidal E (2014) *Advances in Cephalopod Science: Biology, Ecology, Cultivation and Fisheries* (Vol. 67). Academic Press. USA. 467p.
- Zar HH (1999) *Biostatistical analysis*. Prentice Hall. New Jersey. 944p.