

Análisis Espacio-temporal de la Distribución por Edades del Pulpo *Octopus maya* en la Península de Yucatán

Spatio-temporal Analysis of the Age Distribution of *Octopus maya* in the Yucatan Peninsula

Analyse Spatio-temporelle de la Répartition par Âge de *Octopus maya* dans la Péninsule du Yucatan

PAULINA V. GUARNEROS-NARVÁEZ¹, JORGE A. LÓPEZ-ROCHA²,
IVÁN VELÁZQUEZ-ABUNADER³ y CARLOS ROSAS VÁZQUEZ²

¹Posgrado en Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México.
Sisal, Yucatán CP 97130, México *paguna87@yahoo.com.mx

²Unidad Multidisciplinaria de Docencia e Investigación, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, Sisal, Yucatán CP 97130, México.

³Centro de Investigación y Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, Unidad Mérida.
Antigua carretera a Progreso km 6. Mérida, Yucatán, CP 97310. México.

RESUMEN EXTENDIDO

La pesca de pulpo en la península de Yucatán es la mayor pesquería de pulpo en América y una de las más grandes en el mundo (Markaida et al. 2016). En la península de Yucatán la pesquería de pulpo involucra la captura de dos especies: *Octopus maya* (Voss y Solís 1966) y *O. vulgaris* (Cuvier 1797). Ésta regulada por la Carta Nacional Pesquera y las normas oficiales mexicanas NOM-0008-PESCA-1993 y NOM-009-PESC-1993 donde se establece una talla mínima de captura de 110 mm de longitud de manto, prohíbe el uso de ganchos y fisgas y establece una temporada de veda del 16 de diciembre al 31 de julio de cada año. *Octopus maya* es endémico de la península de Yucatán en el Golfo de México (GM). Su distribución abarca desde Sabancuy, Campeche hasta Holbox en Quintana Roo, incluyendo la costa de Yucatán en aguas someras hasta 60 metros (Rosas et al. 2014). El presente trabajo tiene como objetivo describir la dinámica espacio-temporal por tallas y edades de *O. maya*, considerando datos de dos ciclos anuales en toda su área de distribución en la península de Yucatán, Golfo de México.

Los datos de longitud del manto (LM) y peso (PT) de 5028 organismos de *O. maya* se obtuvieron por medio de muestreos de los desembarques de la flota ribereña en 13 puertos a lo largo de la península de Yucatán en las temporadas de pesca 2012 y 2014 y por muestreos en un sistema estratificado de estaciones por puerto diseñado para cubrir toda el área de distribución de *O. maya*, realizando lances de pesca con el mismo método de inferencia de la flota ribereña en las temporadas de veda 2013 y 2014. Además se obtuvieron datos de la localización del viaje de pesca, horas efectivas de pesca y total de captura para asignarlo a una celda espacial (0.1° longitud, 0.1° latitud) determinada (Figura 1).

Se analizó la variación espacio-temporal de la estructura de tallas por medio del análisis de la frecuencia de tallas por puerto y por meses agrupados de agosto-diciembre y de enero-junio. Se ajustó la ecuación de selectividad descrita en Celis-Sánchez et al. (2014) para estimar la talla de reclutamiento a la pesquería L_{50} y se calculó el porcentaje de organismos de tallas sub-legales, es decir los que son capturados por debajo de la talla mínima de captura. Se analizó la relación LM-PT para determinar el tipo de crecimiento mediante el modelo potencial $PT = \alpha LM^\beta$ donde α es la media del factor de condición y β es el coeficiente de alometría. Se determinó el crecimiento de *O. maya* mediante un análisis de progresión modal (APM). Se seleccionó un modelo de crecimiento mediante el método de inferencia multi-modelo (IMM) eligiendo el mejor modelo por medio del Criterio de Información de Akaike (CIA). Considerando la amplitud del área de estudio y los antecedentes sobre diferencias en la dinámica poblacional de *O. maya*, los datos fueron analizados por zonas geográficas, sureste (ZI) y norte-oriente (ZII), por lo cual se obtuvo un modelo de crecimiento para cada zona. Con el modelo seleccionado se construyó una clave longitud-edad en términos de probabilidad (Wright-López et al. 2001, López-Rocha et al. 2012). Finalmente se calculó la CPUE (org/hora) para cuatro grupos de edad (2 - 4, 5 - 6, 7 - 9 y 10 - 13 meses) y se analizó su variación espacio-temporal creando mapas de contorno por el método de interpolación de datos dispersos (Kriging) con el software Surfer 11.

El análisis espacio-temporal de la estructura de tallas para los meses en los que se lleva a cabo la temporada de pesca (agosto-diciembre) coincide con lo descrito anteriormente (Cabrera et al. 2012, Velázquez-Abunader et al. 2013) presentándose tallas menores en la ZI y mayores en la ZII. No obstante, este es el primer estudio que se realiza para los meses de temporada de veda (enero-junio) el cual describe que este patrón es inverso, presentándose tallas menores en la ZII que en la zona ZI. Ésta estructura se ve reflejada en las tallas de reclutamiento a la pesquería y en los porcentajes de organismos sub-legales. Los coeficientes estimados de la relación LM-PT fueron $\alpha = 2.62$ y $\beta = 2.21$ ($R^2 = 0.63$) presentando crecimiento alométrico negativo (t-Student, $p < 0.05$). Las cohortes que resultaron del APM fueron utilizadas para ajustar el mejor modelo de crecimiento, siendo el modelo potencial el que obtuvo mejor ajuste para las dos zonas. El grupo de edad de 2-4 meses fue más abundante en los meses de marzo-abril (2.1 org/hora) y mayo-junio (2.8 org/hora) en la ZII y con mayor abundancia frente a los puertos de Isla Arena, Celestún y Sisal la cual es una zona de transición entre la ZI y la ZII. Los grupos de edad de 5 - 6 meses fueron más abundantes en la ZI, en especial en agosto (6.2 org/hora) frente a los puertos de Champotón, Seybaplaya y Campeche. Sin embargo, para los meses de enero a junio se presentaron mayormente en la ZII.

El grupo de 7 - 9 meses de edad se presentó en las dos zonas durante los meses de pesca con mayores abundancias en la ZI, especialmente entre los puertos de Campeche e Isla Arena en octubre (3.8 org/hora). Por último, el grupo de 10 - 13 meses de edad fueron los menos abundantes (< 0.18 org/hora) durante todo el año, con la mayor abundancia (0.5 org/hora) en diciembre entre los puertos de Campeche e Isla Arena (ZI) (Figura 2).

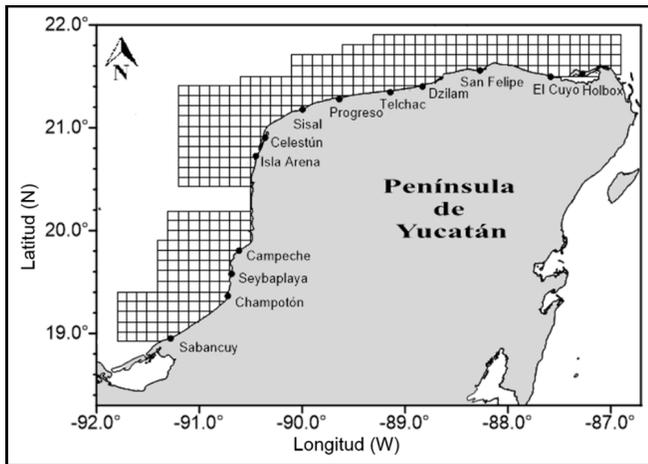


Figura 1. Área de estudio en la plataforma continental de la península de Yucatán, ubicando los puertos que fueron muestreados. Las los cuadros representan las celdas espaciales de 0.1° latitud y 0.1° longitud.

Como se ha descrito anteriormente, *O. maya* presenta variaciones espaciales tanto en la estructura de tallas como en la abundancia y capturabilidad (Arreguín-Sánchez et al. 2000, Pérez-Pérez et al., 2008, Cabrera et al. 2012, Gamboa et al. 2015, Markaida et al. 2016). Se cree que éstas variaciones espaciales están influenciadas por las condiciones biogeográficas como la batimetría, tipo de fondo y corrientes, las cuales son diferentes entre las dos grandes zonas. Además, se ha reportado que *O. maya* presenta dos picos diferentes de reproducción entre ambas zonas, coincidiendo únicamente en junio (Ávila-Poveda et al. 2016) lo que puede estar influenciando en la distribución de edades a lo largo de su area de distribución. Conjuntamente, se ha sugerido que *O. maya* realiza movimientos de migración o bien que las diferencias encontradas para cada zona marquen la pauta para pensar que se trata de dos subpoblaciones (Cabrera et al. 2012).

Considerar los aspectos espacio-temporales de la dinámica poblacional es clave para el buen manejo de una especie explotada y para la evaluación del impacto sobre el ecosistema. A pesar de ello, raramente son considerados en los estudios de pesquerías. La incorporación de consideraciones espaciales en *O. maya* ha recibido más atención en los aspectos de capturabilidad, distribución, abundancia, capturas y reproducción. Sin embargo, la estructura por edades de una población juega un papel importante en la conservación de las especies y a la fecha éste es el primer trabajo en el que se analiza su dinámica espacio-temporal por edad relativa, encontrando que hay diferencias en la

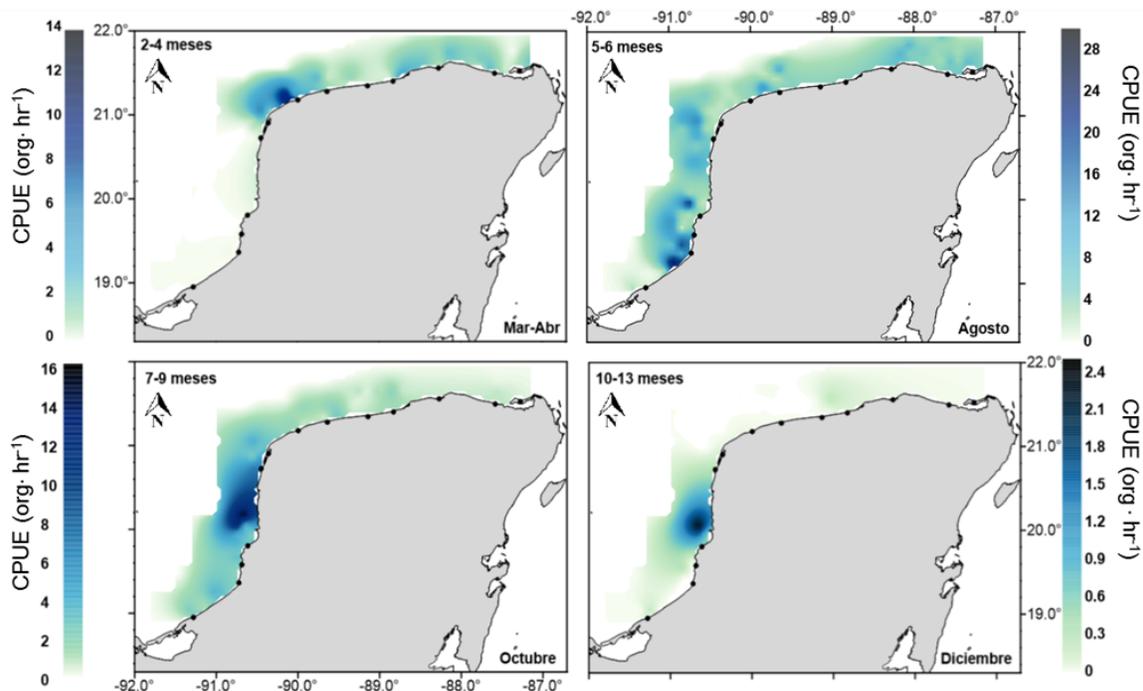


Figura 2. Distribución espacial de CPUE en términos de número de organismos por hora efectiva de pesca (org/hora) para cada grupo de edad en los meses que presentaron mayor de mayor abundancia.

estructura por edades relativas entre las dos zonas de estudio, lo cual podría ser considerado para la regulación de su pesquería y con ello poder llegar a un manejo sustentable del recurso.

PALABRAS CLAVES: Pulpo, *Octopus maya*, spatio-temporal, Yucatan, age distribution

LITERATURA CITADA

- Abunader, J.I., A. Hernández-Herrera, S. Martínez Aguilar, G. Díaz-Uribe y E. Morales-Bojórquez. 2012. Interannual variability in mantle length structure, recruitment, and sex ratio of jumbo squid, *Dosidicus gigas*, in the central Gulf of California, Mexico. *Journal of Shellfish Research* **31**(1):125-134.
- Arreguín-Sánchez, F. 2000. Octopus - red grouper interaction in the exploited ecosystem of the northern continental shelf of Yucatán, México. *Ecological modelling* **129**:119-129.
- Avila-Povedaa, O.H., N. Kouetac, F. Benítez-Villalobos, J. Santos-Valencia y C. Rosas. 2016. Reproductive traits of *Otopus maya* (Cephalopoda:Octopoda) with implications for fisheries management. *Molluscan Research* **36**(1): 29-44.
- Cabrera, M.A., J. Ramos-Miranda, S. Salas, D. Flores-Hernández y A. Sosa-López. 2012. Análisis de la estructura poblacional del pulpo rojo (*Octopus maya*) en la península de Yucatán, México. *Gulf and Caribbean Fisheries Institute* **64**:480-485.
- Celís-Sánchez, J.A., A.J. Estrella-Canto, G.R. Poot-López, C. González-Sálas y J.A. López-Rocha. 2014. Seasonal abundance of crustaceans associated with artisanal fishery of blue crab (*Callinectes sapidus*) in Sisal, Yucatan, Mexico. *Revista Ciencias Marinas y Costeras* **6**:75-89.
- Gamboa-Álvarez M., J.A. López-Rocha y G. Poot-López. 2015. Spatial analysis of the abundance and catchability of the red octopus *Octopus maya* (Voss and Solís-Ramírez, 1966) on the continental shelf of the Yucatán península, Mexico. *Journal of Shellfish Research* **34**(2):481-492.
- López-Rocha, J.A., M. Arellano-Martínez, B.P. Ceballos-Vázquez, I. Velázquez-Abunader, S. Castellanos-Martínez y E. Torreblanca-Ramírez. 2012. Use of Length-Frequency Analysis for Growth Estimation of the California Two-Spotted Octopus *Octopus bimaculatus* Verrill 1883 of the Gulf of California. *Journal of Shellfish Research* **31**(4):1173-1181.
- Markaida U., I. Méndez-Loeza y M.L. Rosales-Raya. 2016. Seasonal and spatial trends of Mayan octopus, *Octopus maya*, population dynamics from Campeche, Mexico. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* **2016**:1-11. doi: 10.1017/S0025315416001132.
- Pérez-Pérez, M., J. Santos, R. Burgos y J.C. Espinoza. 2008. Evaluación de la población de pulpo *Octopus maya* en la Península de Yucatán 2008. Informe de Investigación. Instituto Nacional de la Pesca. Crip Yucalpetcen. Doc. Interno.
- Rosas, C., P. Gallardo, M. Mascaró, C. Caamal-Monsreal y C. Pascual. 2014. *Octopus maya*. En: J. Iglesias, L. Fuentes y R. Villanueva (eds.) *Cephalopod culture*. Springer, Dordrecht, Netherlands.
- Wright-López, H., F. Arreguín-Sánchez, F. García-Domínguez, O. Holguín-Quiñónez y D. Prado-Ancona. 2001. Stock assessment for Venus clam, *Chione californiensis* (Broderip, 1835) in Ensenada de La Paz, Baja California Sur, Mexico. *Journal of Shellfish Research* **20**:1109-1111.