

# Distribución del Pulpo Rojo *Octopus maya* Frente a la Costa de Sisal, Yucatán, México

## Red Octopus *Octopus maya* Distribution in Front of the Sisal Coast, Yucatán, Mexico

### Distribution du Poulpe Rouge *Octopus maya* en Face du Côté de Sisal, Yucatan, Mexique

JORGE LOPEZ-ROCHA<sup>1\*</sup> y JOSÉ RAMÓN BLANCAS-GARCÍA<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Unidad Multidisciplinaria de Docencia e Investigación, Puerto de abrigo s/n Sisal, Yucatan 97356 Mexico.

\*[jorgelopezrocha@ciencias.unam.mx](mailto:jorgelopezrocha@ciencias.unam.mx).

<sup>2</sup>Unidad Multidisciplinaria de Docencia e Investigación, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, Sisal, Yucatán 97130 México.

#### RESUMEN

La pesca del pulpo rojo *Octopus maya* es de suma importancia para la península de Yucatán, ya que es una especie endémica, de alto valor económico y que es aprovechada principalmente por la flota ribereña de la región. En este sentido, el objetivo del trabajo fue evaluar la pesquería de pulpo en Sisal, Yucatán, con el fin de generar conocimiento que pueda ayudar al mejoramiento del actual esquema de manejo de la pesquería. La evaluación de la pesquería del pulpo *O. maya* en el puerto de Sisal, Yucatán, México, se realizó a través del análisis de la variación espacio-temporal de la distribución y abundancia de la población y de su capturabilidad por sector de población durante la temporada de pesca 2011 (agosto – diciembre). Los resultados mostraron que los meses de septiembre, octubre y noviembre fueron los de mayor abundancia de *O. maya*. Se determinó una mayor abundancia de juveniles durante agosto y septiembre en zonas ubicadas al este del puerto de Sisal. La mayor abundancia de organismos adultos se presentó en zonas alejadas al puerto de Sisal, sin embargo durante el mes de noviembre se presentaron los valores más elevados en zonas cercanas al puerto. Fueron notables los altos valores de capturabilidad en agosto, en especial para los juveniles en profundidades menores de 15 m. Los resultados se consideran relevantes para el manejo pesquero, recomendándose la creación de una zona de refugio pesquero frente a la costa de Sisal para la protección de juveniles.

PALABRAS CLAVE: Área de refugio pesquero, pulpo rojo, distribución espacial, capturabilidad, manejo pesquero.

#### INTRODUCCIÓN

En el puerto de Sisal, Yucatán, como en todos los puertos de Yucatán y Campeche, la pesca de pulpo es una de las principales actividades económicas. Sisal es uno de los puertos de mayor importancia en cuanto a la captura de pulpo, en el cual cada año se logra alrededor del 5% de las capturas totales de *O. maya* de la península de Yucatán.

En la actualidad la pesca de *O. maya* está clasificada oficialmente como una pesquería que se encuentra en su máximo aprovechamiento sustentable (DOF 2012). Sin embargo también se ha sugerido que la pesquería presenta algunos signos de sobreexplotación (Jurado-Molina 2010, Salas et al. 2008). Asimismo, Salas et al. (2009) reportan un incumplimiento reiterativo de las medidas de manejo, principalmente de la talla mínima de captura y de la cuota de captura, lo que podría comprometer la sustentabilidad de esta actividad productiva.

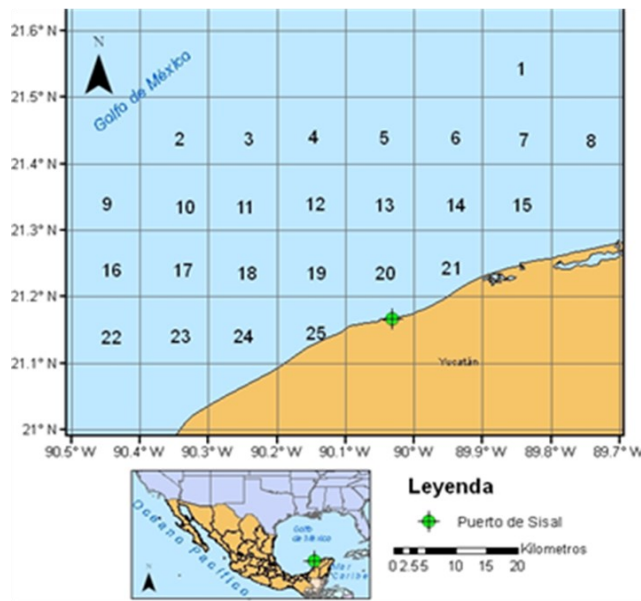
En los últimos 15 años de explotación de *O. maya*, los registros de capturas anuales han presentado una gran variabilidad. Se ha observado que eventos de marea roja que se han presentado en la costa de Yucatán son la principal causa de las notables disminuciones de las capturas (Blancas-García et al. 2012). Por otra parte, considerando que la estructura de tallas de las capturas de *O. maya* (por ejemplo los porcentajes de tallas legales e ilegales en la captura) está en relación directa con la estructura de la población en la zona de pesca y que ésta se encuentra sujeta a variaciones espacio temporales; se planteó realizar un análisis de la variación espacio temporal de la abundancia de *O. maya* por sector de población (juveniles y adultos) y de la capturabilidad por talla en la zona marina frente al puerto de Sisal, con el fin de investigar zonas y temporadas de mayor vulnerabilidad de sectores de población (por ejemplo juveniles o pulpos de tallas ilegales), conocimiento que se podrá ligar a nuevas medidas o estrategias de manejo como áreas de protección o zonas de refugio, como una forma de asegurar prácticas sustentables en el desarrollo de la pesquería.

#### MATERIAL Y MÉTODOS

##### Distribución Espacio Temporal

Se obtuvo información de la variación espacio temporal de la abundancia relativa de *O. maya* a través de la captura por unidad de esfuerzo (CPUE) medida en número de organismos por hora efectiva de pesca (org/hr) de la flota ribereña de Sisal, Yucatán. Para lo anterior se realizaron muestreos semanales de los viajes de pesca durante la temporada de pesca de 2011 (agosto a diciembre), en los que se obtuvo la captura total y el tiempo efectivo de pesca. De una muestra de la captura se midió la longitud del manto (LM) y el peso total.

El análisis espacial se basó en unidades espaciales (celdas) de 0.1° de latitud (11.1 km) por 0.1° de longitud (10.5 km) (~116 km<sup>2</sup>). La posición del lugar de pesca se obtuvo directamente del pescador. En los muestreos de los viajes de pesca se entrevistó al responsable de la embarcación para obtener información de la profundidad de la zona de pesca, el rumbo de navegación, la distancia estimada a la zona de pesca, el tiempo de viaje, litros de gasolina consumida y referencia de la posición de pesca con respecto a un sitio conocido (e. g. un bajo, una playa, un faro, una población). Todos los elementos anteriores fueron considerados para analizar su coincidencia y de esta manera asignar el viaje de pesca a una celda determi-



**Figura 1.** Área de estudio, zona marina frente al puerto de Sisal, Yucatán, México. Se presenta la distribución de celdas (unidad espacial) utilizadas en este estudio.

nada. El área de estudio fue dividida en 25 celdas frente al puerto de Sisal las cuales comprendieron desde los 21.6° N hasta 21.1° N de latitud y de los 89.7° O hasta los 90.5° O de longitud (Fig. 1).

El esfuerzo se midió en horas efectivas de pesca. En el cálculo del número de horas efectivas de pesca de cada viaje de pesca, se tomó en cuenta las lanchas auxiliares sin motor ('alijos') (ver Velázquez-Abunader et al., 2013) que cada embarcación puede llevar al viaje de pesca, generalmente de cero a dos, ajustando. Para el análisis de la variación espacio temporal de la abundancia se agrupó la información del índice de abundancia relativo (CPUE) por mes y por celda. Se generaron mapas de distribución de la abundancia y del promedio de la longitud del manto por celda.

### Capturabilidad

Se realizó una estimación de la variación de la capturabilidad por talla, tiempo y profundidad por el método propuesto por Arreguín-Sánchez (1996) y Arreguín-Sánchez y Pitcher (1999). La capturabilidad es una medida de la vulnerabilidad del recurso y refleja aspectos tanto de la eficiencia del arte de pesca como de comportamiento del recurso.

Para este estudio se utilizó el método de estimación de capturabilidad variable por talla propuesto por Arreguín-Sánchez (1996) y Arreguín-Sánchez y Pitcher (1999), con la incorporación de la variabilidad espacial según López-Rocha y Arreguín-Sánchez (2008). El método está basado en la matriz de transición de Leslie (Shepherd 1987, Caswell, 1988) y en datos de distribución de frecuencia de longitudes expresados como captura por unidad de esfuerzo (CPUE), de la forma (1):

$$N(\ell, t + 1) = A(\ell, k)N(\ell, t)$$

Donde:  $k$  y  $\ell$  = intervalos de longitud sucesivos.  $(\ell, t)$  = Tamaño de la población al tiempo  $t$ ; en este caso la abundancia relativa expresada como CPUE (número de individuos/hr).  $A$  = Matriz de transición que depende del crecimiento y mortalidad. Estos elementos, crecimiento y mortalidad, pueden ser expresados como el producto de dos términos (Shepherd 1987) (2):

$$A(\ell, k) = G(\ell, k)S(k)$$

Donde:  $G$  = Efecto del crecimiento en ausencia de mortalidad.  $S$  = supervivencia y efecto de selección del arte de pesca. La estimación de la matriz se realizó asignando probabilidades de crecimiento a cada clase de talla según Shepherd (1987). La matriz de supervivencia  $S(k)$  puede ser expresada en términos de mortalidad como (3):

$$S(k) = e^{-Z(k)t} = e^{-[M+q(k,t)s(k)]f(t)}$$

Donde:  $S(k)$  = Elementos de la diagonal principal de la matriz de supervivencia (Caswell 1988).  $Z(k)t$  = Tasa instantánea de mortalidad total para el grupo de longitud  $k$  al tiempo  $t$ .  $M$  = Tasa instantánea de mortalidad natural.  $s(k)$  = Probabilidad de selección del arte para el grupo de longitud  $k$ .  $f(t)$  = Esfuerzo de pesca al tiempo  $t$ .  $q(k, t)$  = Capturabilidad para el grupo de longitud  $k$  al tiempo  $t$ .

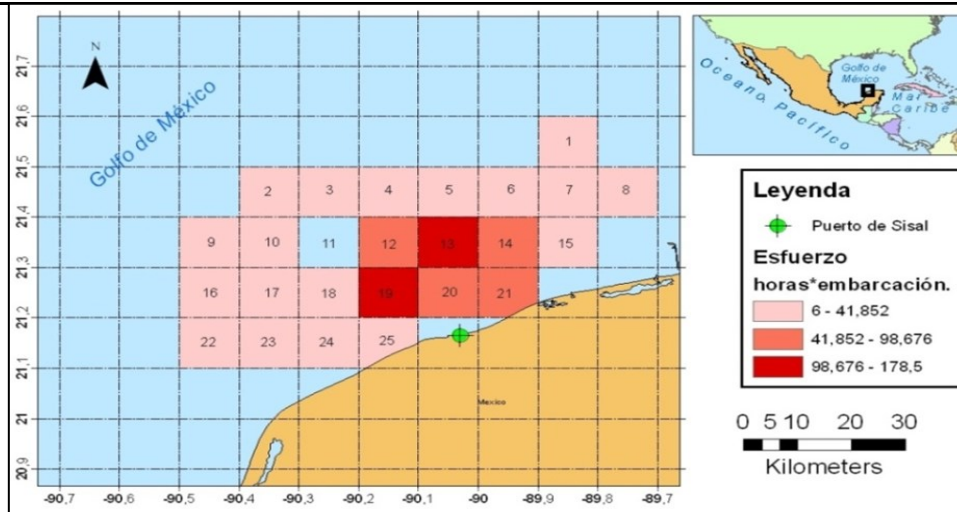
Como  $S(k)$  es conocida y también  $M$ ,  $s(k)$  y  $f(t)$ , la estimación de  $q(k, t)$  se realizó resolviendo iterativamente para  $q(k, t)$  la ecuación 3. El proceso de ajuste se realizó por el algoritmo de mínimos cuadrados. Para la solución de la ecuación se asumió que el crecimiento individual puede ser representado por la ecuación de von Bertalanffy. El factor de selección para cada clase de longitud ( $\ell$ ) se fijó como  $s(\ell) = 1$  debido a que no se tienen datos específicos para su estimación.

El procedimiento iterativo descrito para la ecuación 3 fue aplicado para cada par de distribuciones de frecuencias de tallas mensuales de captura por unidad de esfuerzo, para obtener valores iniciales de capturabilidad por clase de talla, por profundidad y por mes. Para la realización de todas las estimaciones se utilizó el programa *Catchability* (Martínez-Aguilar et al. 1999).

Para la estimación de capturabilidad por profundidad, se consideraron los estratos de profundidad de 5 a 10 m, de 10 a 15 m y mayores de 15 m (> 15 m). Para obtener una estimación de la capturabilidad por sector de población (juveniles y adultos), se calculó el promedio de la capturabilidad estimada para las tallas de 5 a 11 cm de longitud del manto para el caso de los juveniles; y de 12 a 19 cm en el caso de los adultos.

Para el cálculo de la capturabilidad ( $q$ ) se utilizó como unidad de longitud los centímetros; se utilizaron valores entre 5 y 19 cm correspondientes a los valores mínimos y máximos de longitud de manto encontrados en la muestra, divididos en intervalos de 1 cm de longitud; los valores correspondientes a las variables del modelo de crecimiento de Von Bertalanffy utilizadas para correr el programa *Catchability* fueron:  $k = 0.117$  mensual (correspondiente a 1.4/año),  $L_{\infty} = 25.2$  cm y una mortalidad natural  $M = 2.2$  (Arreguín-Sánchez et al. 2000).

$G(\ell, k)$



**Figura 2.** Esfuerzo de pesca (horas efectivas de pesca) del pulpo *O. maya* frente al puerto de Sisal, Yucatán (temporada 2011).

## RESULTADOS

### Distribución Espacial

Durante periodo comprendido entre el 18 de agosto y el 6 de diciembre de la temporada de pesca del 2011, se muestrearon 92 viajes de pesca (recabando datos de tallas de 559 pulpos) y se aplicaron el mismo número de entrevistas a los pescadores responsables de las embarcaciones que atracaron en el puerto de Sisal, Yucatán. En el mes de agosto se muestrearon 12 viajes de pesca, en septiembre 43, en octubre 17, en noviembre 14 y en diciembre 6, abarcando profundidades que van de 5 a 22 m, siendo las profundidades más frecuentes las del intervalo que va de 9 a 11 m con 27 viajes de pesca.

El esfuerzo de pesca total fue de 1,094 horas efectivas de pesca. El esfuerzo por viaje de pesca osciló entre 4 y 24 horas efectivas de pesca (tomando en cuenta las embarcaciones auxiliares) con un promedio de 12.17 horas  $\pm$  4.82 de desviación estándar (d. e.). Destacan las zonas 13 y 19 con 179 y 173 horas efectivas de pesca respectivamente. La mayor concentración de esfuerzo se encontró en el rectángulo formado por los vértices 21.4N -90.2 O, 21.4N -89.9 O, 21.2 N -89.9 O, 21.2N -90.2 O (Figura 2).

En los viajes de pesca muestreados se capturó un total de 2,385 kg de *O. maya*, lo que corresponde a un total de 4,194 pulpos, generando un promedio por viaje de 26 kg ( $\pm$  14.78 d. e.) y un promedio de 46 pulpos por viaje ( $\pm$  28.35 d. e.). Los valores promedio de captura mensual variaron desde 10 kg ( $\pm$  3.5 d. e.) en agosto hasta 35 kg ( $\pm$  15.9 d. e.) en noviembre. Aquellos meses que presentaron los valores de captura más altos fueron septiembre, octubre y noviembre. Los valores promedio mensuales en términos de número de organismos mostraron un comportamiento similar, con un mínimo en agosto de 20 pulpos por viaje de pesca ( $\pm$  8.1 d. e.) y un máximo en noviembre de 55 pulpos por viaje de pesca ( $\pm$  26.5 d. e.). Los valores de septiembre y octubre fueron los más cercanos al valor máximo.

Los valores de CPUE variaron de 0.47 a 12.5 org/hr generando un promedio general de 3.98 ( $\pm$  2.16) org/hr.

Los meses de septiembre, octubre y noviembre presentaron los promedios más altos con 4.3 ( $\pm$  2.32), 4.2 ( $\pm$  2.03) y 4.25 ( $\pm$  2.03) org/hr respectivamente. El mes de agosto presentó el promedio más bajo con 2.40 ( $\pm$  1.81) org/hr.

La distribución espacial de estos datos mostró que el 54.16% de las celdas identificadas se encontraron dentro del rango de 3.3 a 4.92 org/hr. Destacan las celdas 2, 6, 14 y 16 con los valores dentro del rango de 4.92 a 7.02 org/hr. Se observa una tendencia de los valores hacia el Noreste (Figura 3).

Los valores de CPUE para juveniles se encontraron entre cero y 12.5 juveniles por hora generando un promedio de 1.6 ( $\pm$  2.03) juveniles por hora. El mes con el promedio más alto fue septiembre con 2.71 ( $\pm$  2.69) juveniles por hora; se notó una clara tendencia al decremento en los siguientes tres meses de la temporada. Destaca el mes de noviembre con un promedio de 0.53 ( $\pm$  0.82) juveniles por hora, por ser el más bajo de la temporada de pesca.

Los valores expresados en el mapa para toda la temporada de pesca mostraron una tendencia de mayor cantidad de juveniles por hora en las celdas cercanas al puerto y al Noreste del mismo como son la 6, 14, 15 y 21 con valores entre 2 y 5 juveniles por hora. Destacó la celda 17 que obtuvo valores dentro de lo anteriormente mencionados pero se localiza al Oeste del puerto (Figura 4).

Los valores de CPUE para adultos se encontraron entre cero y 8 org/hr, generando un promedio de 2.45 ( $\pm$  2.24) org/hr para toda la temporada. Los promedios por mes presentaron un incremento conforme avanza la temporada de pesca, siendo notablemente mayores los obtenidos de octubre a diciembre. El promedio máximo se obtuvo en noviembre con 3.62 ( $\pm$  2) org/hr.

En el mapa general de la temporada de pesca se observó que las celdas con la mayor abundancia de adultos por hora fueron de las más alejadas al puerto de Sisal (uno, dos y nueve). Además se observó una franja diagonal con dirección al Noreste entre las latitudes 21.1° y 21.5° N, que tiene valores entre 1.3 y 3.6 adultos por hora (Figura 5).

La división de la temporada de pesca de manera

mensual mostró lo siguiente: Las celdas con mayor abundancia de adultos por hora aumentaron con forme avanzó la temporada de pesca, además estas celdas se encontraron más cerca de la costa. Los meses de septiembre y octubre obtuvieron únicamente una celda con valor entre seis y ocho adultos por hora, sin embargo el mes de noviembre presentó en mayor número y más cerca de la costa.

En cuanto al promedio de longitud de manto para el total de la temporada, se observó que aquellas celdas que se encontraron más alejadas del puerto de Sisal obtuvieron promedio más altos de longitud de manto. La mayor parte de las celdas con valores arriba de 11 cm de longitud de manto se encontraron por arriba de la latitud 21.3° N (Figura 6).

### Capturabilidad

En cuanto a los promedio de  $q$  por estrato de profundidad, se observó una clara diferencia entre los valores del mes de agosto los cuales fueron mayores al resto de los meses, especialmente la profundidad de 10 a 15 m. Durante septiembre los promedios de capturabilidad mostraron una tendencia a disminuir conforme aumenta la profundidad, pero en el mes de octubre ocurre lo contrario siendo los valores más altos aquellos con mayor profundidad (Figura 7).

Dentro de los dos primeros estratos de profundidad (5 a 10 y 10 a 15 m) se presentó una tendencia de valores altos de capturabilidad para los organismos juveniles durante agosto y noviembre; sin embargo, para septiembre y octubre los valores de capturabilidad para los organismos adultos fueron mayores que los valores obtenidos por los juveniles.

Para el último estrato de profundidad, el cual presentó únicamente valores en los meses de septiembre y octubre, los valores de  $q$  para organismo adultos fueron más altos que los presentados por los juveniles. Estos valores aumentaron de septiembre a octubre presentando la misma tendencia (Figura 8).

### DISCUSIÓN

En la distribución espacial del esfuerzo de pesca, se puede observar que la mayor intensidad de pesca se registró en zonas con profundidades entre nueve y 11 metros, generando una zona claramente identificada entre los vértices 21.4° N, 90.2° O; 21.4° N, 89.90° O; 21.2° N, 89.9° O; 21,2° N, 90.2° O; formada por las celdas 12, 13, 14, 19, 20 y 21. Esta zona es la más visitada por los pescadores debido a que se encuentra cercana al puerto de Sisal, lo que hace se minimicen los costos del viaje de pesca, principalmente de combustible. Por lo tanto es claro que la mayor presión de pesca está siendo orientada hacia organismos de tallas chicas y medianas y que podrían considerarse como juveniles (en especial durante agosto y septiembre), ya que la mayor abundancia de adultos se encuentra alejada de la costa y a mayor profundidad.

En cuanto a la CPUE (org/hora), cabe destacar que los valores para los meses de septiembre, octubre y noviembre son similares (4.3, 4.2 y 4.25). Sin embargo, comparándose con los valores de CPUE (kg/hora), el mes de noviembre obtiene un valor más alto con respecto a los demás meses; además durante este mes las celdas de CPUE con valores elevados se encuentran más cercanas al puerto. Esto proporciona argumentos para pensar que durante el mes de noviembre comienzan a aparecer organismos con mayor peso, posibles adultos en temporada reproductiva desplazándose a zonas más cercanas a la costa, siguiendo lo reportado por (Solís-Ramírez et al. 1997).

Se observó en términos generales que la abundancia de *O. maya* se encontró al Norte y Noreste de Sisal (Figura 3). Sin embargo la CPUE por sector de población evidenció que en la zona Noreste las mayores abundancias se deben principalmente a juveniles (Figura 4), mientras la mayor abundancia de adultos se localiza al Norte de Sisal y en zonas más profundas (Figura 5).

La distribución de *O. maya* de acuerdo a su longitud de manto, sugiere a los meses de octubre y noviembre como aquellos con mayor presencia de organismos dentro de la talla legal de pesca (11 cm de longitud de manto). Además se observó que todas las celdas que obtuvieron

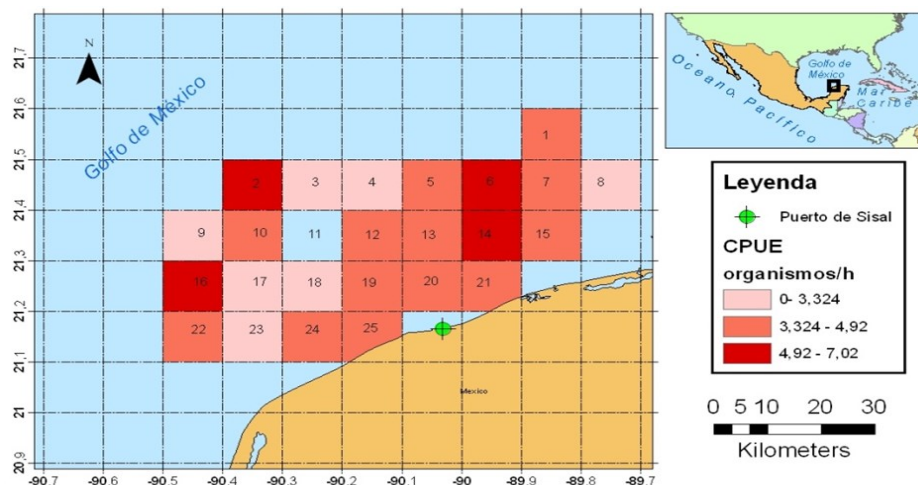
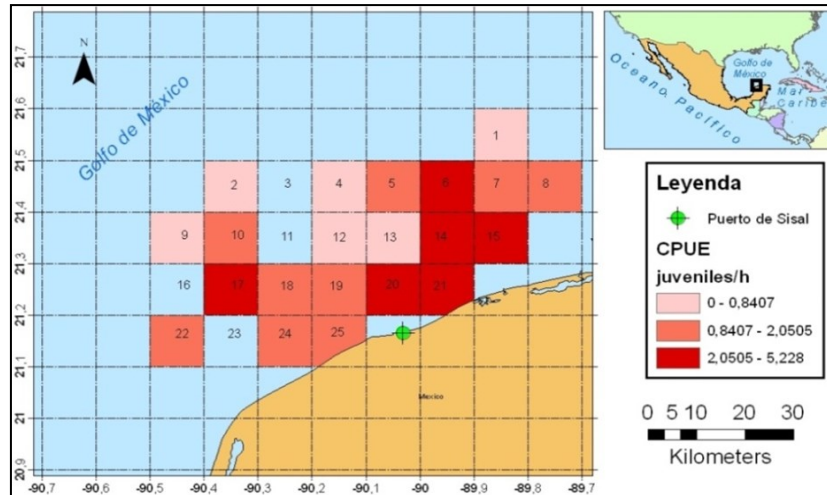


Figura 3. Distribución de la Captura por Unidad de Esfuerzo (org/hr) del pulpo *O.*



**Figura 4.** Distribución de la Captura por Unidad de Esfuerzo de juveniles (org/hr) del pulpo *O. maya* frente al puerto de Sisal, Yucatán (temporada, 2011).

promedio de longitud de manto dentro de la talla legal de pesca se encontraron por arriba de la latitud 21.3° N, cuya zona fue aquella con las celdas más alejadas al puerto.

Con respecto a la capturabilidad, en este estudio se identificó que existe un cambio espacio temporal de la capturabilidad para la pesquería de *O. maya* frente a la costa de Sisal. Estas variaciones también han sido reportadas en la costa de Yucatán por Velázquez-Abunader et al. (2013), quienes además identificaron una variación de capturabilidad por flota, estructura poblacional, arte y sitio de pesca. Velázquez-Abunader et al. (2013) mencionan que la identificación de estas variaciones en capturabilidad son relevantes ya que para las estimaciones de las cuotas de captura elaboradas anualmente por el INAPESCA, no se toma en cuenta estas variaciones, lo cual podría caer en un sesgo durante la estimación de la biomasa actual del recurso.

En cuanto a la capturabilidad variable con la talla y con la profundidad, se observó que los valores mensuales de capturabilidad se encontraron dentro de un rango similar conforme cambia el estrato de profundidad a excepción de agosto, el cual presentó valores considerablemente altos en comparación con el resto de la temporada de pesca para organismos más pequeños. Durante octubre, se presentó un incremento de capturabilidad conforme aumenta la profundidad y la longitud de manto, indicando una mayor vulnerabilidad del recurso a una profundidad mayor para organismos con longitud de manto más grande.

Por sector de población se observa una mayor vulnerabilidad de organismos juveniles en agosto en los primeros dos estratos de profundidad (los más cercanos a la costa). En los siguientes meses de la temporada, los valores para los juveniles fueron parecidos sin importar el cambio de profundidad. Para los organismos considerados como adultos los valores más elevados se presentaron para agosto, entre 5 y 10 m, y para octubre dentro del estrato con profundidad mayor a 15 m.

Los resultados de la capturabilidad mostraron una mayor vulnerabilidad de juveniles en profundidades de hasta 15 m frente al puerto de Sisal durante agosto y

septiembre, en este sentido y con el objetivo de proteger a los juveniles de la presión de pesca, se podría pensar en generar una medida de manejo en la cual se evite la pesca de pulpo a profundidades menores de 15 m a principios de la temporada de pesca (agosto y septiembre). Esta medida protegería a los organismos de talla menor a 11 cm lo que puede contribuir a incrementar el número de individuos en la zona para el segundo pico de reproducción en el mes de noviembre. Ahora bien, se tendrían que evaluar las implicaciones sociales de una medida de manejo de este tipo, debido a que la principal zona de pesca de la flota ribereña es precisamente la zona somera y cercana a la costa (Salas et al. 2009), por lo tanto esta medida estaría afectando directamente a esta flota limitando su distribución y beneficiando a la flota mediana.

Considerando que una medida de manejo consistente en la prohibición de la pesca de pulpo a profundidades menores a 15 m durante el primer mes o primeros dos meses de la temporada de pesca, tendría un costo económico y social muy elevado, se considera recomendable explorar la posibilidad de la creación de zonas de refugio pesquero como una medida de manejo de la pesquería. La adopción de este tipo de medidas significaría una restricción espacial de la pesca mucho menor, pero al ser eficientemente diseñadas, los beneficios podrían incluso ser mayores.

Por ejemplo, examinando los resultados sobre la distribución espacial de la abundancia y capturabilidad de *O. maya* frente a la costa de Sisal, Yucatán, se identificó que la zona al Noreste del puerto de Sisal es aquella con la mayor abundancia de pulpos juveniles; y que los valores más altos de capturabilidad para juveniles se presentaron en el mes de agosto en profundidades de 5 a 15 m. Lo anterior se podría tomar como un primer indicador de una zona y temporada con potencial para la creación de una zona de refugio pesquero.

Las zonas de refugio pesquero están consideradas en la Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentables y son definidas como: “Las áreas delimitadas en las aguas de jurisdicción federal, con la finalidad primordial de

conservar y contribuir, natural o artificialmente, al desarrollo de los recursos pesqueros con motivo de su reproducción, crecimiento o reclutamiento, así como preservar y proteger el ambiente que lo rodea”.

Siguiendo lo anterior, la NOM-049-PESC-2014 (DOF 2014), menciona que es deber de la federación la administración y conservación de las distintas especies de flora y fauna acuática, con el fin de que el aprovechamiento de dichos recursos genere el mayor beneficio a la sociedad y a la economía nacional. Además menciona que diversos estudios han demostrado que se incrementan los beneficios al establecer polígonos como zonas de refugio pesquero ubicadas en la misma área o región, ya que se contribuye a generar heterogeneidad de hábitats y presencia de juveniles que no se han reclutado o adultos en temporada reproductiva.

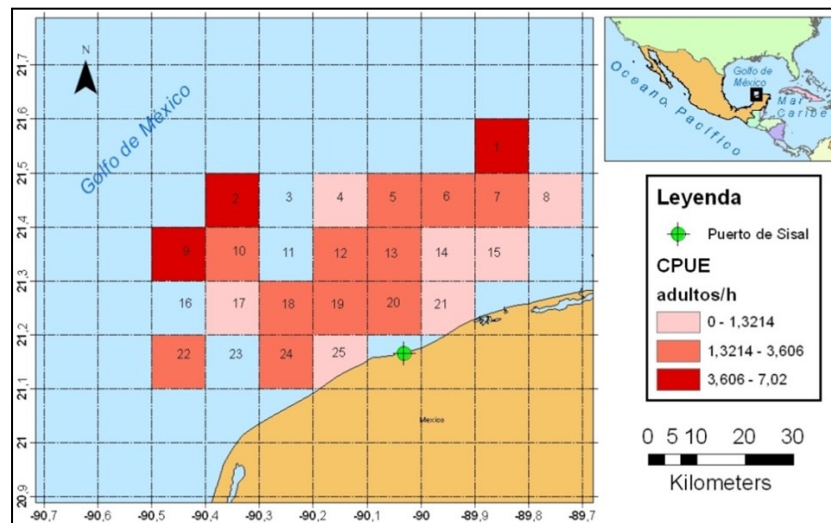
Tomando como base sólo los resultados de este estudio, una zona con potencial para la creación de una zona de refugio pesquero de tipo parcial-temporal, es decir, donde se prohibiría la pesca solamente de *O. maya* durante un periodo de tiempo definido, en este caso el mes de agosto, se ubicaría en el polígono comprendido en las siguientes coordenadas: 21.4° N, 90° O, 21.4° N, 89.8° O; 21.25° N, 89.8° O; 21.23° N, 89.9° O; 21.2° N, 89.95° O; 21.2° N. Con esta acción sólo una fracción del área de pesca de los pescadores de Sisal permanecería cerrada en el mes de agosto, brindando beneficios a la población de *O. maya* y minimizando los costos a los pescadores de pulpo de Sisal, lo que se vislumbra como alternativa de manejo ante al constante incremento de presión de pesca del recurso pulpo en la península de Yucatán.

#### AGRADECIMIENTOS

Al proyecto CONACYT Ciencia Básica CB-2010-01 154400 y a los proyectos UNAM-DGAPA-PAPIIT: IB202412 y RR282412 por los financiamientos y becas otorgadas.

#### LITERATURA CITADA

- Arreguín-Sánchez, F. 1996. Catchability, a key parameter for fish stock assessment. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 6:221-242.
- Arreguín-Sánchez, F., M. J. Solís-Ramírez y M. E. González de la Rosa. 2000. Population dynamics and stock assessment for *Octopus maya* (Cephalopoda: Octopodidae) fishery in the Campeche Bank, Gulf of Mexico. *Revista de Biología Tropical* 48:323-331.
- Arreguín-Sánchez, F. y T.J. Pitcher. 1999. Catchability estimates accounting for several sources of variation: application to the red grouper fishery of the Campeche Bank, México. *Fisheries Bulletin* 97:746-757.
- Blancas-García J.R., J.A. López-Rocha y M.A. Castilla-Ventura. 2012. Análisis de la pesquería del pulpo rojo (*Octopus maya*) frente a la costa de Sisal, Yucatán. *Proceedings of the Gulf and Caribbean Fisheries Institute* 64:501-507.
- Caswell, H. 1988: Approaching size and age in matrix population models. Pages 85-105 in: E. Ebenman and L. Persson (eds). *Size-structured Populations*. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, Germany.
- [DOF] Diario Oficial de la Federación. 2012. *Acuerdo por el que se da a conocer la Actualización de la Carta Nacional Pesquera*. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Diario Oficial de la Federación. México. 236 pp.
- [DOF] Diario Oficial de la Federación. 2014. *Norma Oficial Mexicana NOM-049-PESC-2014 que Determinan el Procedimiento para Establecer Zonas de Refugio para los Recursos Pesqueros en Aguas de Jurisdicción Federal de los Estados Unidos Mexicanos*. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. 11 pp.
- Jurado-Molina, J. 2010. A Bayesian framework with implementation error to improve the management of the red octopus fishery off the Yucatan peninsula. *Ciencias Marinas* 36:1-14.
- López-Rocha, J.A. y F. Arreguín-Sánchez. 2008. Spatial distribution of red grouper *Epinephelus morio* (Serranidae) catchability on the Campeche Bank of Mexico. *Journal of Applied Ichthyology* 24:282-289.
- Martínez-Aguilar, S., E. Morales-Bojórquez, F. Arreguín-Sánchez y J.A. De Anda-Montañez. 1999. *Catchability: Programa Computarizado para Estimar el Coeficiente de Capturabilidad en Función de la Longitud*. Centro Regional de Investigación Pesquera de La Paz del INP, Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas del IPN, Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S.C. La Paz, Baja California Sur, México. 16 p.
- Salas, S., M.A. Cabrera, L.E. Palomo-Cortés, F. Bobadill-Trigos, P.H. Ortega-Tun y E. Torres-Irineo. 2008. Pesquería de Pulpo y Aspectos Socio-Económicos. *Plan de Manejo y Operación del Comité de Administración Pesquera de Escama y Pulpo*. CONAPESCA-SAGARPA. Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional Unidad Mérida. 174 pp.



**Figura 5.** Distribución de la Captura por Unidad de Esfuerzo de adultos (org/hr) del pulpo *O. maya* frente al puerto de Sisal, Yucatán (temporada, 2011).

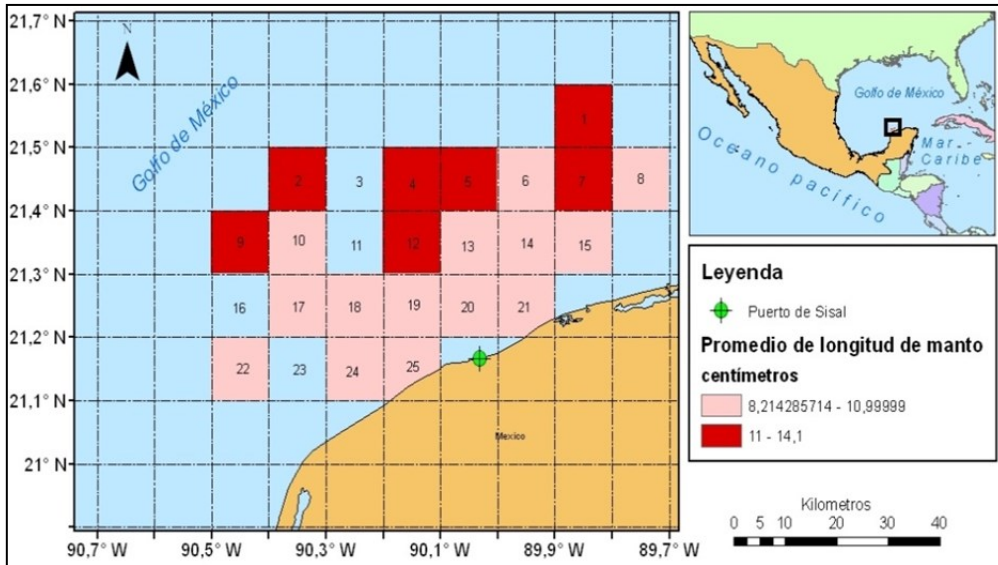


Figura 6. Distribución del promedio por celda de longitud de manto (cm) del pulpo *O. maya* frente al puerto de Sisal, Yucatán (temporada 2011).

Salas, S., M. Cabrera, L. Palomo y E. Torres-Irinea. 2009. Uso de Indicadores para Evaluar medidas de regulación en la pesquería del pulpo en Yucatán dada la interacción de flotas. *Proceedings of the Gulf and Caribbean Fisheries Institute* 61:111-121.

Shepherd, J.G. 1987. A weakly parametric method for estimating growth parameters from length composition data. Páginas 113-119 en: Pauly, D. and G. P. Morgan (eds.) *Length Based Methods In Fisheries Research*. ICLARM Conference Proceedings, Manila, Philippines.

Solís-Ramírez M.J., F. Arreguín-Sánchez y J.C. Seijo. 1997. Pesquería de pupo de la plataforma continental de Yucatán. Páginas 61-80 en: Flores-Hernández, D., P. Sánchez-Gil, J. C. Seijo, y F. Arreguín-Sánchez. *Análisis y Diagnóstico de los Recursos Pesqueros Críticos del Golfo de México*. Universidad Autónoma de Campeche. EPOMEX, Serie Científica, Vol. 7.

Velázquez-Abunader, I., S. Salas y A.M. Cabrera. 2013. Differential catchability by zone, fleet and size: The case of the red octopus (*Octopus maya*) and common octopus (*Octopus vulgaris*) fishery in Yucatán México. *Journal of Shellfish Research* 32:845-854.

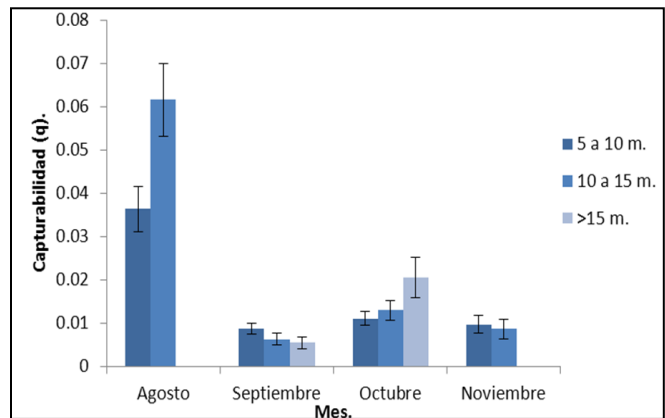


Figura 7. Promedio de capturabilidad mensual ( $\pm$  error estándar) según estrato de profundidad del pulpo *O. maya* frente al puerto de Sisal, Yucatán durante la temporada 2011.

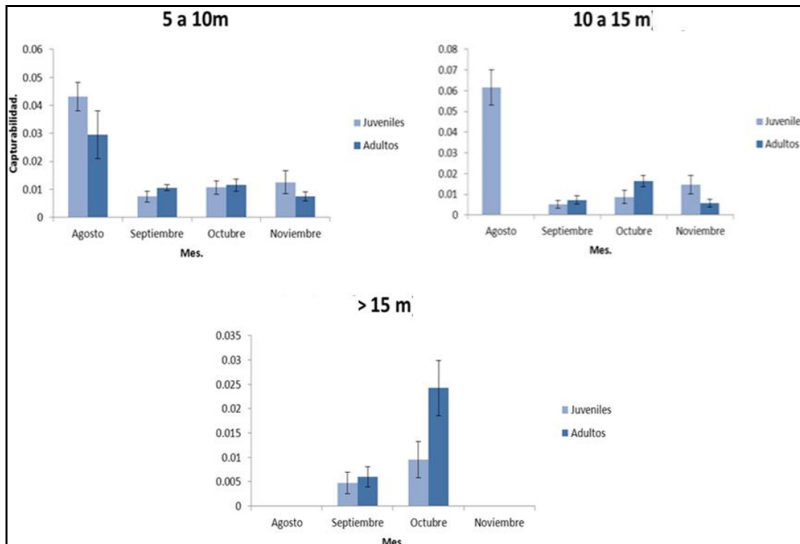


Figura 8. Promedio de capturabilidad mensual ( $\pm$  error estándar) por estrato de profundidad y sector de población del pulpo *O. maya* frente al puerto de Sisal, Yucatán durante la temporada 2011.