



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO**

---

---

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**EVALUACIÓN DE LA PESQUERÍA DE PULPO ROJO  
*OCTOPUS MAYA* EN EL PUERTO DE SISAL, YUCATÁN,  
MÉXICO.**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

**LICENCIADO EN MANEJO  
SUSTENTABLE DE ZONAS COSTERAS.**

**P R E S E N T A:**

**JOSÉ RAMÓN BLANCAS GARCÍA.**

**DIRECTOR DE TESIS:  
DR. JORGE ALBERTO LÓPEZ ROCHA.**

**Cd. Universitaria, D. F. 2014.**





Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Hoja de datos del jurado.

1. Datos del alumno.  
Blancas  
García  
José Ramón  
7353541428  
Universidad Nacional Autónoma de México  
Faculta de Ciencias  
Manejo sustentable de zonas costeras  
410002216
2. Datos del tutor.  
Dr.  
Jorge Alberto  
López  
Rocha
3. Datos del sinodal 1.  
Dr.  
Carlos  
Rosas  
Vázquez
4. Datos del Sinodal 2.  
Dr.  
José Iván  
Velázquez  
Abunader
5. Datos del Sinodal 3.  
Dr.  
Fernando Nuno  
Simoos  
Dias Marques
6. Datos del tutor 4.  
Dra.  
Laura Elena  
Vidal  
Hernández

A mis padres: Ramón Blancas Arroyo y Elizabeth García.

A mi hermana Sol.

A mi esposa Martha.

A mi hijo Matías.

A Don Jova, Doña Gaby, Irlanda y Gladis.

Y a toda mi hermosa familia que siempre estuvo conmigo.

## 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.

A mi Director de Tesis el Dr. Jorge Alberto López Rocha por su incalculable ayuda, conocimiento y sobre todo amistad.

A mi comité de seguimiento el Dr. Carlos Rosas Vázquez y al Dr. José Iván Velázquez Abunader.

A mis sinodales: la Dra. Laura Elena Vidal Hernández y el Dr. Nuno Simoes. Por su tiempo y sus acertadas observaciones para este documento.

A mis compañeros de la 4ta generación de la licenciatura en Manejo Sustentable de Zonas Costeras: Luis Natan, Jean Carlo, Juan Francisco, Diana y Erick Alberto (“compadre”), por tan grandes discusiones, risas, experiencias y ayuda a lo largo de la licenciatura.

A todos mis excelentes maestros de la licenciatura que dieron lo máximo durante sus clases.

A todos mis compañeros de la licenciatura, los cuales creemos y luchamos por un verdadero cambio en nuestro mundo. Sobre todo a mi compañero Erick Barrera por su gran ayuda y amistad.

## Contenido

RESUMEN.....	6
1. INTRODUCCIÓN.....	7
1.1. BIOLOGÍA DEL PULPO.....	8
1.2. IMPORTANCIA DE LA PESCA DEL PULPO.....	10
1.3. LA COMUNIDAD DE SISAL, YUCATÁN, MÉXICO.....	12
1.4. MÉTODO Y ARTE DE PESCA.....	14
1.5. REGULACIÓN Y MANEJO.....	16
2. ANTECEDENTES.....	17
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	20
4. HIPÓTESIS.....	21
5. OBJETIVOS.....	21
5.1. GENERAL.....	21
5.2. PARTICULARES.....	21
6. METODOLOGÍA.....	22
6.1. ANÁLISIS DE LAS TENDENCIAS DE CAPTURA.....	22
6.2. DISTRIBUCIÓN ESPACIO TEMPORAL.....	22
6.3. CAPTURABILIDAD.....	24
7. RESULTADOS.....	29
7.1. TENDENCIAS DE CAPTURA.....	29
7.2. DISTRIBUCIÓN ESPACIAL.....	33
7.2.1. ESFUERZO DE PESCA.....	35
7.2.2. CAPTURA.....	38
7.2.3. CAPTURA POR UNIDAD DE ESFUERZO (CPUE).....	42
7.2.4. LONGITUD DE MANTO.....	50
7.3. CAPTURABILIDAD.....	52
7.3.1. ESTRATOS DE PROFUNDIDAD.....	52
7.3.2. SECTOR DE POBLACIÓN.....	55
8. DISCUSIÓN.....	56
9. CONCLUSIONES.....	62
10. REFERENCIAS.....	63

## 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 en el mercado y que es aprovechada principalmente por la flota menor o artesanal de la región. En los últimos años, la captura de pulpo en la península de Yucatán (*O. maya* y *O. vulgaris*) ha oscilado entre 9,500 y 26,000 toneladas anuales, además de generar 15,000 empleos directos y una derrama económica anual de aproximadamente 360 millones de pesos. Esto hace relevante la generación de investigaciones que proporcionen conocimiento científicamente validado para un manejo sustentable del recurso pesquero. 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 las tendencias de captura de los últimos 15 años por medio de un índice de captura. Además se analizó 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). Se encontró una tendencia estable en las capturas anuales, a excepción de los años 2001, 2003 y 2008 en los que la pesquería se vio afectada significativamente por eventos de marea roja. El análisis espacio temporal de la abundancia mostró 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 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 formalización de un plan de contingencia en casos de marea roja y de la creación de una zona de refugio pesquero frente a la costa de Sisal para la protección de juveniles, como medidas de manejo tendientes a una explotación sustentable.

## 1. INTRODUCCIÓN.

La pesca se define como la captura de vida salvaje acuática, equivalente a la cacería de bisontes, conejos o venados en tierra. En consecuencia, no es sorprendente que la pesca o la cacería a gran escala sin un adecuado manejo no sean sustentables; lo sorprendente es cual estrecha es la noción de este concepto con respecto a los “cambios ambientales” que son causados y que afectan a las poblaciones de peces en el mundo. Examinando la historia de la pesca, es claro que los humanos hemos generado, por miles de años, un impacto considerable en especies clave dentro de los ecosistemas, (Pauly *et. al.*, 2002). Por lo tanto, a palabras del autor, es importante generar información sobre los impactos de la pesca a estas especies clave y a su medio ambiente.

La pesca y la acuicultura en el mundo suministraron unos 148 millones de toneladas de pescado en el 2010, con un valor total de 217, 500 millones de Dólares Americanos (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**). De ellos, aproximadamente 128 millones de toneladas se destinaron al consumo humano y, según los datos preliminares para 2011, la producción se incrementó hasta alcanzar los 154 millones de toneladas, de los que 131 millones de toneladas se destinaron a alimento (FAO, 2012).

A lo largo de la Península de Yucatán, que abarca los Estados de Quintana Roo, Yucatán y Campeche, el aprovechamiento de los recursos pesqueros es muy variado; listando algunas de las especies que se pescan en la región podemos mencionar: la almeja blanca (*Codakia orbicularis*), almeja de bola (*Mercenaria campechiensis*), camarón rojo (*Farfantepenaeus brasiliensis*), caracol rosado (*Strombus gigas*), caracol chivita (*Melongena corona*), jaiba azul (*Callinectes sapidus*), langosta del caribe (*Panulirus argus*), langosta prieta (*Panulirus guttatus*), bagre bandera (*Bagre marinus*), Canané (*Ocyurus chrysurus*), rubia (*Lutjanus synagris*), mero (*Epinephelus morio*), bonito (*Euthynnus alletteratus*), chac-chi (*Haemulon plumieri*) y los pulpos (*Octopus maya* y *O. vulgaris*), estas últimas dos especies generan una pesquería de suma importancia nacional y regional, (Carta Nacional Pesquera, 2010).



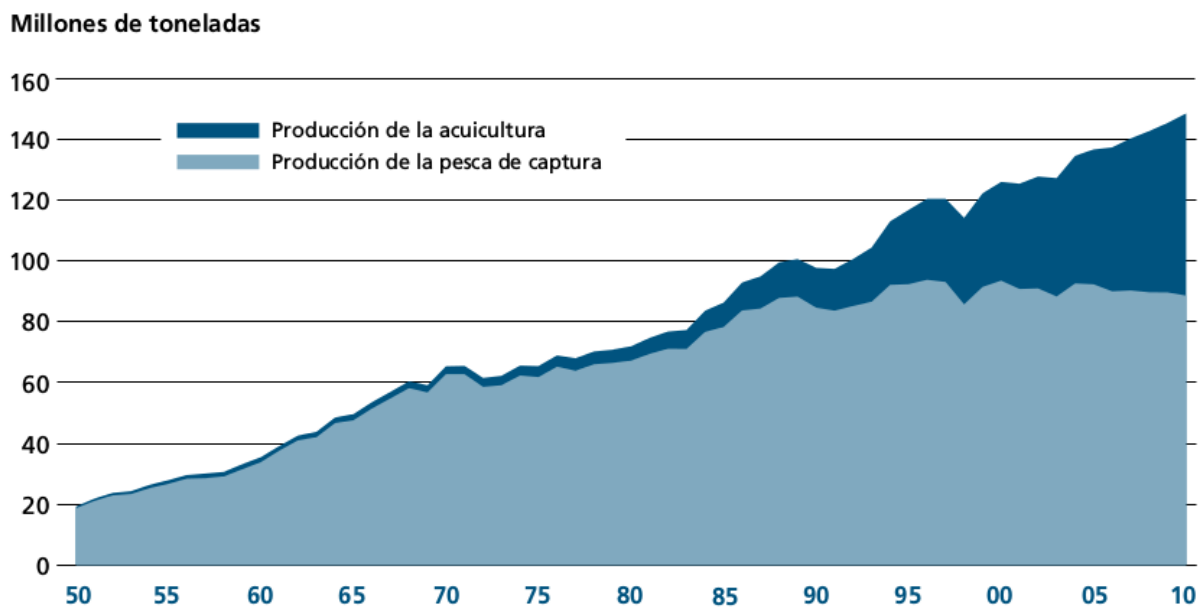


Figura 1. Producción mundial de la pesca de captura y la acuicultura. Tomado de FAO, 2012. Los valores de la Gráfica se encuentran redondeados.

### 1.1.BIOLOGÍA DEL PULPO.

Los pulpos pertenecen a una clase llamada Cefalópoda formada por alrededor de 650 especies, son considerados los moluscos más evolucionados; se trata de animales depredadores muy activos, poseen grandes ojos muy parecidos estructuralmente a los vertebrados y son considerados como los invertebrados más avanzados, todas las especies son marinas ocupando todos los océanos del mundo desde la superficie hasta los 7,000 m de profundidad; el pulpo comparte este grupo con los calamares, las jibias y los nautilus; solamente los miembros del género *Nautilus* poseen una concha bien desarrollada; en este grupo la parte anterior del pie se ha dividido, para formar brazos y tentáculos (los tentáculos en los calamares, jibias y pulpos están cubiertos por ventosas que les sirven para sujetar y capturar presas) y el resto se ha desplazado anteriormente, para poder rodear la cabeza y ayudar a la locomoción (Figura 2); el cuerpo de estos animales se puede dividir en dos partes: la anterior o cefalopodio se compone de las extremidades, la cabeza y el sifón; la posterior se denomina viceropodio y consiste en un saco muscular (manto), en cuyo interior se encuentran las branquias y las vísceras (Barnes, 1990).

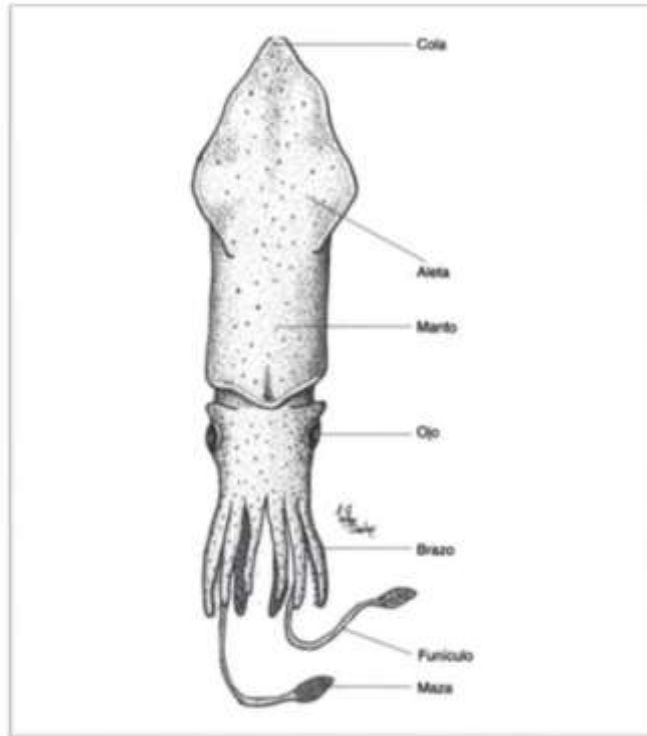


Figura 2. Muestra las características generales de los cefalópodos ejemplificados en una sepia. Tomado de Padilla *et. al.*, 2003.

Los cefalópodos son los moluscos con mayor capacidad de movimiento y nadan mediante propulsión a chorro; la boca, además de la rádula, está equipada con picos córneos que sirven para matar a la presa y reducirla a fragmentos; se alimentan principalmente de peces, camarones, cangrejos y otros moluscos; las presas son capturadas por las extremidades, de los que los calamares y jibias poseen 10 (orden Decápodos; debido a que este término se aplica a los crustáceos, su uso es incorrecto desde un punto de vista sistemático): ocho brazos y dos tentáculos; y los pulpos ocho (orden Octópodo); los pulpos tienen hábitos de vida bentónicos, el cuerpo de estos animales es globoso y carecen de aletas, por lo que son malos nadadores; normalmente se desplazan reptando en el fondo; estos animales presentan sexos separados, en los machos los espermatozoides se encuentran empaquetados en espermátóforos, dentro de una vesícula seminal (Bolsa de Needham), localizan en la región del manto; un brazo del macho adulto se modifica constituyendo un órgano que recibe el nombre de hectocotilo, estos órganos introducen los espermátóforos durante la copula en la cavidad del manto de la hembra; los huevos se suelen fecundar a nivel del oviducto de las hembras, y estas los adhieren a las piedras u otros objetos del medio marino (Padilla *et. al.*, 2003).

El pulpo rojo (*O. maya*), como es conocido en la región de la península de Yucatán, es una especie relativamente grande caracterizada por presentar un par de ocelos de café oscuro; el inicio de los brazos II y III izquierdos ocurre a la altura de los ojos, presenta huevos grandes (17 mm de longitud) y su fecundidad oscila entre los 1,500 y 2,000 huevos en promedio (Solís-Ramírez, 1967; Morales y Solís, 1987; Seijo *et. al.*, 1990). Su desarrollo embrionario es directo, es decir, las crías al eclosionar tienen las principales características anatomofisiológicas de los adultos, si son irritados cambian de color, muestran los cirros e incluso, pueden expeler tinta a manera de diminutos chorros (Fuentes *et al.*, 1964; Solís-Ramírez, 1967a). Su talla se basa en la longitud del manto y puede llegar hasta los 250 mm; no se han encontrado diferencias al comparar la longitud del manto en función del sexo, (Solís-Ramírez y Chavez, 1986; Solís-Ramírez y Zetina, 1991). El pulpo rojo es una especie litoral de aguas someras que se refugia en huecos dentro del fondo cárstico, corales y objetos sumergidos (conchas, latas, botes, etc.), (Solís-Ramírez, 1999).

## **1.2.IMPORTANCIA DE LA PESCA DEL PULPO.**

La pesca de cefalópodos (pulpo, sepias y calamares) a nivel mundial presentó una cuota de capturas de 1.3 millones de toneladas en 2010, siendo los principales exportadores Marruecos y Mauritania aunque recientemente México se ha convertido también en un proveedor importante para Europa, ya que los suministros de pulpo a nivel mundial han presentado problemas a lo largo del 2011, esto ha repercutido directamente en el aumento de precio del producto (FAO, 2012).

El pulpo por su volumen se encuentra en la décima posición de la producción de especies marinas en México, en la temporada 2010 alcanzó volúmenes de captura de 23167 toneladas, (Figura 3); sin embargo por su alto valor monetario se encuentra en el quinto lugar, alcanzando para la temporada 2011 un valor por kilo a pie de playa de 90 pesos, (SAGARPA, 2011); los principales Estados productores son Yucatán y Campeche (Figura 4), (Anuario Estadístico de Acuicultura y Pesca, 2010). En estos dos Estados el pulpo ocupa el primer lugar en volúmenes de captura con el 52%, seguido por el complejo mero-pargo con el 17%, según Salas *et. al.* (2008). El Instituto Nacional de Pesca (INAPESCA), en su dictamen técnico para el establecimiento de cuota de captura de pulpo *O. maya* para la temporada 2011, menciona que en los últimos trece años los

registros oficiales de captura de pulpo en la península de Yucatán (para *O. maya* y *O. vulgaris*) han oscilado entre 9,500 y 26,000 toneladas, además de generar 15,000 empleos directos y una derrama económica anual de aproximadamente 360 millones de pesos.

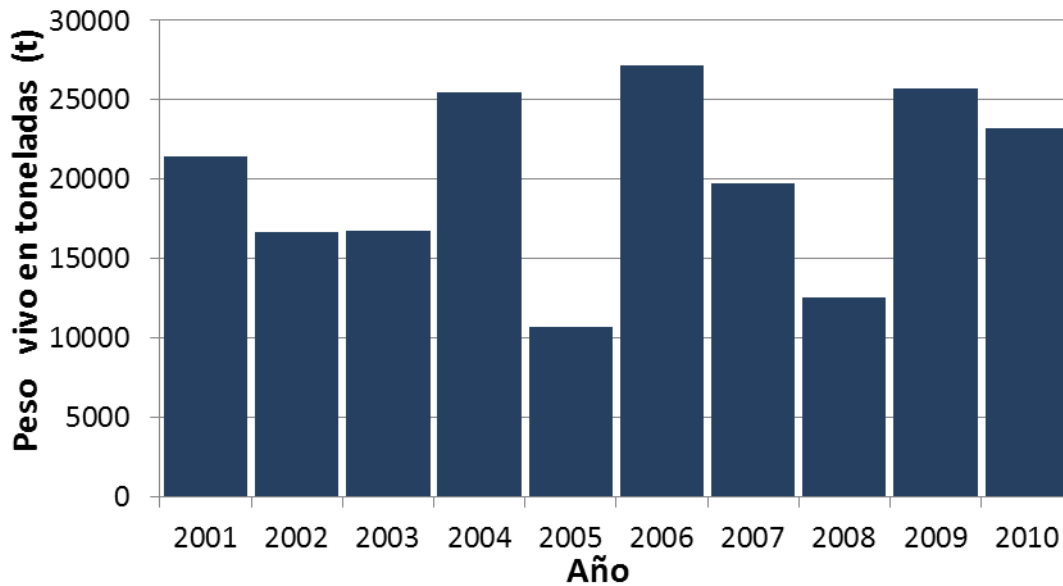


Figura 3. Serie Histórica de la producción de pulpo 2001-2010 (peso vivo en toneladas). Gráfica elaborada por el autor de acuerdo al anuario de pesca 2010.

El pulpo rojo es una especie endémica de la plataforma de Yucatán identificada por Voss y Solís-Ramírez (1966), además en el año 2002 aportó el 80% de la captura total para la península de Yucatán, la cual es efectuada en su mayoría por la flota ribereña de la región (embarcaciones de 8-10 m. de eslora) que está dividida en 27 comunidades pesqueras concentrándose las descargas en 19 puertos de los cuales destaca Progreso como la base de operación y descarga (INAPESCA, 2006). Esto hace relevante la generación de investigaciones integrales sobre la pesquería de pulpo que nos proporcionen conocimiento global para un manejo eficiente del recurso pesquero.

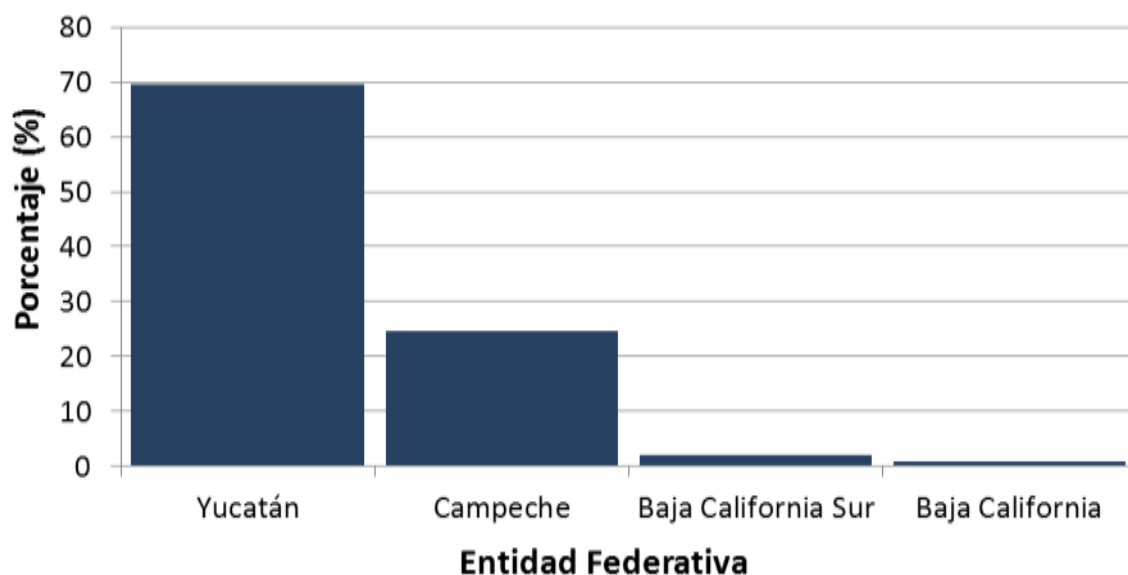


Figura 4. Participación porcentual de la producción de pulpo de las principales entidades federativas, 2010. Gráfica generada por el autor con base en datos extraídos del Anuario Estadístico de pesca, 2010.

### 1.3.LA COMUNIDAD DE SISAL, YUCATÁN, MÉXICO.

El puerto de Sisal es una comisaria del municipio de Hunucmá (el cual cuenta con un grado de marginación medio según la CONAPO (2010), se encuentra ubicado a 45 km de la ciudad de Mérida, capital del Estado de Yucatán, y a 40 km por mar del puerto de Progreso; sus coordenadas geográficas son: 21° 09' 57.34" N y 90° 01' 49.70" O; cuenta con una población de 1,837 habitantes, de los cuales 940 corresponden a la población masculina (51.17%) y 897 corresponden a la población femenina (48.82%); el grado promedio de escolaridad en el puerto es de 7.59 años; la población económicamente activa corresponde a 801 personas (43.6% de la población total), de las cuales 563 (59.89% de la población masculina) son hombres y 238 mujeres (26.53% de la población femenina). Del total de la población 1,237 habitantes no son derechohabientes a servicios de salud privados o públicos (esto corresponde al 67.3% de la población total) y 593 cuentan con algún tipo de servicio de salud (IMSS, ISSSTE, PEMEX, SEDENA, SEMAR o alguna instancia pública; esto corresponde al 32.28% de la población total); en cuanto al estado civil de la población: 414 son personas mayores de 12 años solteras o nunca unidas, 890 personas se encuentran casados o en unión libre siendo mayores de 12 años y 124 personas estuvieron casadas o unidas en algún momento. En cuanto a la religión: 1,679 personas profesan el catolicismo, 96 personas son protestantes, evangelistas o bíblicas y 54 personas se consideran sin religión (INEGI, 2010).

Existen un total de 1,174 viviendas en el puerto de Sisal, de las cuales 1,172 son particulares. Entre el total de viviendas del puerto, 487 se encuentran habitadas y de todas las viviendas particulares 485 cuentan con inquilinos. El promedio de personas que habitan una casa es de 3.78 y el promedio de ocupantes por cuarto en cada casa es de 1.26 personas. Un total 478 viviendas poseen piso de cemento o diferente de tierra; la gran mayoría de las viviendas (314) poseen 3 o más cuartos, 476 cuentan con luz eléctrica, 462 cuentan con agua entubada en la vivienda, 460 cuentan con excusados o sanitarios y el mismo número de viviendas cuentan con drenaje; En cuanto a medios de comunicación 305 viviendas cuentan con radio, 450 cuentan con televisión, 390 cuentan con refrigerador, 352 cuentan con lavadora, 103 cuentan con automóvil, 54 poseen una computadora, 24 tienen línea telefónica, 393 cuentan con celular y 11 viviendas gozan del servicio de internet. Por último se debe agregar que el tamaño de la localidad (total de personas que residen habitualmente en el lugar) está entre 1,000 y 2,499 habitantes, según el censo nacional del 2010.

El puerto de Sisal es considerado un puerto turístico-pesquero; la mayoría de los pescadores comercializan sus productos en Mérida y en el mercado local. En cuanto a infraestructura (Figura 5), el puerto cuenta con dos escolleras, la oriente tiene una longitud de 271 m y la poniente 218 m que fueron construidas en 1988 y un atracadero para la actividad pesquera de 490 m dividido en tres muelles, uno marginal y dos de peines. Las áreas de agua están integradas por un canal de navegación de 30 m de plantilla y 3.6 m de profundidad, y una dársena interior de 25 mil metros cuadrados incluyendo tres zonas de fondeaderos. En la entrada del puerto, como consecuencia del transporte litoral, se forman bajos que requieren de dragados de mantenimiento periódicos. En tierra, en las zonas de muelles, existen construcciones informales de pescadores para almacenar materiales y equipos de pesca. Hay cinco cooperativas pesqueras registradas de las cuales únicamente operan tres. Durante el 2007, el puerto operaba con 450 embarcaciones registradas, todas ellas dedicadas a la pesca y pertenecientes a la flota menor (API, 2009).



Figura 5. Mapa de las instalaciones portuarias de Sisal. Se observan las escolleras, los atracaderos y la población circundante. Tomado del Programa Maestro de Desarrollo Portuario 2009-20014.

#### 1.4.MÉTODO Y ARTE DE PESCA.

La pesca del pulpo en la península de Yucatán se realiza por medio del método del “gareteo” que consiste en colocar en la popa y proa de la embarcación (comúnmente embarcaciones de 8 - 10m de eslora) una vara llamada “jimba”, que generalmente es de mangle y mide aproximadamente 5 m de longitud; en las cuales cuelgan líneas de cordel sintético (polipropileno del No. 18) (Figura 6). Lo más común es colocar 10 líneas por embarcación, con carnada atractiva para el pulpo, como por ejemplo la Jaiba azul (*Callinectes sapidus*), Ocool (*Cardisoma armatum*) o Maxquil (*Libinia emarginata* y *L. dubia*), y un plomo para poder llegar al fondo. Una vez preparadas las líneas con la carnada, se coloca la embarcación a la deriva por un periodo de tiempo que varía de acuerdo a las condiciones del clima y abundancia de la captura, revisando cada línea con un pequeño tirón tratando de identificar aquellas que tengan un incremento de peso debido a que el pulpo ha capturado a la carnada; cuando esto ocurre se recupera la línea cuidando que el pulpo no se suelte y se recolecta la captura. Aquellas embarcaciones con mayor capacidad llevan a bordo pequeñas embarcaciones comúnmente llamadas “alijos”, esto les permite tener mayor cobertura al pescar y una mayor captura (Figura 7). El método de pesca se considera sustentable debido a que permite hacer una selección de las



presas con talla legal o que no están aptas para ser aprovechadas y devolverlas a su hábitat. Asimismo, las hembras son cuidadas de ser capturadas debido a sus hábitos reproductivos, ya que no se alimentan cuando están cuidando sus puestas de huevos y no son atraídas por la carnada. Este método de extracción necesita de condiciones de viento y corrientes (superficiales y de fondo) adecuadas para hacer más eficiente la captura, preferentemente que actúen en coordinación (Solís-Ramírez y Chaves 1986; Solís-Ramírez *et. al.*, 1997; Salas *et. al.*, 2006; Pérez *et. al.*, 2006).

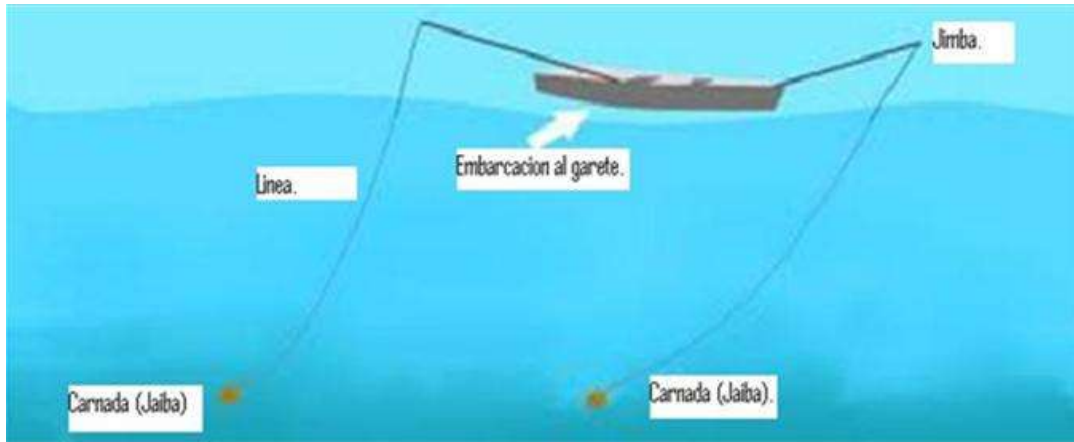


Figura 6. Esquema del gareteo. En la imagen se muestra una pequeña descripción esquemática sobre el arte de pesca llamado gareteo; Se muestra la posición de las jimbas en la embarcación así como las líneas con carnada para el pulpo. Esquema generado por el autor.



Figura 7. Imágenes del gareteo y la pesca de pulpo: en la primera imagen del lado izquierdo se observa un “alijo” a la deriva con sus respectivas jimbas; la imagen del lado derecho muestra a un pescador con su familia preparando su embarcación para la pesca del día. Fotos: Erick Alberto.



### **1.5.REGULACIÓN Y MANEJO.**

Actualmente, el manejo de la pesquería de pulpo está regido principalmente por dos Normas Oficiales Mexicanas (NOMs): la NOM-008-PESC-1993 En la que se menciona una talla mínima de captura de 110 mm de longitud de manto, así como los artes de pesca prohibidos- como los ganchos, figsas y arpones-para su captura; y la NOM-009-PESC-1993 que faculta al Instituto Nacional de Pesca para generar investigaciones biológico-pesqueras con el fin de establecer un periodo de veda, que con base en el acurdo publicado en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el 3 de diciembre de 1994, se establece generalmente desde el 16 de diciembre al 31 de julio de cada año, el cual envuelve a las dos especies de pulpo (*O. vulgaris* y *O. maya*). Este periodo de veda se ha modificado varias veces, en diferentes temporadas de pesca, con el objetivo de subsanar las pérdidas económicas originadas por las bajas capturas obtenidas debido a eventos como las mareas rojas o factores ambientales adversos que afectaron a la producción pesquera (Salas, 2008). La NOM-008-PESC-1993 menciona que es obligación de la secretaria de pesca establecer las cuotas de captura por especie y región para cada temporada de pesca, así como los límites permisibles de esfuerzo pesquero. La NOM-009-PESC-1993 especifica el procedimiento para determinar oportunamente las épocas y zonas de veda para la captura de diferentes especies de la flora y fauna acuática, en aguas de jurisdicción federal de los Estados Unidos Mexicanos, a efectos de garantizar la conservación, la preservación y el aprovechamiento racional de los recursos pesqueros. Esta norma toma en cuenta información con bases científicas reconocidas internacionalmente como requisito para ser implementada en cualquier especie.

Toda esta reglamentación se efectuó con base en investigaciones científicas principalmente por los trabajos de Solís-Ramírez (1966). Actualmente solo se han implementado medidas precautorias y momentáneas para el manejo de la pesquería del pulpo, sin embargo se cree necesario hacer recomendaciones que refresquen la reglamentación de la pesca del pulpo con base en los conocimientos científico-pesqueros generados desde la implementación de la NOM-008-PESC-1993, todo esto con el único fin de llegar a una pesquería integral con metas fijas hacia la sustentabilidad del recurso pesquero.

## 2. ANTECEDENTES.

En el Golfo de México, existen registros de la pesquería de pulpo desde el año 1949 en el puerto de Campeche, con un monto de 50 t; en aguas yucatecas, los desembarques datan de 1976 en el puerto de Celestún con un monto de 304 t, aunque en esta región se conocía su explotación desde 1970. Por otra parte en el Estado de Quintana Roo, los desembarques se registraron de forma irregular desde 1976. En las aguas de Veracruz, las capturas se remontan desde 1961 con un promedio de 36 t en el periodo de 1961 a 1989 (Solis-Ramirez, 1999).

Solis-Ramirez (1999) proporcionó una tabla con los montos de captura de pulpo en las principales regiones del Golfo de México y Mar Caribe, con base a las Delegaciones Federales de Pesca de la Secretaria de Pesca, que nos brinda una idea de la evolución de la pesquería de pulpo. Los datos de esta tabla fueron actualizados en este documento (Tabla 1) desde los montos de captura correspondientes al año de 1980 hasta 2010, estos datos están dentro de los Anuarios Estadísticos de Acuacultura y Pesca que a su vez se encuentran en el portal electrónico de la SAGARPA (SAGARPA, 2012).

**Tabla 1. Capturas en Peso vivo (toneladas) de Pulpo en los estados de Campeche, Yucatán, Quintana Roo y Veracruz. Actualizada según los Anuarios Estadísticos de Acuacultura y Pesca.**

<b>Año</b>	<b>Campeche</b>	<b>Yucatán</b>	<b>Quintana Roo</b>	<b>Veracruz</b>	<b>Suma</b>
1949	50				50
1950	133				133
1951	133				133
1952	109				109
1953	70				70
1954	75				75
1955	71				71
1956	101				101
1957	86				86
1958	119				119
1959	152				152
1960	307				307
1961	414			19	433
1962	392			21	413
1963	666			9	675
1964	448			12	460

1965	1302			16	1318
1966	1129	12		18	1159
1967	1484	14		116	1614
1968	1509	79		215	1803
1969	1972	76		98	2146
1970	1108	304		33	1445
1971	1878	618		37	2533
1972	2621	967		33	3621
1973	979	801		5	1785
1974	1365	1853		22	3240
1975	1444	2000		19	3463
1976	2710	1580	8	18	4316
1977	3433	2535	7	21	5996
1978	1584	681	24	27	2316
1979	1408	5047	29	37	6521
1980	1011	4623	4	13	5651
1981	2396	4443	8	21	6868
1982	2098	4203	21	43	6365
1983	1823	6693	9	28	8553
1984	1506	4200	2	55	5763
1985	740	5531	37	67	6375
1986	1483	7804	13	37	9337
1987	1913	6162	25	34	8134
1988	1839	5684	12	38	7573
1989	1036	10968	71	40	12115
1990	2493	12696	131	66	15386
1991	2282	12868	149	40	15339
1992	2434	13559	251	53	16297
1993	2969	12546	162	114	15791
1994	3487	13090	181	68	16826
1995	2942	15544	366	105	18957
1996	2831	24925	394	66	28216
1997	2071	14858	247	27	17203
1998	2065	13300	242	77	15684
1999	4187	13687	87	128	18089
2000	6173	14680	88	175	21116
2001	7268	13109	176	44	20597
2002	5747	10143	55	73	16018
2003	4613	10892	122	85	15712
2004	5663	18289	233	85	24270
2005	4098	5668	88	64	9918

2006	6807	19147	206	48	26208
2007	6211	12347	120	52	18730
2008	5254	5801	184	116	11355
2009	4011	19730	649	74	24464
2010	5718	16108	86	73	21985

**Nota:** Los espacios en blanco indican que no existía registro de la pesquería.

Desde 1949, la captura de pulpo *O. maya* en Campeche se realiza sólo con embarcaciones de la flota costera o artesanal. En Yucatán, en cambio, a partir de 1982, las embarcaciones de flota industrial dedicadas tradicionalmente a la captura de especies de escama, como el mero y el huachinango, se sumaron a la pesca de pulpo rojo *O. maya* incorporando una segunda especie, el pulpo común *O. vulgaris*. La participación de las flotas artesanal e industrial de Yucatán, la incorporación del pulpo común en la captura y la alta demanda de pulpo en los mercados internacionales como el de Japón y España, hizo crecer los registros de aprovechamiento del recurso hasta alcanzar una captura record de 28 216 t en 1996. A partir de ese año la captura de las dos especies ha superado las 15,000 t, pero nunca se ha vuelto a alcanzar esa captura (INAPESCA, 2006).

El pulpo rojo, por la importancia mencionada en el apartado introductorio para la población en general, ha sido un tema de interés para la investigación pesquera. Importantes avances ha generado en este rubro en Instituto Nacional de Pesca (INAPESCA) a través del Centro de investigación pesquera (CRIP) de Yucalpetén en Yucatán y de Ciudad del Carmen y Lerma en Campeche, el Centro de investigación y estudios avanzados (CINVESTAV) unidad Mérida del Instituto Politécnico Nacional (IPN), la Universidad Autónoma de Yucatán (UADY) y la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) a través de su Campus en el puerto de Sisal, Yucatán. En general, los estudios sobre el pulpo *O. maya* ha sido sobre sus características biológicas, entre los principales autores podemos destacar a Solís (1962, 1965 y 1967), Fuentes (1965), Van Heukelm (1977). Entre los principales autores en cuanto a investigaciones pesqueras del recurso podemos mencionar a Voss (1973), Arreguín-Sánchez y Solís-Ramírez (1987), Seijo (1987), Arreguín-Sánchez (1992) y Salas (2006, 2007 y 2008), entre otros no menos importantes.

Sobre la organización de la pesca del pulpo, se han conformado cooperativas pesqueras que se encargan de la compra y distribución del pulpo a sus diferentes destinos. Con

anterioridad, el recurso se destinaba a mercados locales y nacionales, como un producto *gourmett*. Sin embargo, desde el 2005 existe una gran demanda en la exportación de este producto a la Unión Europea.

Hoy en día, a causa de la gran derrama económica de la pesca de pulpo, la poca vigilancia del cumplimiento de las normas que regulan su pesquería, la importancia de este producto para los pescadores de los puertos de Yucatán y las familias que dependen de esta actividad, se han creado organizaciones interesadas en la administración del producto. Un ejemplo es el Comité Sistema Producto pulpo, formado en el 2007 por representantes del gobierno Federal y Estatal del sector pesquero así como representantes de productores sociales y privados, comercializadores, armadores y exportadores del Estado de Yucatán. Este organismo tiene la misión de “fortalecer la cadena del pulpo en el Estado de Yucatán para lograr el desarrollo ordenado de la actividad en beneficio de todos los actores de la cadena productiva, respetando el medio ambiente y promoviendo el uso sustentable del recurso pulpo”.

### **3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.**

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 (CNP, 2012). Sin embargo también se ha sugerido que la pesquería presenta algunos signos de sobreexplotación (Jurado-Molina, 2010; Salas, 2008). Asimismo, Salas et al. (2008) 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. En este sentido, se planteó analizar las tendencias de capturas de *O.*

*maya* de los últimos 15 años en el puerto, con el fin de evaluar el grado de vulnerabilidad de la actividad pesquera de pulpo del puerto de Sisal ante los efectos de la marea roja.

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.

#### **4. HIPÓTESIS.**

El conocimiento de las tendencias de captura y de la distribución espacio temporal de la abundancia y de la capturabilidad del pulpo *O. maya* en la zona marina frente al puerto de Sisal, Yucatán, México, representa una información clave para sustentar medidas de manejo pesquero para un aprovechamiento sustentable.

#### **5. OBJETIVOS.**

##### **5.1.GENERAL.**

Evaluar la pesquería de pulpo en Sisal, Yucatán, para proponer mejoras al actual esquema de manejo de la pesquería.

##### **5.2.PARTICULARES.**

Determinar las tendencias de las capturas de *O. maya* en el puerto de Sisal en el periodo 1999-2013.

Determinar la distribución y abundancia de *O. maya* en la zona marina frente al puerto de Sisal, Yuc., con respecto a la talla, sector de población, profundidad y tiempo.

Determinar la capturabilidad de *O. maya* en la zona marina frente al puerto de Sisal, Yuc., con respecto a la talla, sector de población, profundidad y tiempo.

Evaluar la implicación de los resultados en el actual esquema de manejo de la pesquería.

## 6. METODOLOGÍA.

### 6.1. ANÁLISIS DE LAS TENDENCIAS DE CAPTURA.

Se procedió a reunir en una base de datos los valores de captura mensual en toneladas de peso vivo registrados desde el año 1999 al 2013 por la Subdelegación de Pesca en Yucatán de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). Se analizaron los datos mediante histogramas de captura total por año y por mes.

Se examinaron las desviaciones de las capturas anuales con respecto al promedio de las capturas del periodo de estudio (1999-2013) utilizando el índice de captura propuesto por Arreguín-Sánchez (2006), el cual expresa la tasa de cambio de las capturas como:

$$IC_a = \ln\left(\frac{C_a}{\bar{C}_a}\right)$$

Ecuación 1

Donde  $IC_a$  es el índice de captura,  $C_a$  es la captura en el año  $a$  y  $\bar{C}_a$  es la captura promedio durante el periodo de estudio (1999-2013).

El índice de captura ( $IC$ ) puede adoptar valores positivos, negativos o cero. Cuando los valores del  $IC$  son positivos significa que la captura del año se situó por arriba del promedio, cuando el valor del  $IC$  es negativo la captura estuvo por debajo del promedio y cuando el valor del  $IC$  es cero, no hay cambio con respecto al promedio.

Para evaluar el efecto de las mareas rojas en el índice de captura y en el volumen de las capturas anuales, se realizó una comparación del índice de captura y volumen de captura agrupando la información en dos conjuntos: el primero que comprende los años de 2001, 2003 y 2008, en los que se tuvo registro de ocurrencia de eventos de marea roja intensos (Herrera-Silveira et. al., 2010); y el segundo que comprende el resto de los años del periodo de estudio.

### 6.2. 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 (organismos  $\cdot$  hr<sup>-1</sup>) y en kilogramos por hora

efectiva de pesca ( $\text{kg} \cdot \text{hr}^{-1}$ ) de la flota ribereña de Sisal, Yucatán. Para lo anterior se realizaron muestreos semanales de los viajes de pesca durante la temporada de pesca del 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  $0.1^\circ$  de latitud (11.1 km) por  $0.1^\circ$  de longitud (10.5 km) ( $\sim 116 \text{ km}^2$ ). 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 determinada. El área de estudio fue dividida en 25 celdas frente al puerto de Sisal las cuales comprendieron desde los  $21.6^\circ \text{ N}$  hasta  $21.1^\circ \text{ N}$  de latitud y de los  $89.7^\circ \text{ O}$  hasta los  $90.5^\circ \text{ O}$  de longitud (Figura 8).

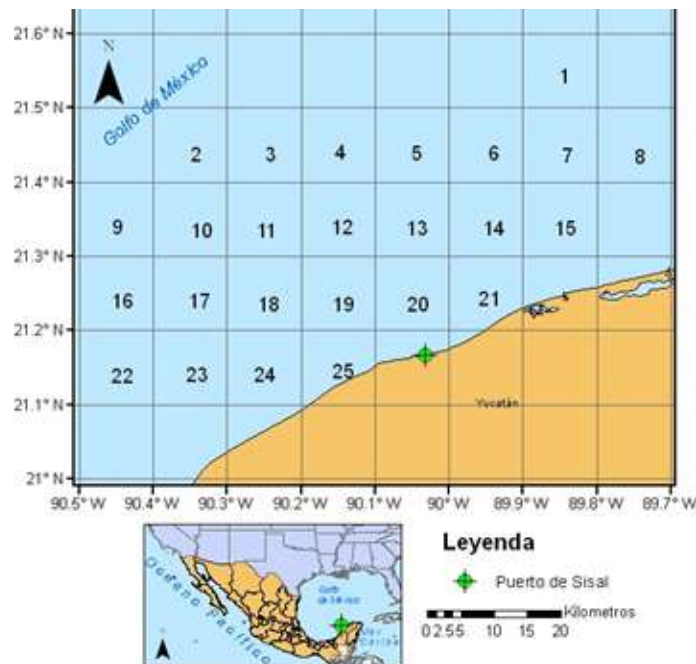


Figura 8. Distribución de celdas utilizadas en el análisis espacial de la abundancia, distribución y capturabilidad del pulpo *O. maya* frente al puerto de Sisal, Yucatán. El punto de color verde se refiere a la localización del puerto de Sisal.

El esfuerzo se midió en horas efectivas de pesca, ajustando el valor al número de embarcaciones que salieron por viaje de pesca, es decir si llevaban alijo o no. 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 y del peso total por celda.

### 6.3.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.

El proceso de pesca incorpora la existencia de una o más poblaciones de peces en diferentes estados de su ciclo de vida con un comportamiento particular acorde a retos naturales o inducidos; su abundancia depende de condiciones biológicas y ambientales y de la captura de los pescadores por medio de sus artes de pesca, esta captura es conocida como “mortalidad por pesca” y depende de la abundancia del recurso y de la eficiencia del arte de pesca; la relación entre estas dos variables es conocida como capturabilidad, en otras palabras, es la medida de interacción entre el recurso y el esfuerzo de pesca (Arreguín- Sánchez, 1996).

Algunos autores como Baranov (1918), Gulland (1964, 1983) y Caddy (1979) definen al coeficiente de capturabilidad ( $q$ ) como la proporción de individuos en un área  $A$ , extraídos por un arte de pesca en un área barrida  $a$  con una eficiencia  $c$ ; esto puede ser expresado numéricamente como:

$$q = c \times \left( \frac{a}{A} \right)$$

Ecuación 2

En otras palabras, se interpreta como la proporción entre la densidad de la población encontrada en el radio de acción del arte de pesca con respecto a la densidad total de la población, ponderando esta relación con un factor asociado a la eficiencia relativa de la pesca (Martínez-Aguilar, *et al.*, 1999).

Aunque esta aproximación contempla las características particulares del arte de pesca, hace a un lado el comportamiento de la presa y la estrategia de pesca, los cuales tienen un efecto en la captura; por lo tanto la capturabilidad puede ser mejor definida en términos

de la mortalidad de pesca ( $F$ ) por unidad de esfuerzo o intensidad de pesca ( $E$ ), (Beverton y Holt, 1957):

$$q = \frac{F}{E}$$

#### Ecuación 3

Esto puede ser interpretado como el número de peces o biomasa por unidad de esfuerzo pesquero, por lo tanto refleja variaciones en la abundancia, o si la población o su abundancia es constante o estable y el esfuerzo pesquero es constante también, la variación en la capturabilidad reflejará la vulnerabilidad del pez al arte de pesca, a la estrategia de pesca y a factores ambientales que influyen en su comportamiento y respuesta individual (Arreguin-Sánchez, 1996).

Uno de los primeros modelos desarrollados en los cuales se utiliza el parámetro de capturabilidad fue el de la estimación del tamaño de la población en un sistema cerrado propuesto por Leslie and Davies (1939):

$$U(t) = q[N_0 - C_c(t)] \quad \text{o} \quad q = U(t) / [N_0 - C_c(t)]$$

#### Ecuación 4

Donde  $U(t)$  es la captura por unidad de esfuerzo en el tiempo  $t$ ,  $q$  es el coeficiente de capturabilidad,  $N_0$  es el tamaño de la población en el inicio y  $C_c(t)$  es la captura acumulada en el tiempo  $t$ . En el modelo anterior el coeficiente de capturabilidad puede ser interpretado como la proporción de la abundancia de la población en el tiempo  $t$  con respecto a la población restante después de que una fracción de la población inicial ha sido removida, por lo tanto  $q$  depende de la densidad de la población. DeLury (1947) sugiere una ecuación que expresa cambios en la abundancia de la población como una función del esfuerzo de pesca acumulado:

$$U(t) = qN_0[N_t/N_0]$$

#### Ecuación 5

Donde  $N_t$  es el tamaño de la población en el tiempo  $t$ ,  $U(t)$  es la captura por unidad de esfuerzo en el tiempo  $t$ ,  $q$  es el coeficiente de capturabilidad y  $N_0$  es el tamaño de la población en el inicio. Como la fracción del *Stock* que es tomada por unidad de esfuerzo es pequeña, el coeficiente del lado derecho puede ser expresado como la fracción

restante del *Stock* después de la acción del esfuerzo pesquero, por lo tanto el modelo puede ser expresado de la siguiente manera (Arreguín –Sanchez, 1996):

$$U(t) = qN_0[e^{-qE_c t}]$$

Ecuación 6

Donde  $E_c$  expresa el promedio del esfuerzo pesquero acumulado.

El modelo de Silliman (1943) y Paloheimo (1958) se expresa de la manera siguiente:

$$Z(t) = M + qE(t) \quad \text{o} \quad q = [Z(t) - M]/E(t)$$

Ecuación 7

Donde  $Z(t)$  es la tasa instantánea de mortalidad total,  $M$  la tasa instantánea de mortalidad natural (la cual se asume que es constante) y  $E(t)$  es el esfuerzo pesquero en el tiempo  $t$ . Como  $Z$  y  $M$  están relacionados con cambios en el número de peces por unidad de tiempo, la capturabilidad es directamente interpretada como el cambio en el número de peces por unidad de tiempo y esfuerzo pesquero.

Existen muchos más modelos ajustados tanto a la abundancia de la población estudiada como a diferentes variables relacionadas con la capturabilidad (como la temperatura superficial y la estructura de la población, por ejemplo). Todos estos modelos que representan al coeficiente de capturabilidad son diferentes expresiones de la ecuación básica:

$$C = sqEN \quad \text{o} \quad q = \left(\frac{1}{s}\right) \left(\frac{1}{N}\right) \left(\frac{C}{E}\right)$$

Ecuación 8

En la que  $C$  es la captura,  $q$  es el coeficiente de capturabilidad,  $s$  probabilidad de selección del arte de pesca,  $E$  es el esfuerzo pesquero y  $N$  es el tamaño del *stock*.

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:

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

Ecuación 9

Donde:

$k$  y  $\ell$  = intervalos de longitud sucesivos.

$N(\ell, t)$  = 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):

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

Ecuación 10

Donde:

$G$  = Efecto del crecimiento en ausencia de mortalidad.

$S$  = supervivencia y efecto de selección del arte de pesca.

La estimación de la matriz  $G(\ell, k)$  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:

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

Ecuación 11

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 11. 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 (1938). El factor de selección para cada clase de longitud ( $L$ ) se fijó como  $s(L)=1$  debido a que no se tienen datos específicos para su estimación.

El procedimiento iterativo descrito para la Ecuación 11 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* (Martinez-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).

Par 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  $1.4 \text{ año}^{-1}$ ),  $L_{\infty}= 25.2$  cm y una mortalidad natural  $M=2.2$  (Arreguín-Sánchez *et. al.*, 1999). Los valores de captura (C) y de esfuerzo (E) utilizados para cada mes se presentan en la Tabla 2.

**Tabla 2. Valores de Captura (C) en número de organismos y esfuerzo (f) en horas efectivas de pesca, utilizados para la estimación de capturabilidad de *O. maya* frente al puerto de Sisal, Yucatán, en la temporada de pesca de 2011.**

<b>Mes</b>	<b>C</b>	<b>f</b>
Agosto	56	69.3
Septiembre	741	305.2
Octubre	377	160.5
Noviembre	468	190
Diciembre	165	49.7

## **7. RESULTADOS.**

### **7.1.TENDENCIAS DE CAPTURA.**

Durante el periodo de 1999-2013 el año 2006 fue el que mostró el mayor monto de captura con un total de 1,485 t, seguido del año 1999 con 1 135 t y por el 2004 con 1 104 t. La suma de estos tres años representó el 43 % de la captura total durante el periodo de estudio. Por otro lado, los años que mostraron los menores montos de captura fueron 2001 con 75 t, 2003 con 32 t, 2005 con 242 t y 2008 con 4 t. Este último año fue el que mostró el menor monto de captura durante el periodo de estudio (Figura 9).

Durante el periodo de 1999-2008 no se identificó una tendencia aparente en los montos de captura. Se encontró una alta variabilidad de las capturas principalmente de 1999 al 2008. De 2009 a 2013, los montos de captura no tuvieron una fuerte variación año con año, ya que se encontraron dentro de las 400 y 800 toneladas.

El promedio de captura para el periodo de estudio fue de 582.8 t ( $\pm$  427.6, desviación estándar, d. e.). Los años 1999, 2002, 2004, 2006, 2007 y 2012 se encontraron por arriba del promedio.

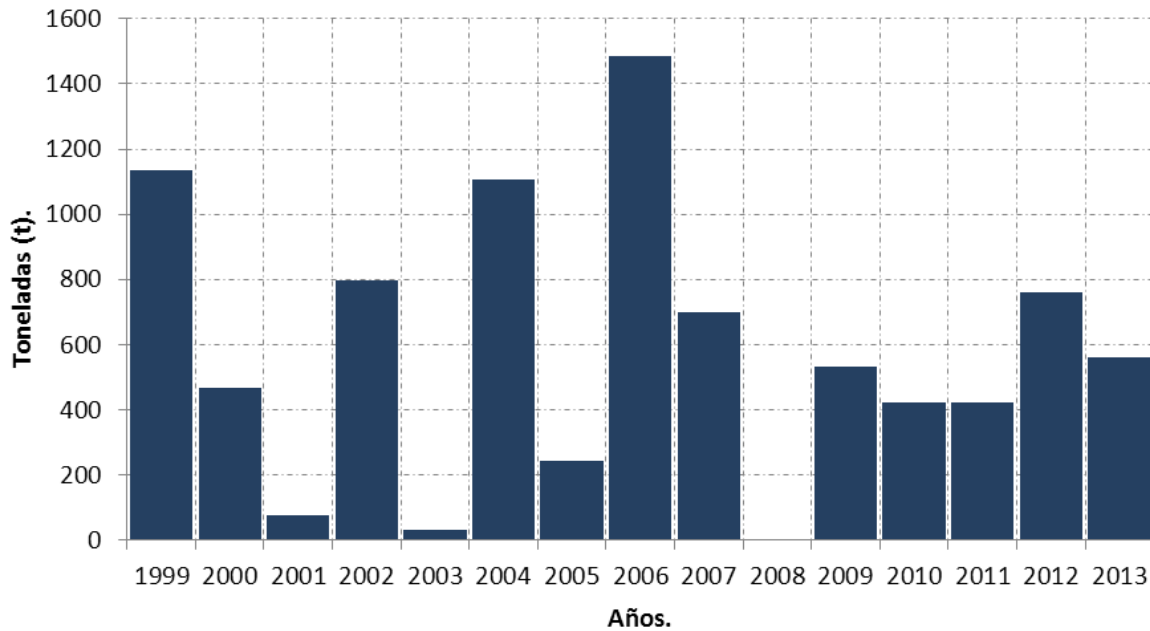


Figura 9. Captura de *O. maya* durante el periodo 1999-2013. Muestra los montos de captura en toneladas (t) por cada año durante el periodo de estudio. El promedio de capturas fue de 582.8 t ( $\pm$  427.6 t).

En general, el comportamiento mensual de los montos de captura durante el periodo de estudio exhibió un inicio bajo para el mes de agosto ( $\mu=$  82.4 t,  $\pm$  73.9 d. e.), incrementándose durante septiembre ( $\mu=$  117.4 t,  $\pm$  120 d. e) hasta alcanzar su monto máximo en el mes de octubre ( $\mu=$  176.55 t,  $\pm$  146.9 d. e). Para noviembre los montos de captura comienzan a bajar ( $\mu=$  137.2 t,  $\pm$  111.8 d. e) hasta alcanzar su valor mínimo durante el mes de diciembre ( $\mu=$  69.1 t,  $\pm$  117.8 d. e) (Figura 10).

Los únicos años que no presentaron un comportamiento con características similares a lo descrito anteriormente fueron: 2003, 2005, 2006, 2007, 2008 y 2010. Algunos de estos años presentaron el valor máximo de sus montos de captura durante el inicio (agosto) o el final (diciembre) de la temporada de pesca.

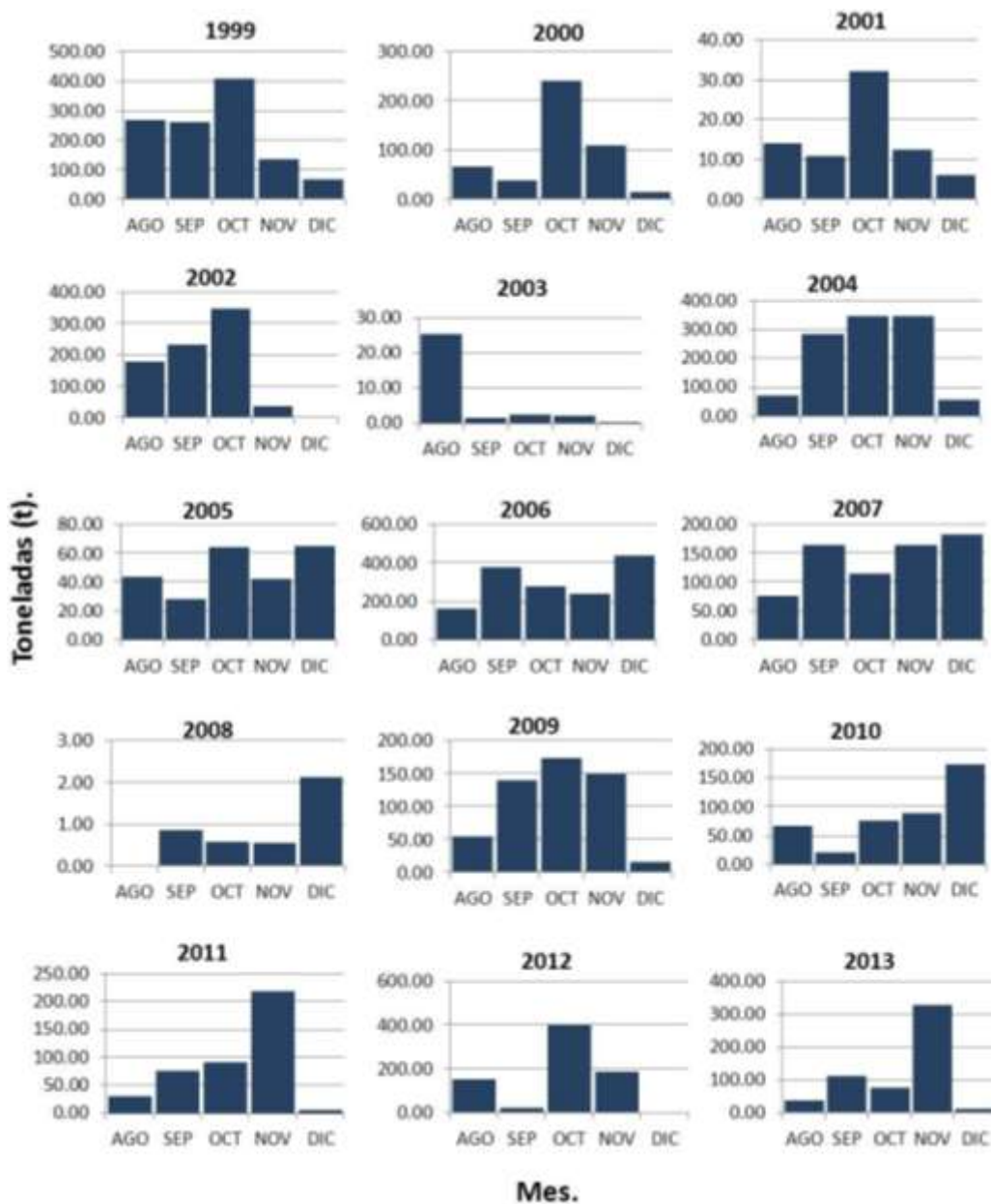


Figura 10. Captura total por mes durante el periodo 1999-2013. Se presenta cada uno de los años con los montos correspondientes a cada mes de la temporada de pesca. El eje "x" corresponde a los meses de la temporada de pesca etiquetados con sus primeras tres iniciales. El eje "y" corresponde a las capturas en términos de toneladas (t).

El índice de captura presentó valores entre -5 y 1, presentando una aparente estabilidad durante el periodo de estudio, ya que la mayoría de los años se encontraron dentro del intervalo -1 y 1. Destacan los valores de 2001, 2003 y 2008 los cuales presentaron los valores más bajos de índice de captura (Figura 11).



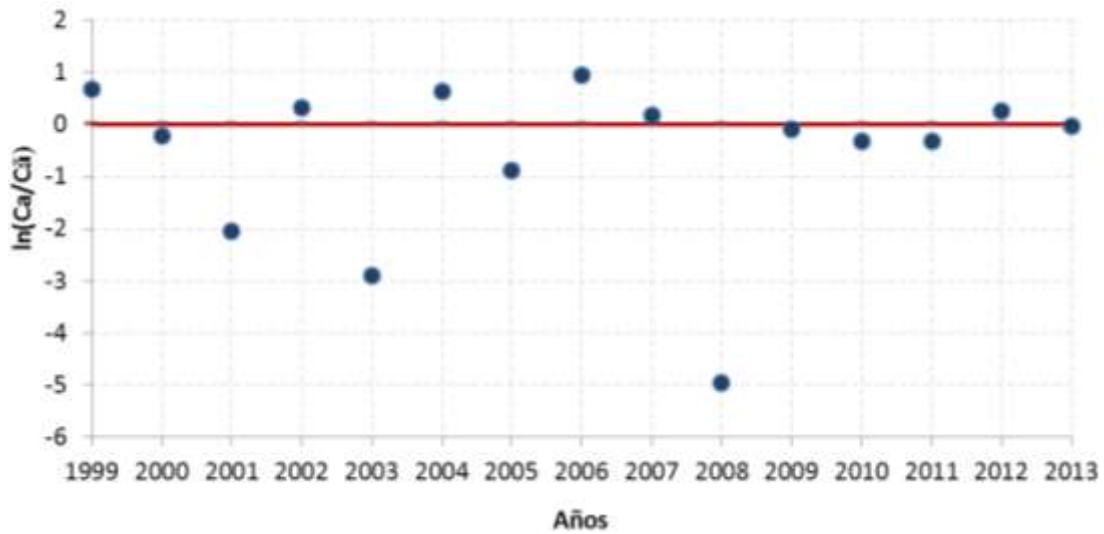


Figura 11. Índice de captura anual del periodo 1999-2013. Se muestra una aparente cercanía al valor 0 de la mayor parte del periodo de estudio. El valor para el años 2008 fue el más bajo (-4.95).

En el análisis de comparación de años con eventos de marea roja intensos y de los que no, se encontró un promedio de 37.17 t ( $\pm$  35.9 d. e.) para años con marea roja y un promedio de 719 t ( $\pm$  362 d. e.) para años sin marea roja (Figura 12).

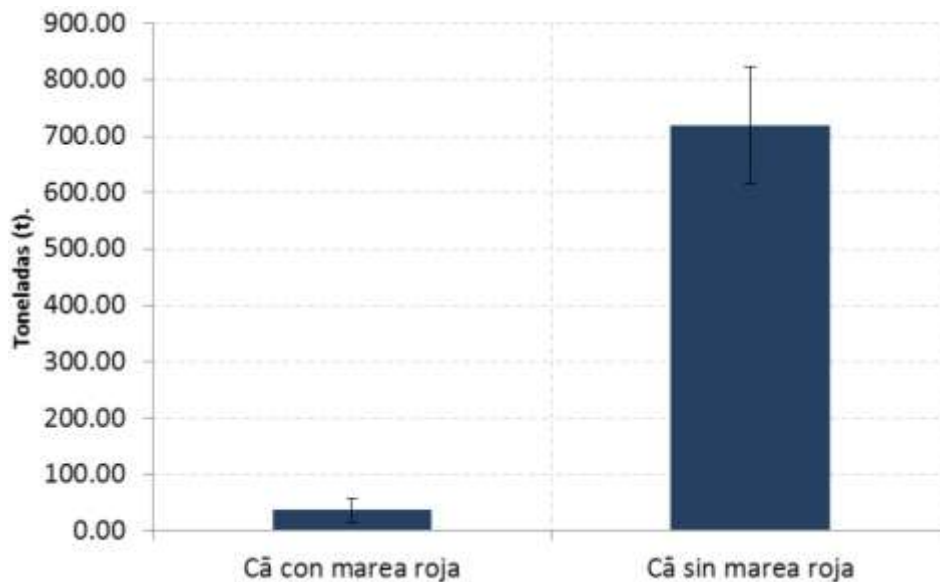


Figura 12. Comparación de la captura promedio de los años con presencia de marea roja y sin marea roja durante el periodo de estudio 1999-2013.

En cuanto al promedio del índice de captura de los años con o sin marea roja, se obtuvo que aquellos años con presencia de marea roja tuvieron un promedio de -3.3 ( $\pm$  1.5 d. e.),

mientras que aquellos años sin marea roja obtuvieron un promedio de 0.094 ( $\pm 0.5$  d. e.), el cual claramente se encontró cercano al cero (Figura 13).

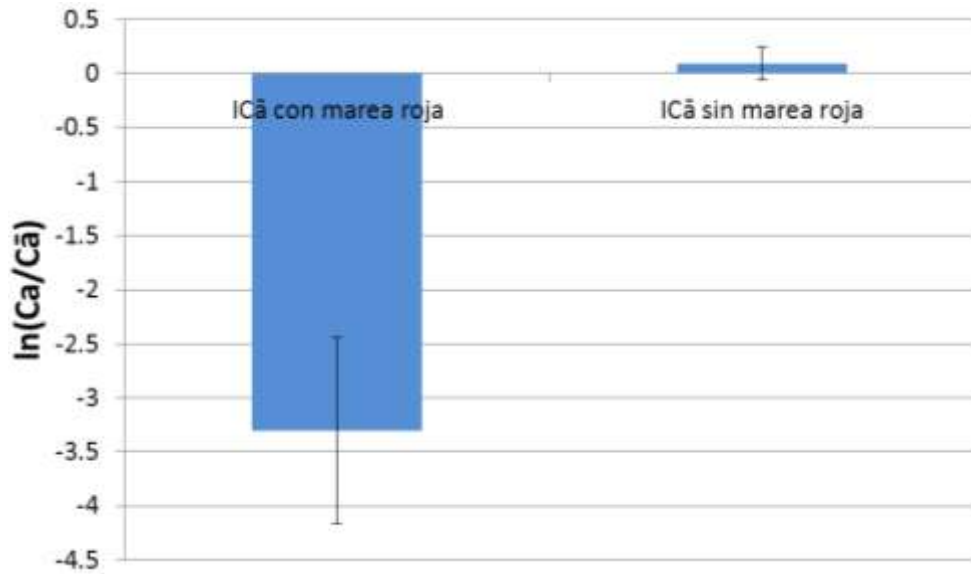


Figura 13. Índice de captura promedio dividido por grupos según años con marea roja o sin marea roja durante el periodo de estudio 1999-2013.

## 7.2.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. Dentro de los viajes de pesca muestreados sólo tres quedaron fuera del análisis espacial debido a que no se pudo obtener información para estimar la zona de pesca, sin embargo sí se pudo recabar datos de los organismos de *O. maya* que fueron capturados en estos viajes de pesca. 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 (3 a 12 brazas), siendo las profundidades más frecuentes las del intervalo que va de 9 a 11 m con 27 apariciones (Figura 14). La distribución de estos viajes de pesca frente al puerto de Sisal se presenta en la Figura 15.

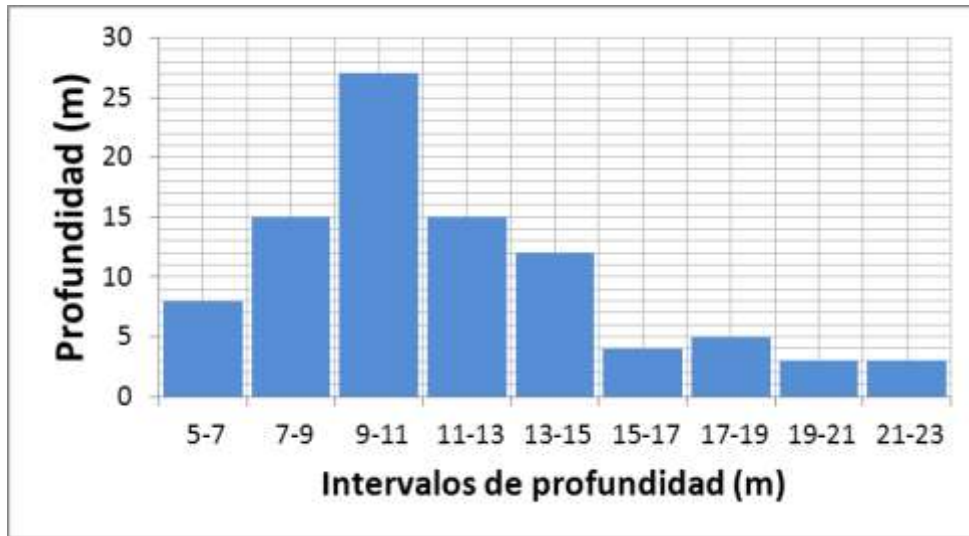


Figura 14. Histograma de profundidad en metros. Muestra la frecuencia de viajes de pesca por profundidad.

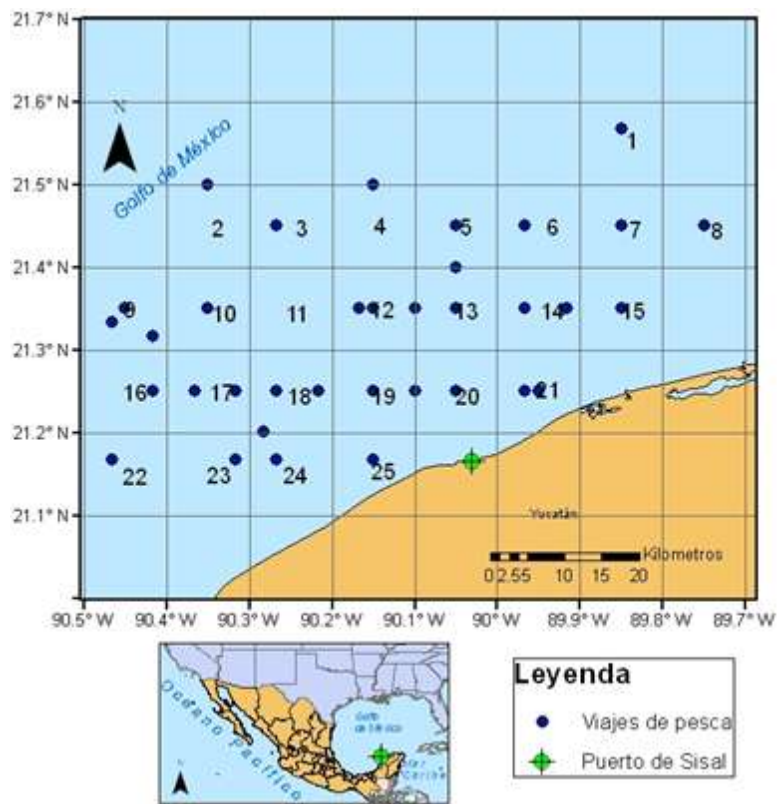


Figura 15. Distribución espacial de los viajes de pesca frente al puerto de Sisal, Yucatán. El eje "x" corresponde a la longitud y el eje "y" corresponde a la latitud, ambas en grados.

### 7.2.1. ESFUERZO DE PESCA.

Las celdas con mayor número de viajes de pesca fueron la 19 con 14 viajes, la 13 con 13 viajes, la 20 con nueve viajes, la 14 con ocho viajes y la 12 con siete viajes. La mayor parte de los viajes de pesca se encontraron en celdas cercanas al puerto de Sisal. Las celdas 1, 2, 3, 6, 10, 15, 16, 22 y 23 presentaron un único viaje de pesca. Destaca la zona 11 que no tuvo ningún viaje de pesca a pesar de estar rodeada por celdas que presentaron al menos uno (Figura 16).

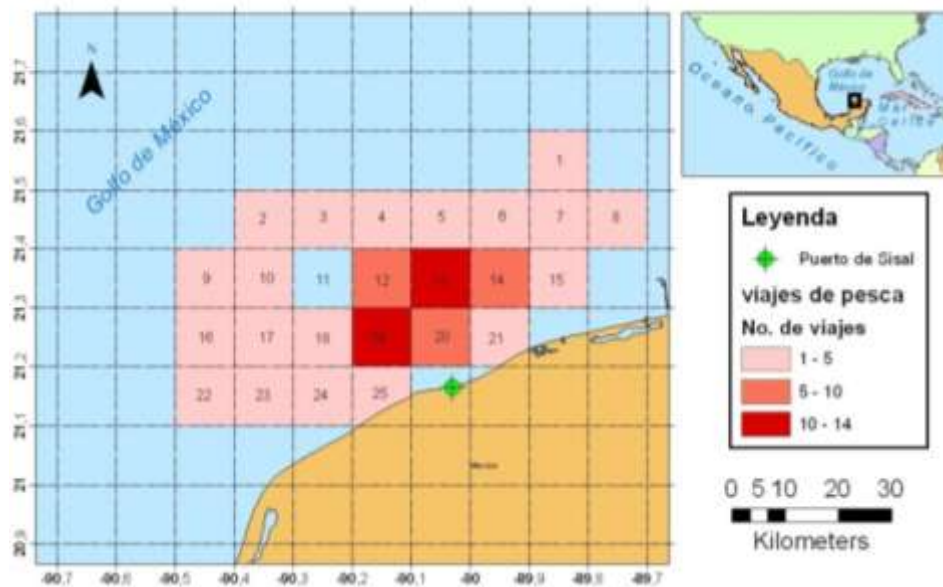


Figura 16. Número de viajes de pesca por celda de *O. maya* frente al puerto de Sisal, Yucatán (Temporada 2011).

En los que se refiere a la variación mensual de la distribución de los viajes de pesca se encontró que septiembre fue el mes que mostró celdas con la mayor cantidad de viajes de pesca. Las celdas 13 y 20 fueron las únicas constantes durante toda la temporada y, exceptuando el mes de agosto, la celda 19 aparece en los demás meses (Figura 17).

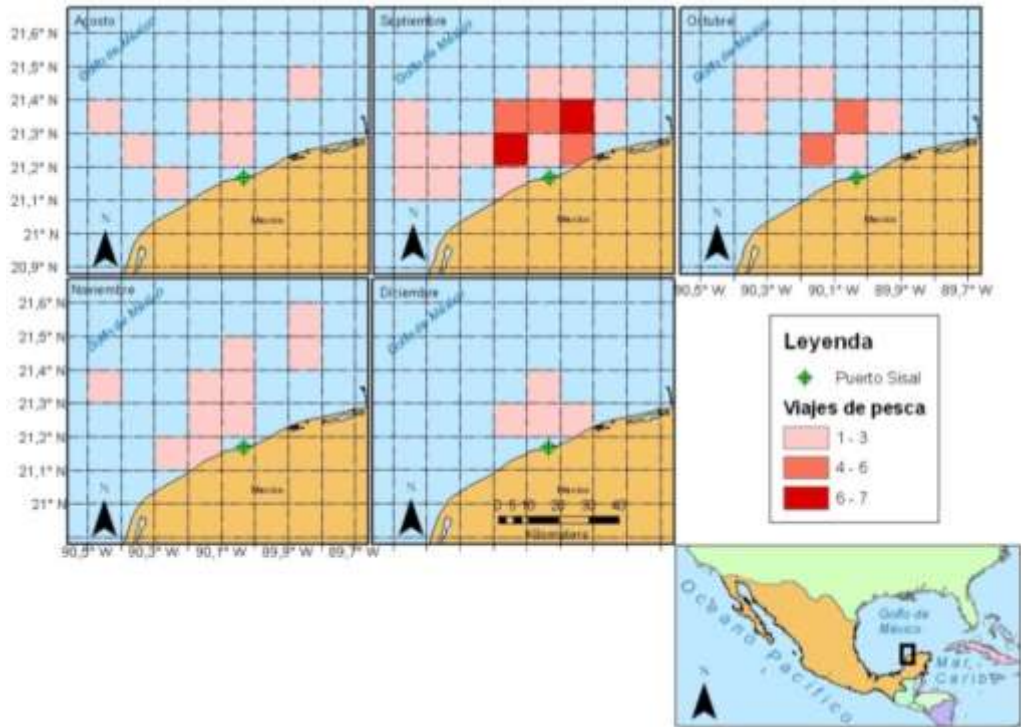
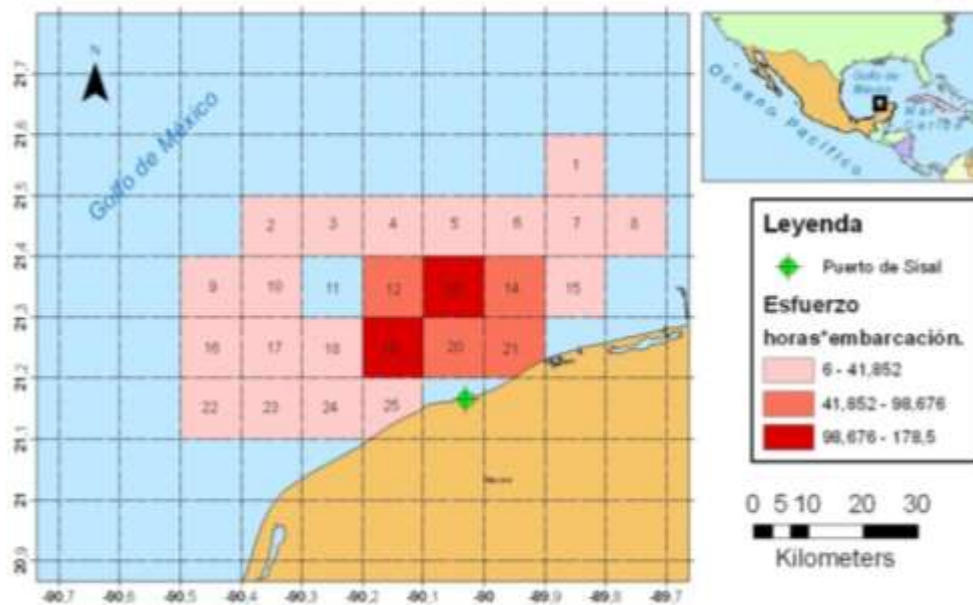


Figura 17. Número de viajes de Pesca mensual por celda frente al puerto de Sisal, Yucatán (Temporada 2011).

El esfuerzo de pesca medido como horas efectivas de pesca, mostró que se realizó un esfuerzo de pesca total 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 los alijos) con un promedio de 12.17 horas ( $\pm 4.82$  d. e.). Destacan las zonas 13 y 19 con 178.5 y 173.3 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 18).



El esfuerzo mensual para agosto mostró una suma de 112 horas efectivas de pesca, 508 para septiembre, 225 para octubre, 119 para noviembre y 50 para diciembre. Para el mes de agosto las celdas 17, 12, y 13 tuvieron el 49% del esfuerzo del mes. En septiembre las celdas que destacan son la 19, 20 y 14, sumando entre ellas el 39% del mes. Octubre presenta las celdas 4, 13 y 19, las cuales en su conjunto presentan el 66% del esfuerzo del mes. Para noviembre el 84% fue representado por las celdas 5, 7 y 12, mientras que para diciembre las celdas 19 y 20 representan el 72% del esfuerzo mensual. Por lo tanto la mayoría del esfuerzo de la temporada se concentró en los meses de septiembre, octubre y noviembre (Figura 19).



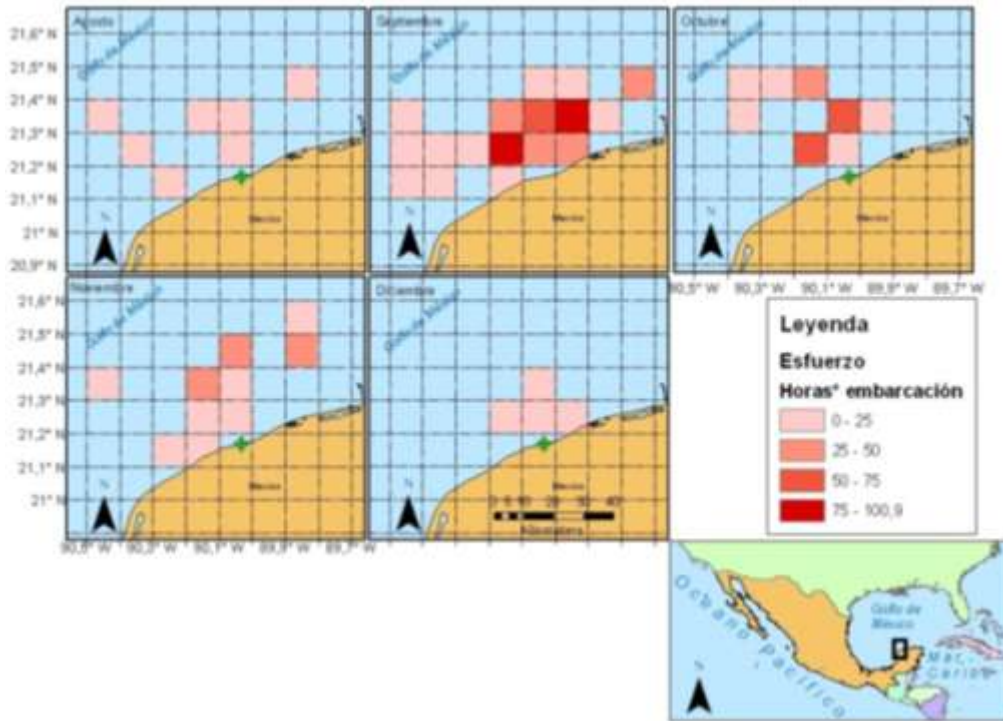


Figura 19. Esfuerzo mensual (horas efectivas de pesca) de *O. maya* frente al puerto de Sisal, Yucatán (Temporada 2011).

### 7.2.2. CAPTURA.

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 montos de captura más altos fueron septiembre, octubre y noviembre (Figura 20). 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 (Figura 21).

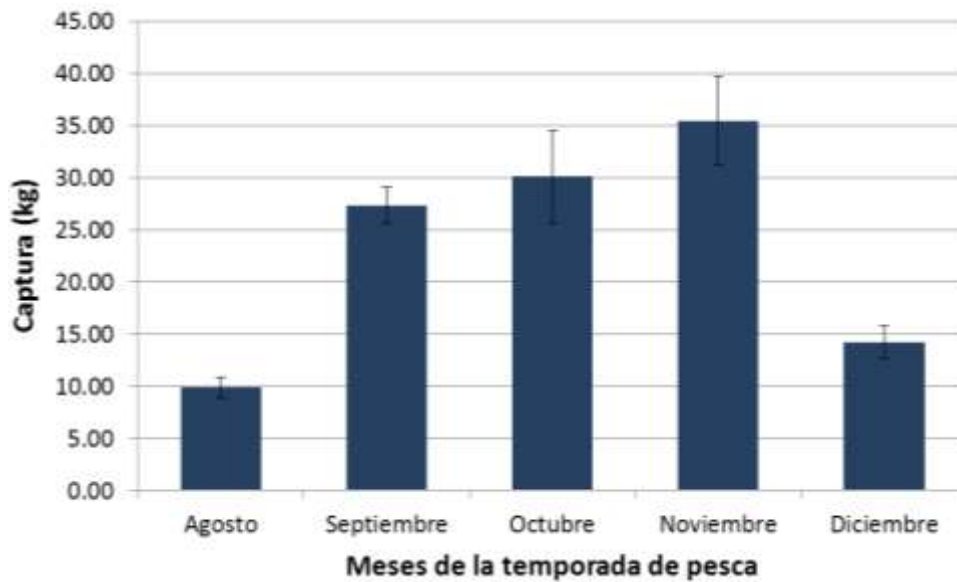


Figura 20. Captura promedio mensual en Kilogramos ( $\pm$  error estándar) de los viajes de pesca de *O. maya* frente al puerto de Sisal, Yucatán (temporada 2011).

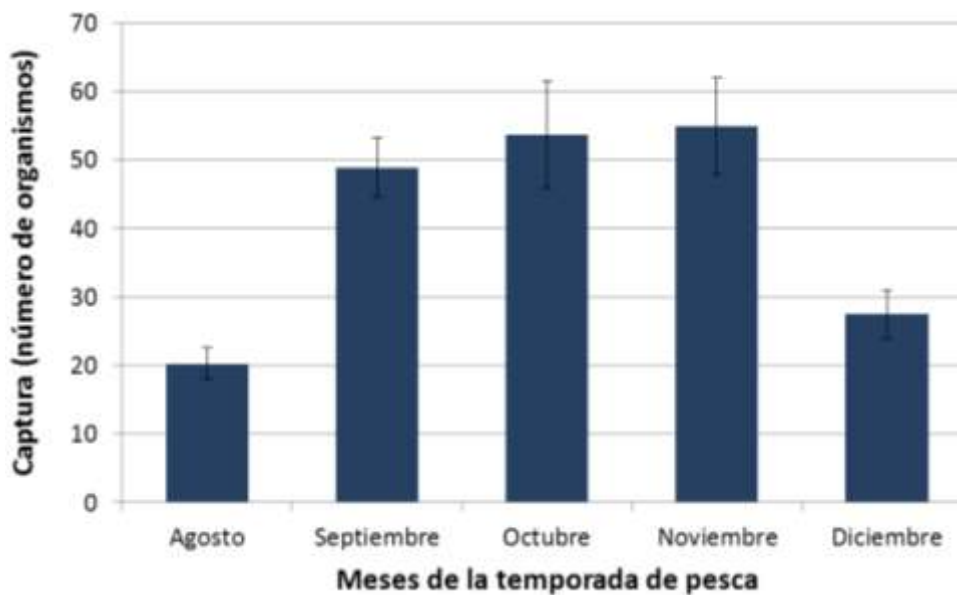


Figura 21. Captura promedio mensual de organismos ( $\pm$  error estándar) de los viajes de pesca de *O. maya* frente al puerto de Sisal, Yucatán (temporada 2011).

En cuanto a su distribución espacial: las celdas con los mayores montos de captura fueron la 13 con 387 kg, la 19 con 343 kg, la 14 con 222 kg, la 12 con 213 kg y la 20 con 167 kg, juntos representan el 56 % de la captura. Se puede apreciar una tendencia de mayores montos de captura hacia el Este del puerto de Sisal (Figura 22).





Figura 22. Captura (Kg) en el puerto de Sisal, Yucatán (temporada 2011).

Los montos de captura mensual mostraron que al inicio y al final de la temporada (agosto y diciembre) las celdas identificadas no presentaron montos mayores a 50 kg, sin embargo los meses de septiembre, octubre y noviembre presentaron al menos una celda con monto mayor de 50 kg. Destaca el mes de septiembre con cuatro celdas por arriba de los 80 kg (la 12 con 140 kg, la 13 con 160 kg, la 14 con 192 y la 19 con 153 kg) y el mes de octubre con dos celdas de igual manera por arriba de los 80 kg (la 13 con 137 kg y la 19 con 160 kg) (Figura 23).

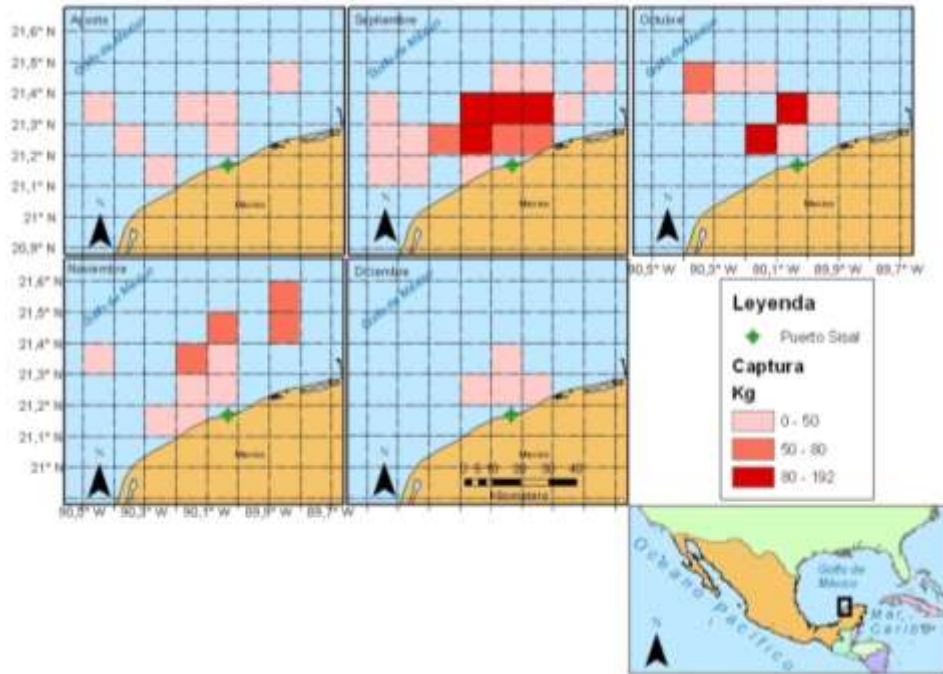


Figura 23. Captura (Kg) mensual en el puerto de Sisal, Yucatán (Temporada 2011). Se alcanza a distinguir una tendencia de mayor capturan en los meses de septiembre, octubre y noviembre.

Los montos de captura en términos de organismos para toda la temporada mostraron una distribución de entre 20 a 665 pulpos por celda. Destacan las celdas 13, 14, 19 y 20 con 615, 495, 674 y 445 pulpos respectivamente. En conjunto estas celdas representaron el 53.85% de la captura total de organismos (Figura 24).

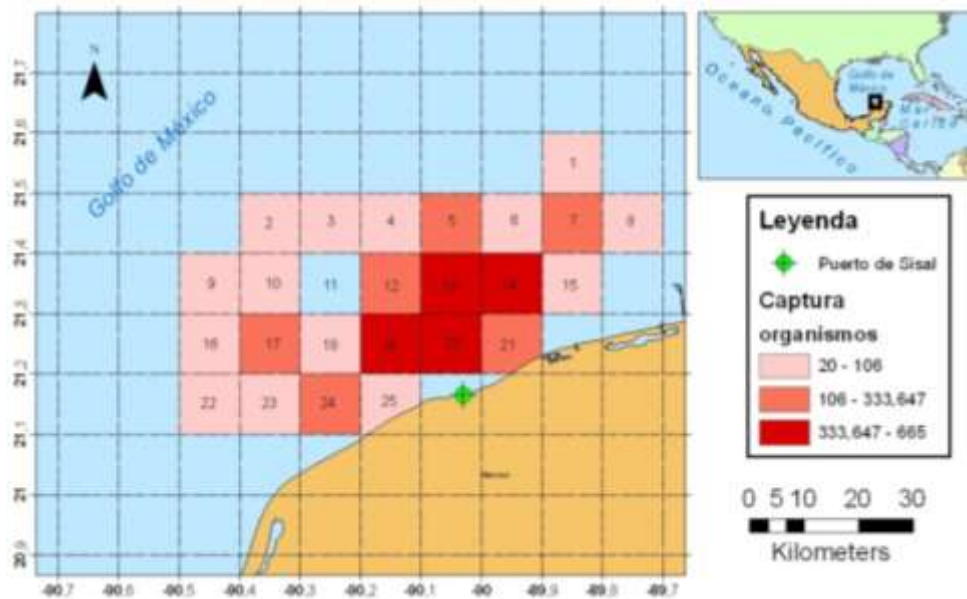


Figura 24. Captura en términos de organismos de pulpo *O. maya* en el puerto de Sisal, Yucatán (temporada 2011). La zona cercana al puerto de Sisal es aquella con mayores montos de captura.

Desglosando lo anterior para los 5 meses de la temporada de pesca, se observó una distribución de 0 a 450 pulpos por celda, donde predominaron aquellos montos de captura menores 150 organismos por celda para la mayoría de los meses, por ejemplo en agosto, noviembre y diciembre la totalidad de sus celdas se encontraron dentro de este rango. Destacó la celda 14 en septiembre por ser la única que presentó un número de organismos mayor a 350 pulpos y la celda 23 con valores mayores a 250 pulpos (Figura 25).

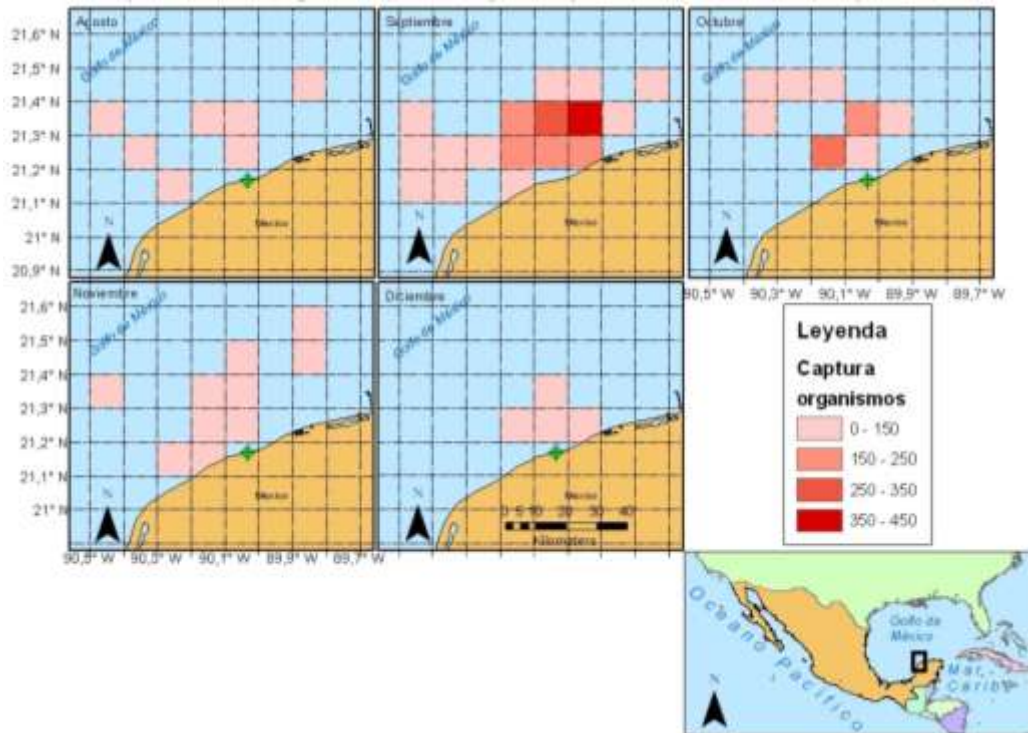


Figura 25. Captura mensual de organismos de *O. maya* en el puerto de Sisal, Yucatán (Temporada 2011).

### 7.2.3. CAPTURA POR UNIDAD DE ESFUERZO (CPUE).

Los valores CPUE en términos de kg de pulpo por hora efectiva de pesca se encontraron en un rango de 0.29 a 6.0 kg de pulpo por hora, con un promedio para toda la temporada de 2.24 kg ( $\pm 1.15$  d. e.) de pulpo por hora. Los meses de septiembre, octubre y noviembre fueron los que presentaron el promedio de más alto con 2.46 ( $\pm 1.19$ ), 2.25 ( $\pm 1.05$ ) y 2.67 ( $\pm 1.09$ ) kg de pulpo por hora respectivamente. El mes de agosto presentó el promedio más pequeño con 1.13 ( $\pm 0.75$ ) kg de pulpo por hora (Figura 26).

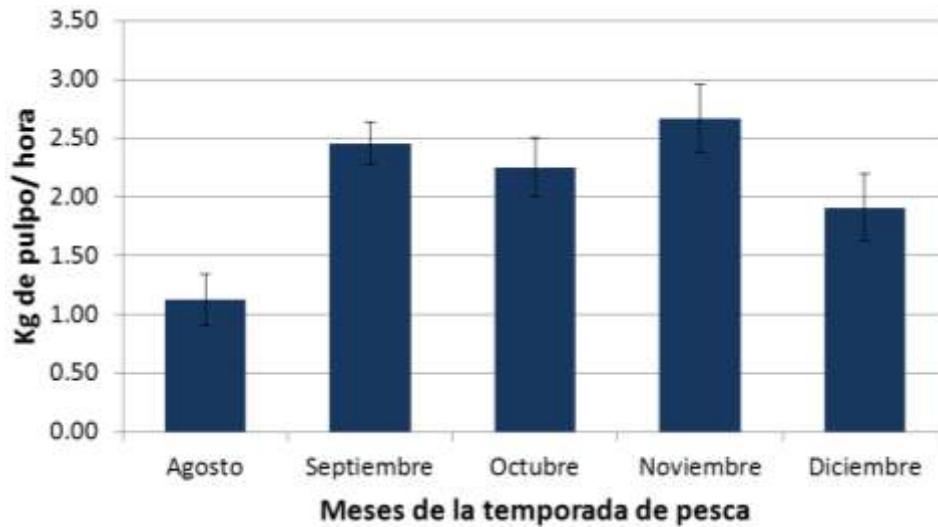


Figura 26. Promedio de CPUE (Kg de pulpo /hr) mensual ( $\pm$  error estándar), en la pesca de *O. maya* frente a la costa de Sisal, Yucatán (temporada 2011).

En cuanto a la distribución espacial de los datos para la totalidad de la temporada, se observó que la mayoría de las celdas se encontraron con valores dentro de 2 a 3 kg de pulpo por hora (10 celdas). Destacan las celdas 1, 2, 6, 18 y 25, las cuales obtuvieron los valores más altos de CPUE, que se encuentran dentro del rango de 3 a 5 kg de pulpo por hora. Cabe mencionar que la mayoría de estas celdas se encuentran alejadas del puerto de Sisal (Figura 27).

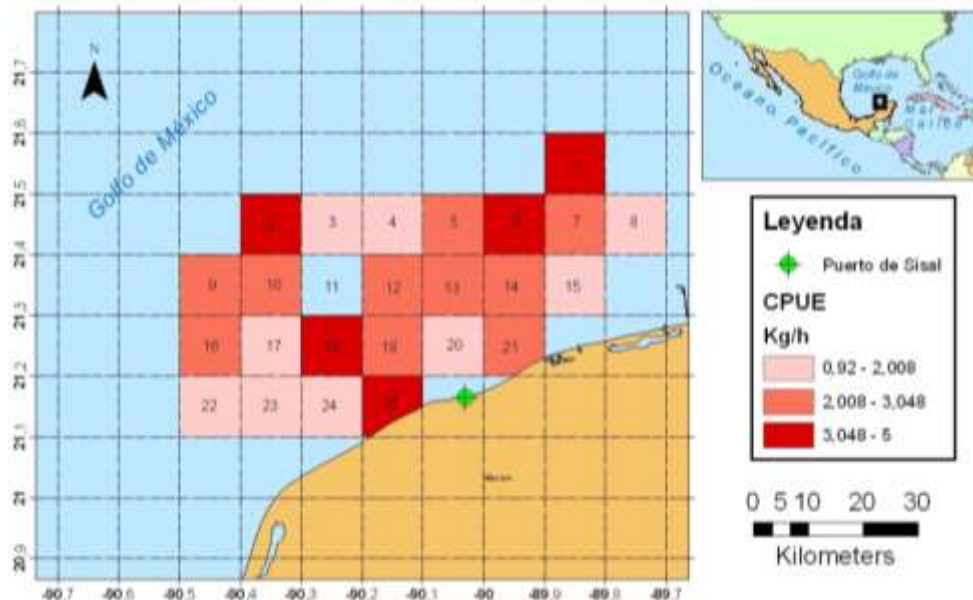


Figura 27. Promedio de CPUE en términos de Kg de pulpo por hora frente al puerto de Sisal, Yucatán (Temporada 2011).

La distribución espacial de manera mensual mostró que las celdas con los valores promedio más grandes, que van de 4 a 6 kg de pulpo por hora, se encontraron en los



meses de septiembre (celdas 6, 9 y 25), octubre (celda 2) y noviembre (celdas 1 y 20). Se observó por lo menos una celda con valores de 2 a 4 kg de pulpo por hora en cada mes, exceptuando a agosto, el cual mostró la totalidad de sus celdas dentro de un rango de 0 a 2 kg de pulpo por hora (Figura 28).

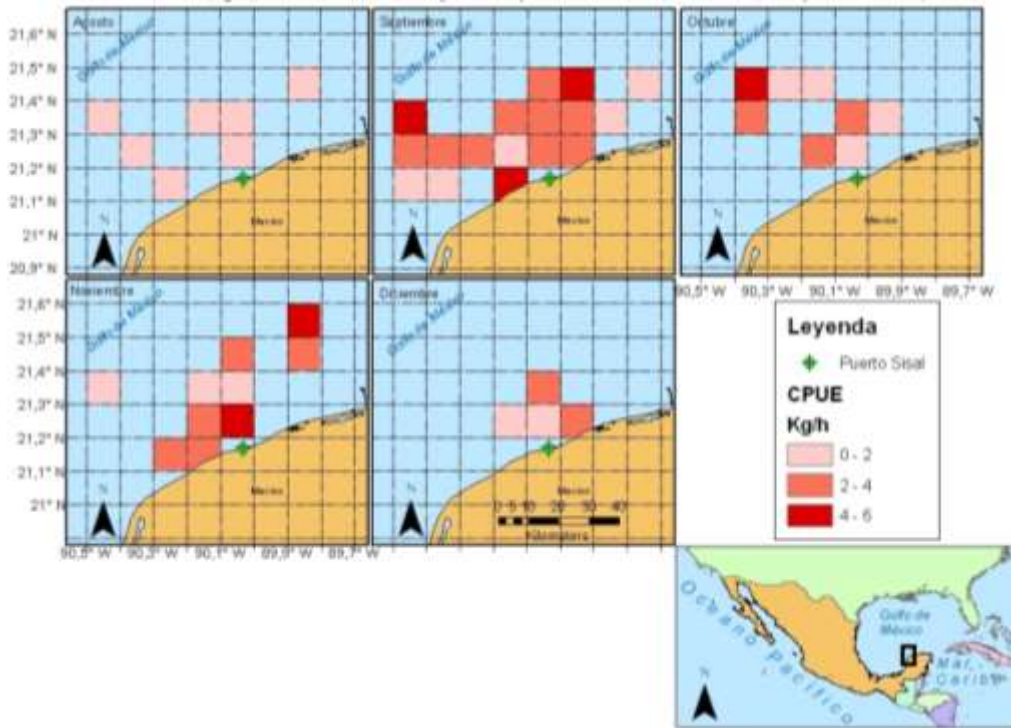


Figura 28. Promedio de CPUE (kg/h) mensual de *O. maya* frente al puerto de Sisal, Yucatán (Temporada 2011). El mes de agosto fue el único con la totalidad de sus celdas dentro de la primera clase.

Los valores de CPUE expresados en organismos por hora variaron de 0.47 a 12.5 generando un promedio general de 3.98 ( $\pm$  2.16) pulpos por hora. 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) pulpos por hora respectivamente. El mes de agosto presentó el promedio más bajo con 2.40 ( $\pm$  1.81) pulpos por hora (Figura 29).

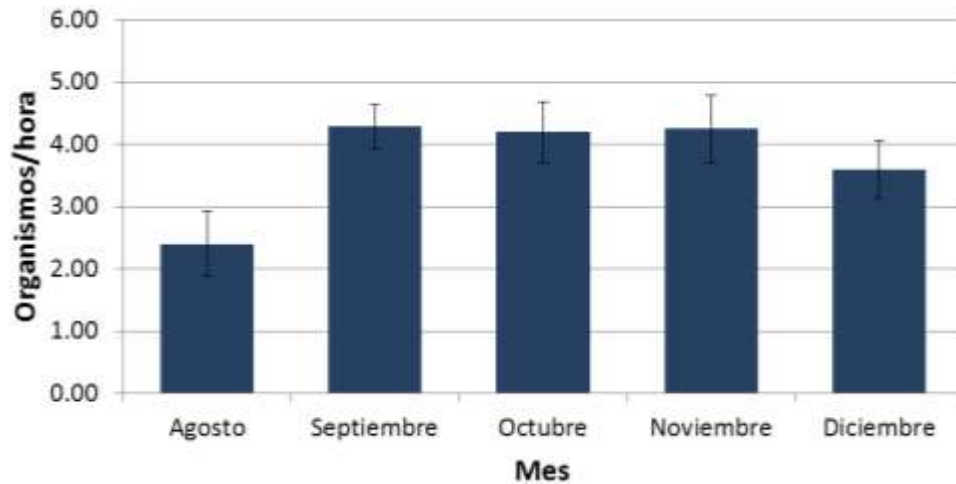


Figura 29. Promedio mensual ( $\pm$  error estándar) de CPUE (organismos/hora) de pulpo *O. maya* frente al puerto de Sisal, Yucatán (temporada 2011).

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 pulpos por hora. Destacan las celdas 2, 6, 14 y 16 con los valores dentro del rango de 4.92 a 7.02 pulpos por hora. Se observa una tendencia de los valores hacia el Noreste (Figura 30).

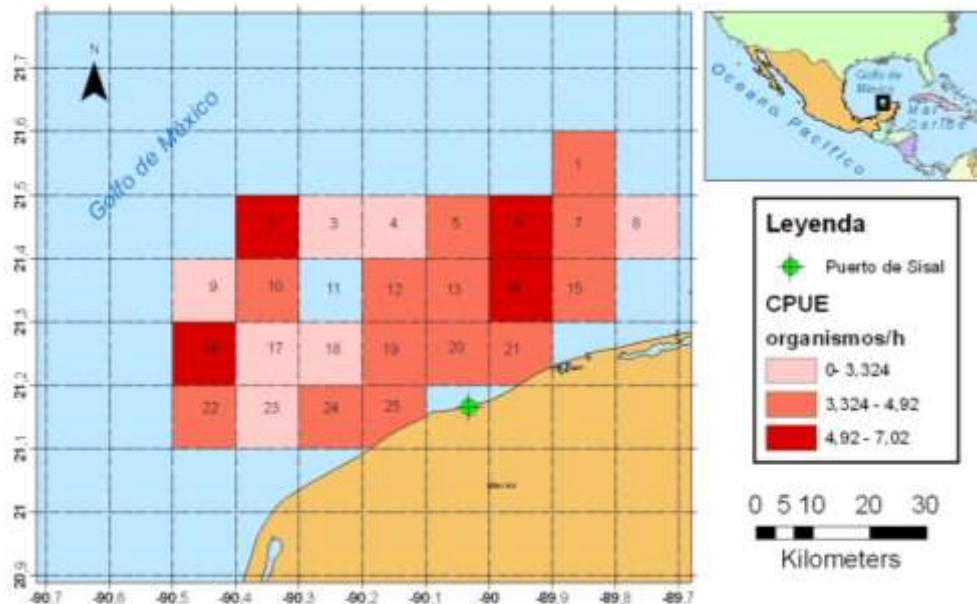


Figura 30. Promedio general de CPUE (organismos/h) de pulpo *O. maya* frente al puerto de Sisal, Yucatán (temporada 2011). La mayoría de las celdas identificadas entran dentro de la segunda clase. Se observa una tendencia de valores mayores hacia el Este del puerto.

Desglosando estos valores de manera mensual, se observó que todos los meses presentaron por lo menos una celda con valores entre tres y cinco pulpos por hora. Únicamente el mes de agosto presentó más de una celda dentro de los valores más pequeños de organismos por hora. Durante el resto de la temporada, la mayoría de las

celdas se encontraron dentro del rango de tres a cinco organismos por hora, siendo los meses de septiembre, octubre y noviembre, los únicos con celdas dentro del rango más alto que va de seis a ocho pulpos por hora (Figura 31).

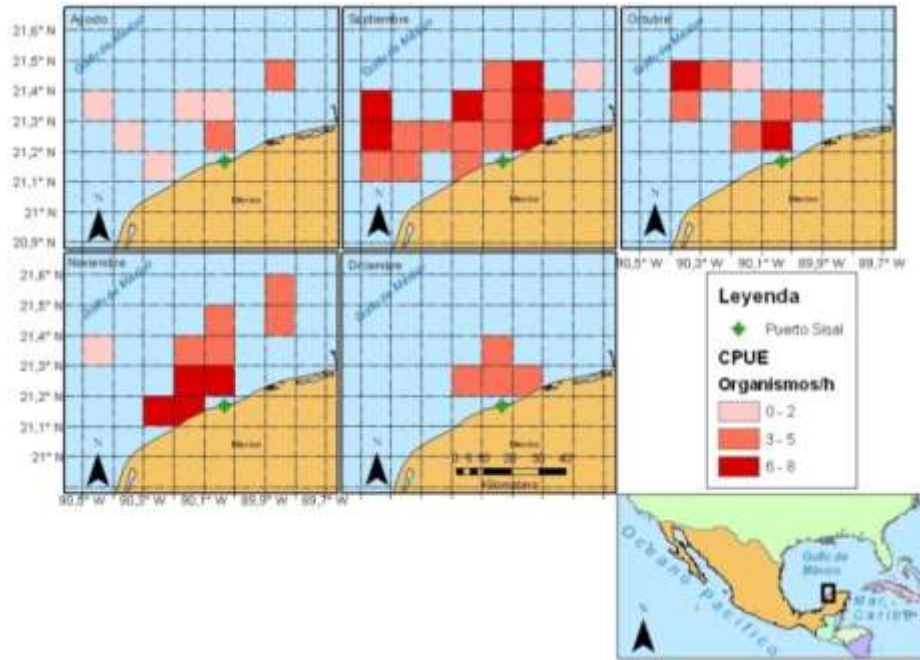


Figura 31. CPUE (organismos/h) mensual de *O. maya* en el puerto de Sisal, Yucatán (Temporada 2011).

### 7.2.3.1. CAPTURA POR UNIDAD DE ESFUERZO DE JUVENILES.

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 (Figura 32).

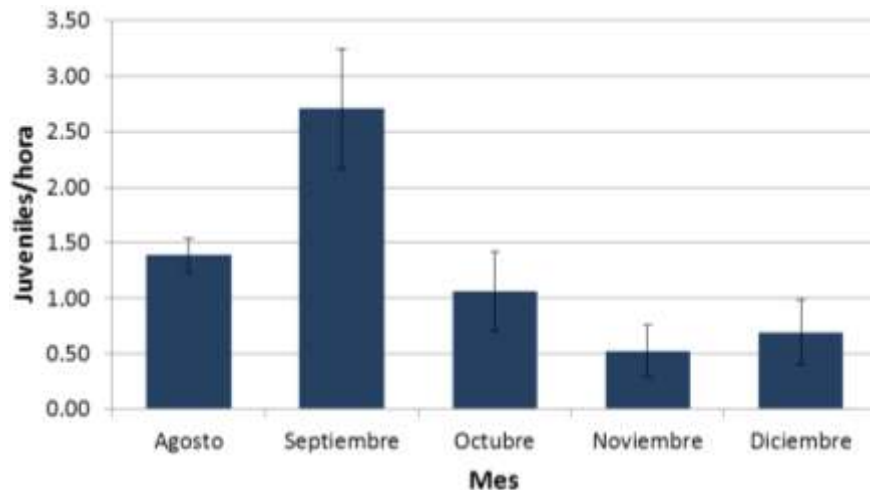


Figura 32. Promedio ( $\pm$  error estándar) de CPUE (juveniles por hora) de *O. maya* frente al puerto de Sisal, Yucatán (temporada 2011).

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 33).

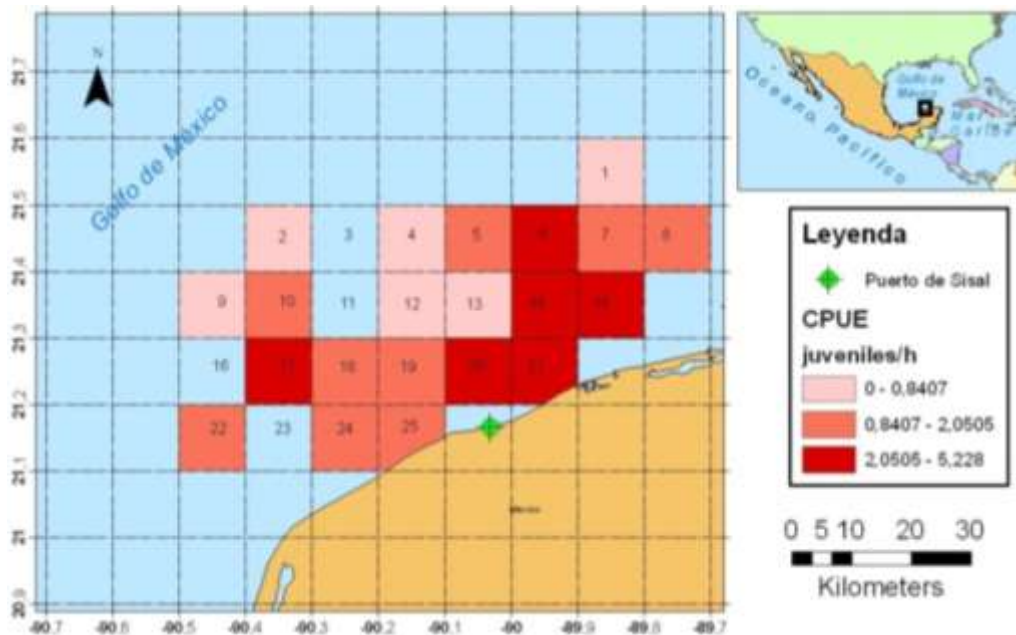


Figura 33. CPUE juveniles/hora de pulpo *O. maya* frente al puerto de Sisal, Yucatán (temporada, 2011). SE nota la tendencia de las celdas al Este del puerto de Sisal.

Desglosando los montos de manera mensual se observó que la mayoría de la temporada mostró celdas con valores de cero a dos juveniles por hora, sólo el mes de septiembre obtuvo valores entre cuatro y 6.5 juveniles por hora y octubre con la celda 24 con valores de dos a cuatro juveniles por hora. Se percibió la tendencia de celdas con valores mayores hacia el Noreste del puerto en el mes de septiembre (Figura 34).



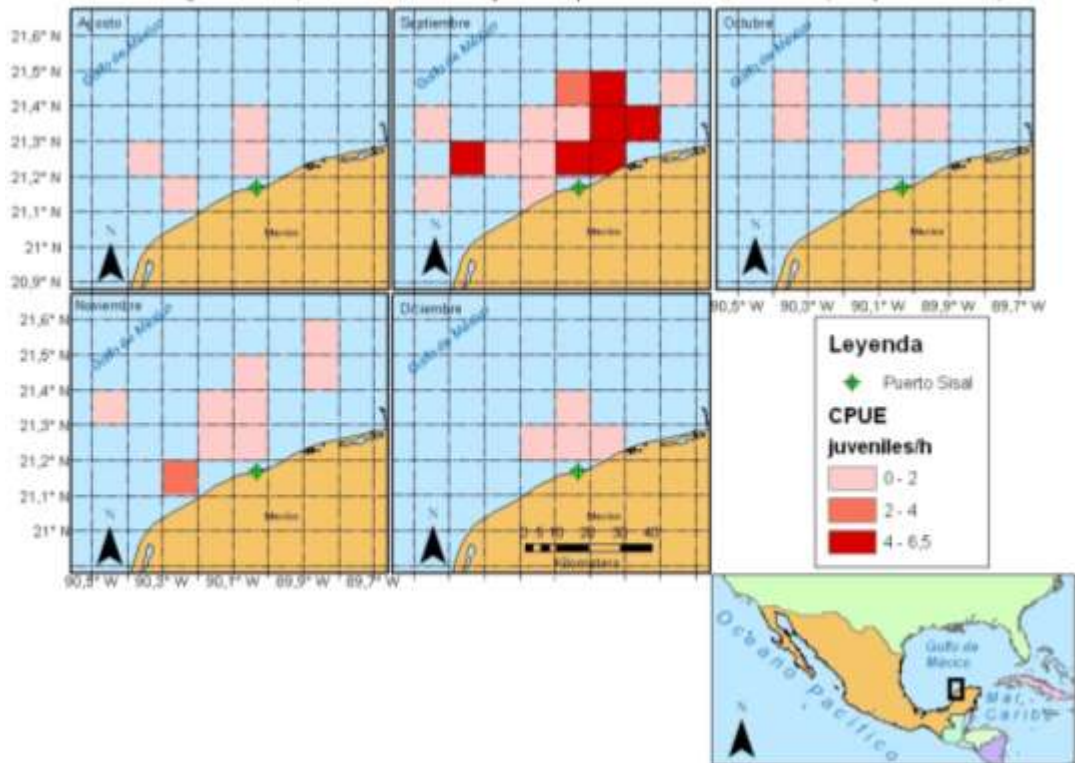


Figura 34. CPUE (juveniles/h) mensual de *O. maya* en el puerto de Sisal, Yucatán (Temporada 2011). Destaca el mes de septiembre con los mayores valores de la temporada.

### 7.2.3.2. CAPTURA POR UNIDAD DE ESFUERZO DE ADULTOS.

Los valores se encontraron entre cero y ocho adultos por hora, generando un promedio de 2.45 ( $\pm$  2.24) adultos por hora 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) adultos por hora (Figura 35).

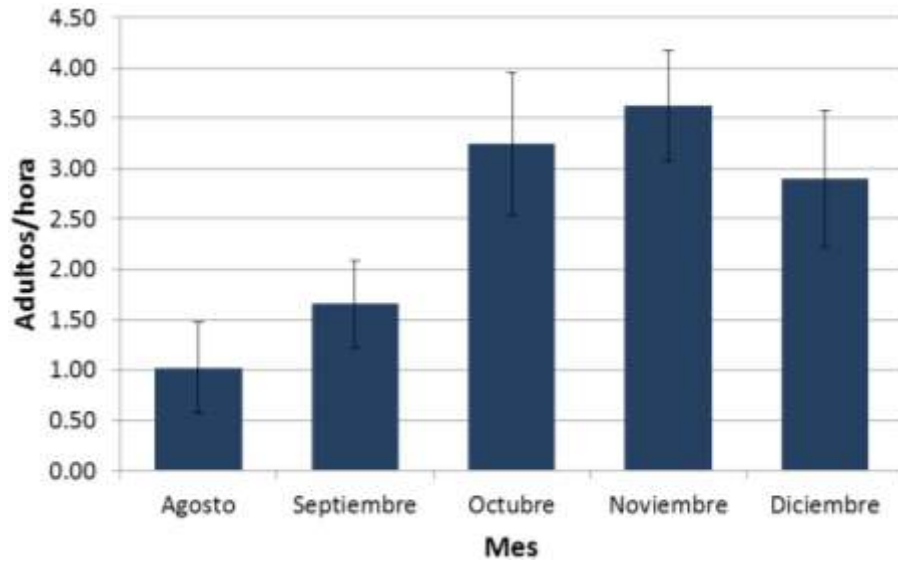


Figura 35. Promedio mensual ( $\pm$  error estándar) de CPUE (adultos por hora) de *O. maya* frente al puerto de Sisal, Yucatán (temporada 2011).

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 36).

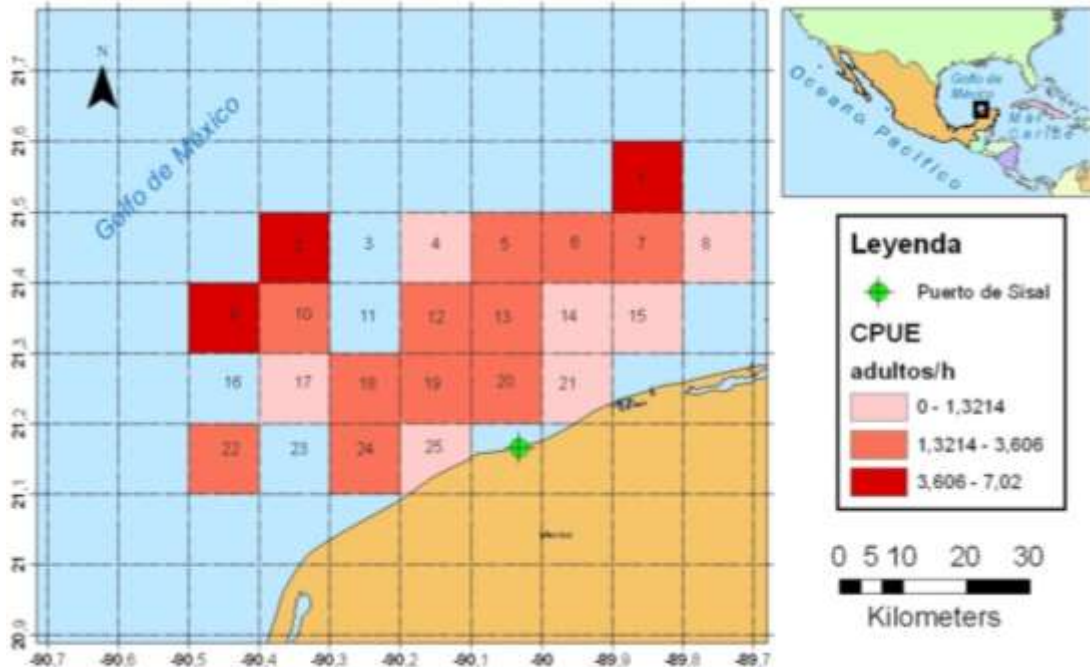


Figura 36 CPUE (adultos por hora) de pulpo *O. maya* frente al puerto de Sisal, Yucatán (temporada 2011). Las celdas más alejadas al puerto son aquellas con la mayor abundancia de adultos por hora.

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 (Figura 37).

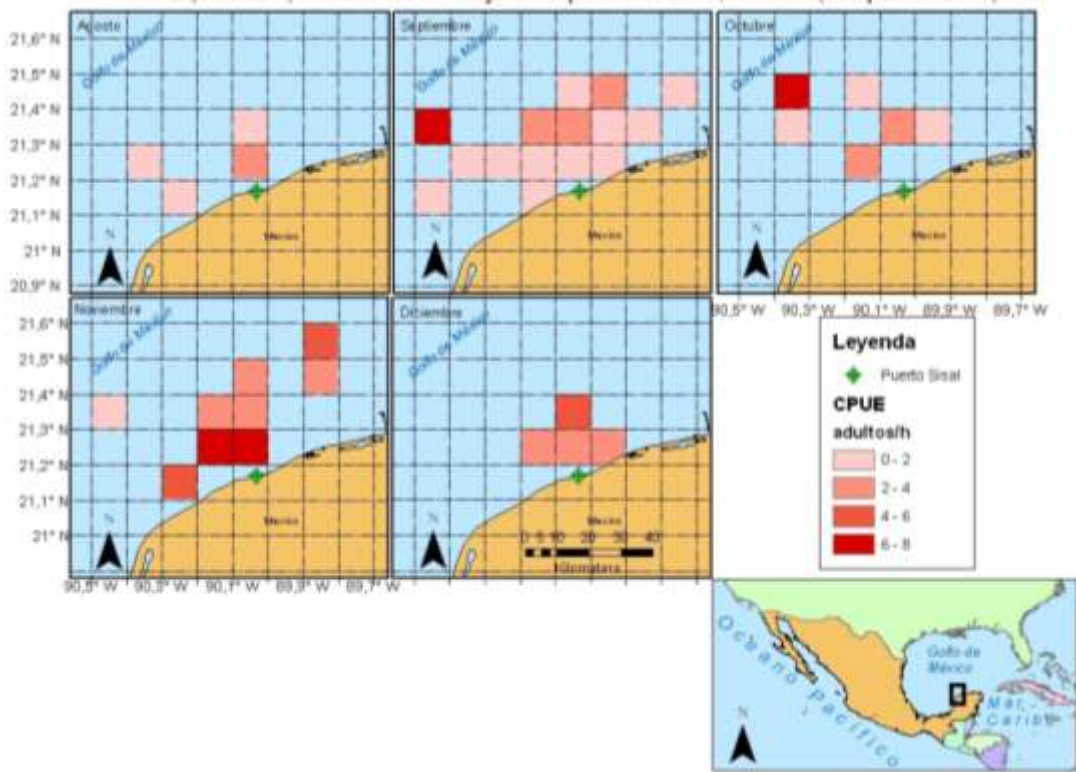


Figura 37. CPUE (adultos por hora) mensual de *O. maya* frente al puerto de Sisal, Yucatán (Temporada 2011).

#### 7.2.4. LONGITUD DE MANTO.

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 38).

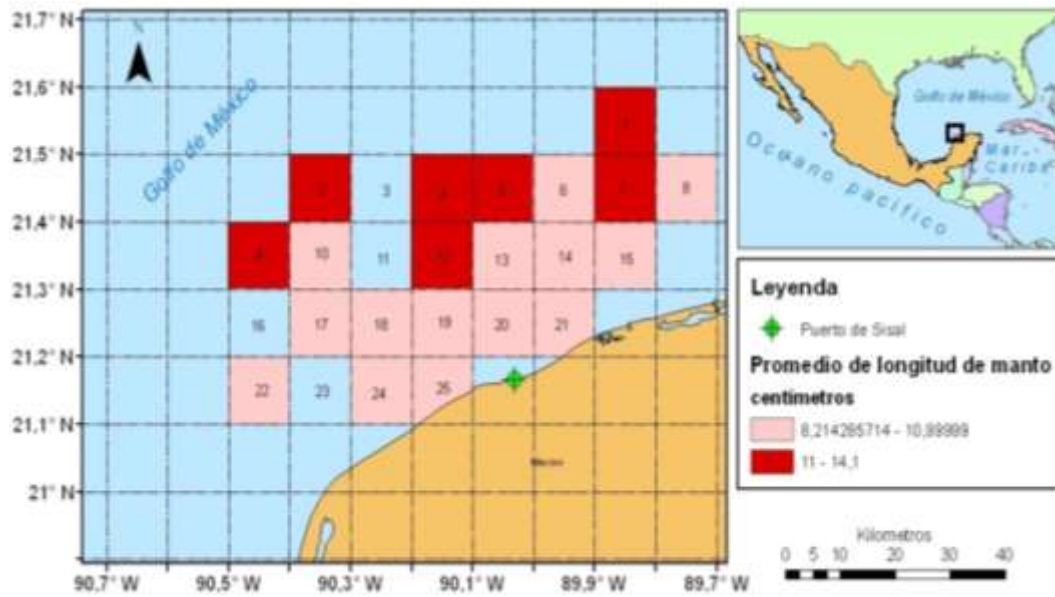


Figura 38. Promedio de longitud de manto (cm) de *O. maya* frente al puerto de Sisal, Yucatán (temporada 2011).

El promedio mensual de longitud de manto mostró que las celdas con valores mayores o iguales a 11 cm de manto van incrementándose de agosto a noviembre, siendo este último el que obtuvo la mayoría de sus celdas dentro de este rango. Los meses de agosto y diciembre sólo presentaron una celda con valores mayores a 11 cm de manto (Figura 39).

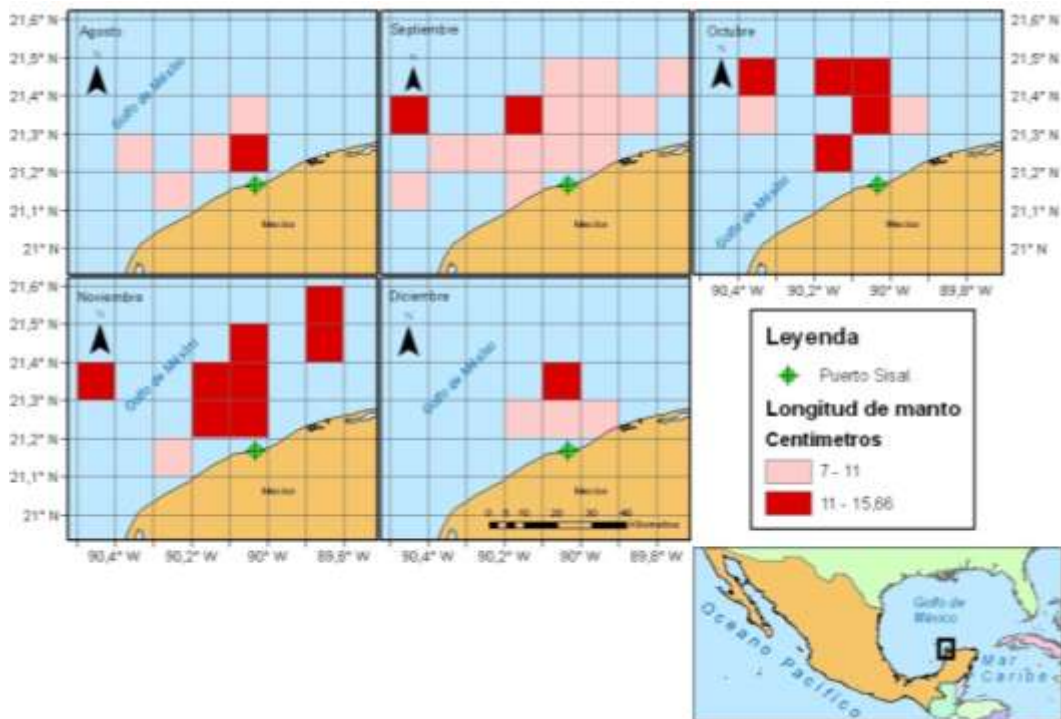


Figura 39. Promedio de longitud de manto mensual de *O. maya* frente al puerto de Sisal, Yucatán (temporada 2011).

### 7.3.CAPTURABILIDAD.

Al momento de hacer el análisis por celdas de manera mensual, se encontró con la dificultad de que no existió manera de comparar la capturabilidad mediante este método, ya que las celdas en algunos meses eran únicas y no podía darse un seguimiento oportuno de las mismas, por consecuencia no se podía calcular  $q$ . De esta manera se procedió a realizar el análisis de  $q$  por profundidad de manera mensual y por sector de población (juveniles y adultos). Se hace notar que no pueden existir valores de capturabilidad para el mes de diciembre ya que se necesitarían valores de CPUE del mes de enero, los cuales no se pueden adquirir ya que la temporada de pesca finaliza el 15 de diciembre de cada año.

#### 7.3.1. ESTRATOS DE PROFUNDIDAD.

Las profundidades fueron agrupadas en tres estratos: de 5 a 10 m, de 10 a 15 m y mayores de 15 m (> 15 m). Para el primer estrato de profundidad se observó que los valores de capturabilidad fueron más altos conforme disminuyó la longitud de manto, a excepción de septiembre y octubre; en septiembre se presentó un aumento de la capturabilidad junto con el de la longitud de manto, mientras que en octubre se



presentaron valores altos de capturabilidad para valores entre nueve y 12 cm de longitud de manto. El mes de agosto presentó el rango más alto de valores de capturabilidad, en donde los valores más altos corresponden a longitudes de manto entre cinco y 12 cm (Figura 40).

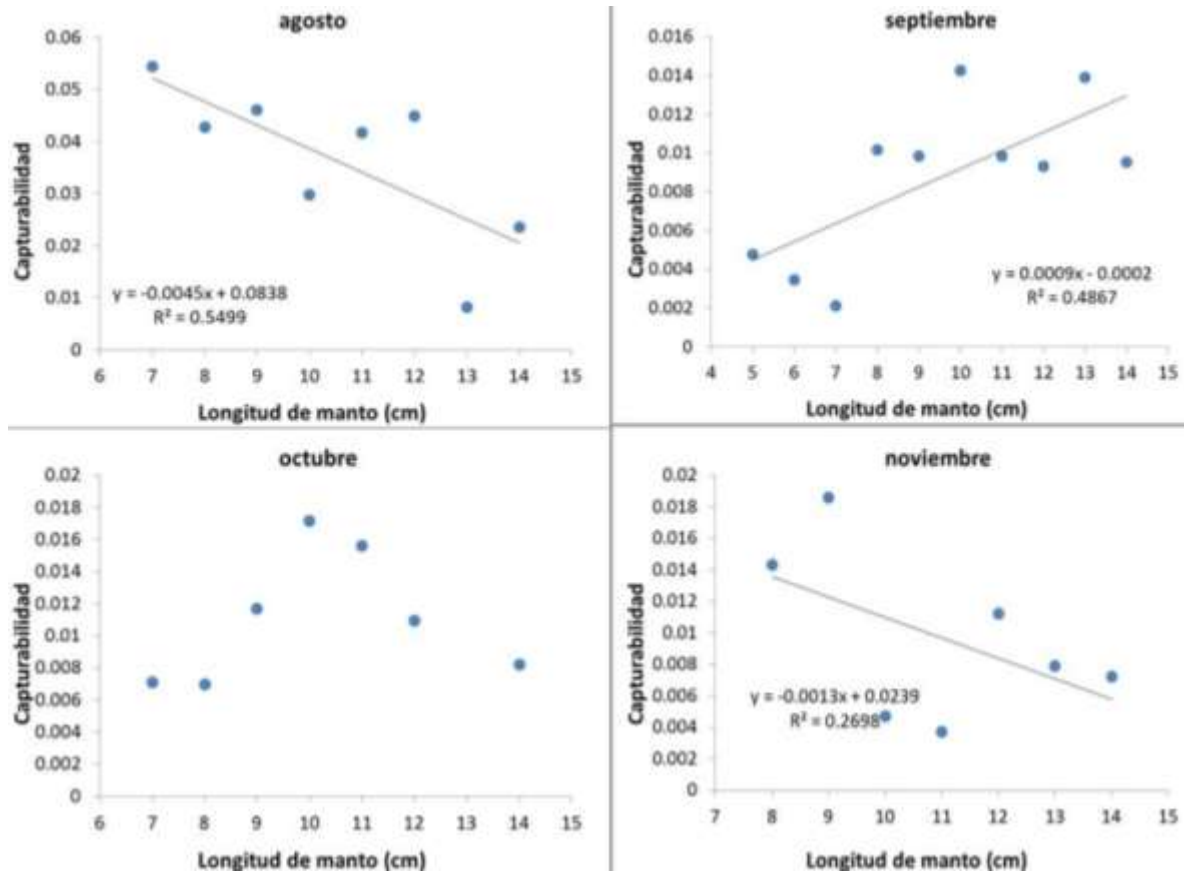


Figura 40 Capturabilidad mensual por talla para el estrato de profundidad que va de 5 a 10 m del pulpo *O. maya* frente a la costa de Sisal, Yucatán durante la temporada de pesca 2011.

Para el estrato de profundidad que va de 10 a 15 m, los meses de septiembre y octubre mostraron una aparente tendencia al incremento de la capturabilidad conforme aumenta la longitud de manto, mientras en el mes de noviembre se observaron valores más altos de capturabilidad para valores pequeños de longitud de manto. Para el mes de agosto no se pudo obtener datos que mostraran una tendencia clara, sin embargo los datos de este mes mostraron los valores más altos de capturabilidad para el estrato de profundidad con una longitud de manto menor a 10 cm (Figura 41).

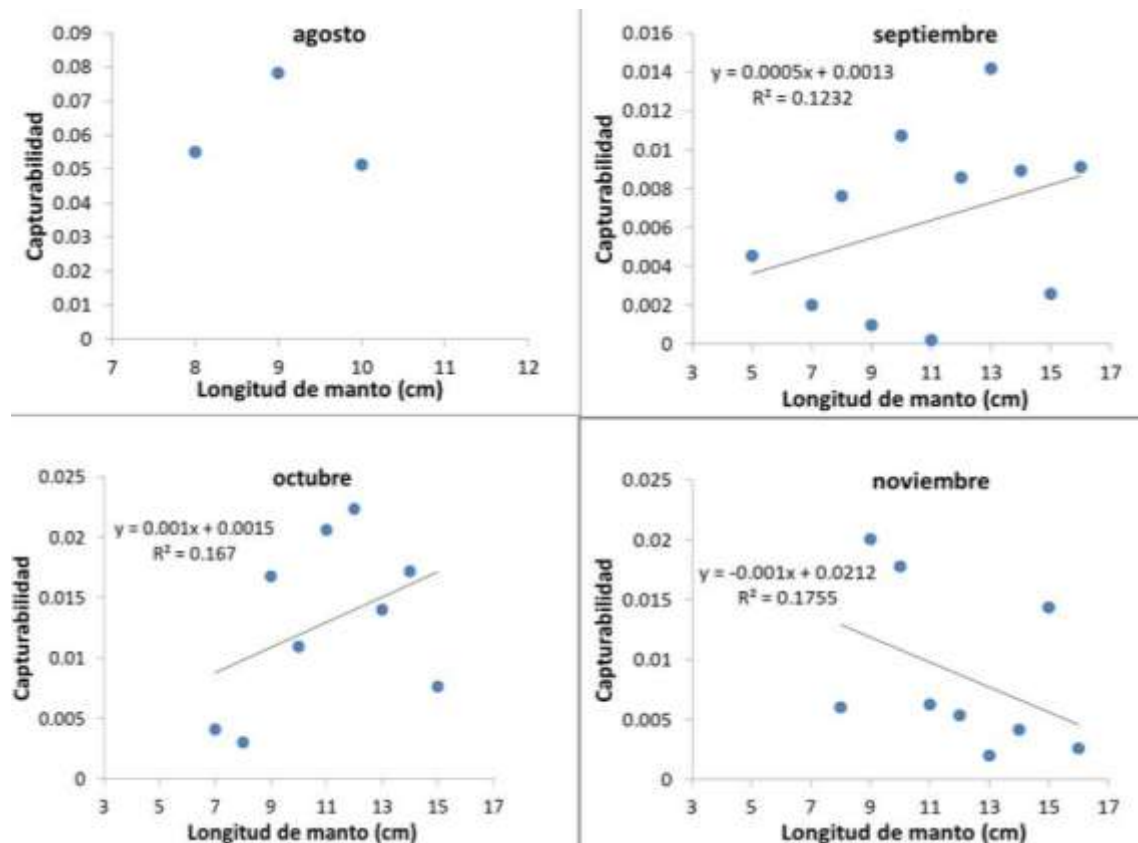


Figura 41 Capturabilidad mensual por talla para el estrato de profundidad entre 10 y 15 m de pulpo *O. maya* frente a la costa de Sisal, Yucatán durante la temporada de pesca 2011.

El último estrato de profundidad comprende aquellos lugares mayores de 15 m. Cabe mencionar que únicamente se encontraron valores de  $q$  para los meses de septiembre y octubre, debido a que el muestreo que se realizó no reportó labores de captura en esta profundidad para los demás meses de la temporada de pesca.

Septiembre y octubre presentaron tendencias al incremento de la capturabilidad conforme aumentó la longitud de manto, sin embargo el mes de octubre tiene el rango de valores más alto llegando a valores de  $q$  por arriba de 0.05, mientras que en septiembre el valor más alto osciló entre los 0.013 de  $q$  (Figura 42).

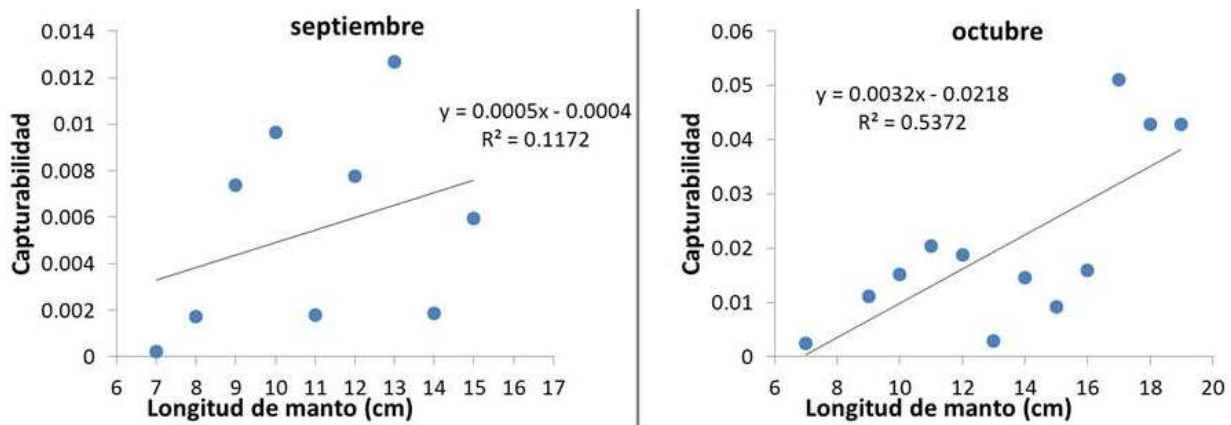


Figura 42. Capturabilidad mensual por talla para el estrato de profundidad mayor a 15 m frente a la costa de Sisal, Yucatán durante la temporada 2011.

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 43).

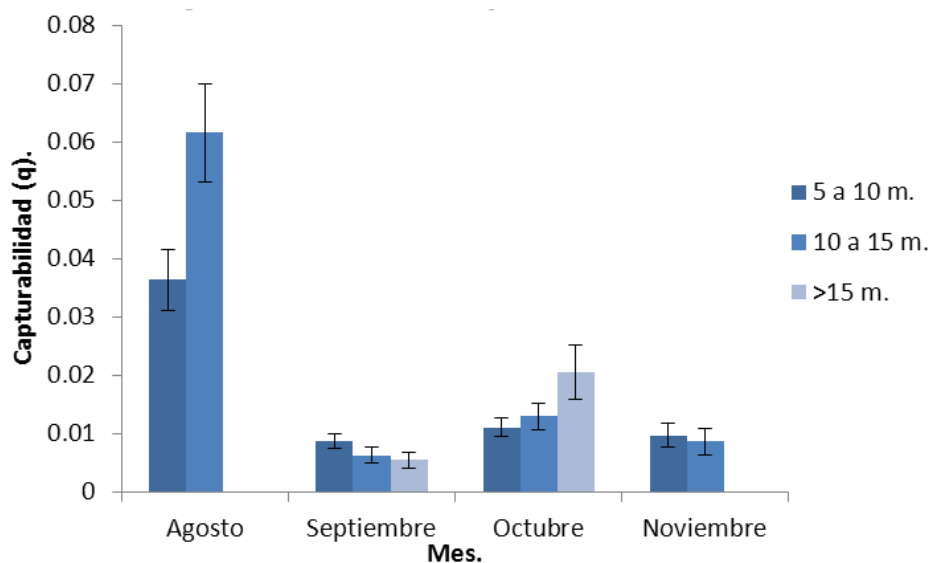


Figura 43. Promedio de capturabilidad mensual ( $\pm$  error estándar) según estrato de profundidad de pulpo *O. maya* frente al puerto de Sisal, Yucatán durante la temporada 2011.

### 7.3.2. CAPTURABILIDAD POR SECTOR DE POBLACIÓN.

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 44).

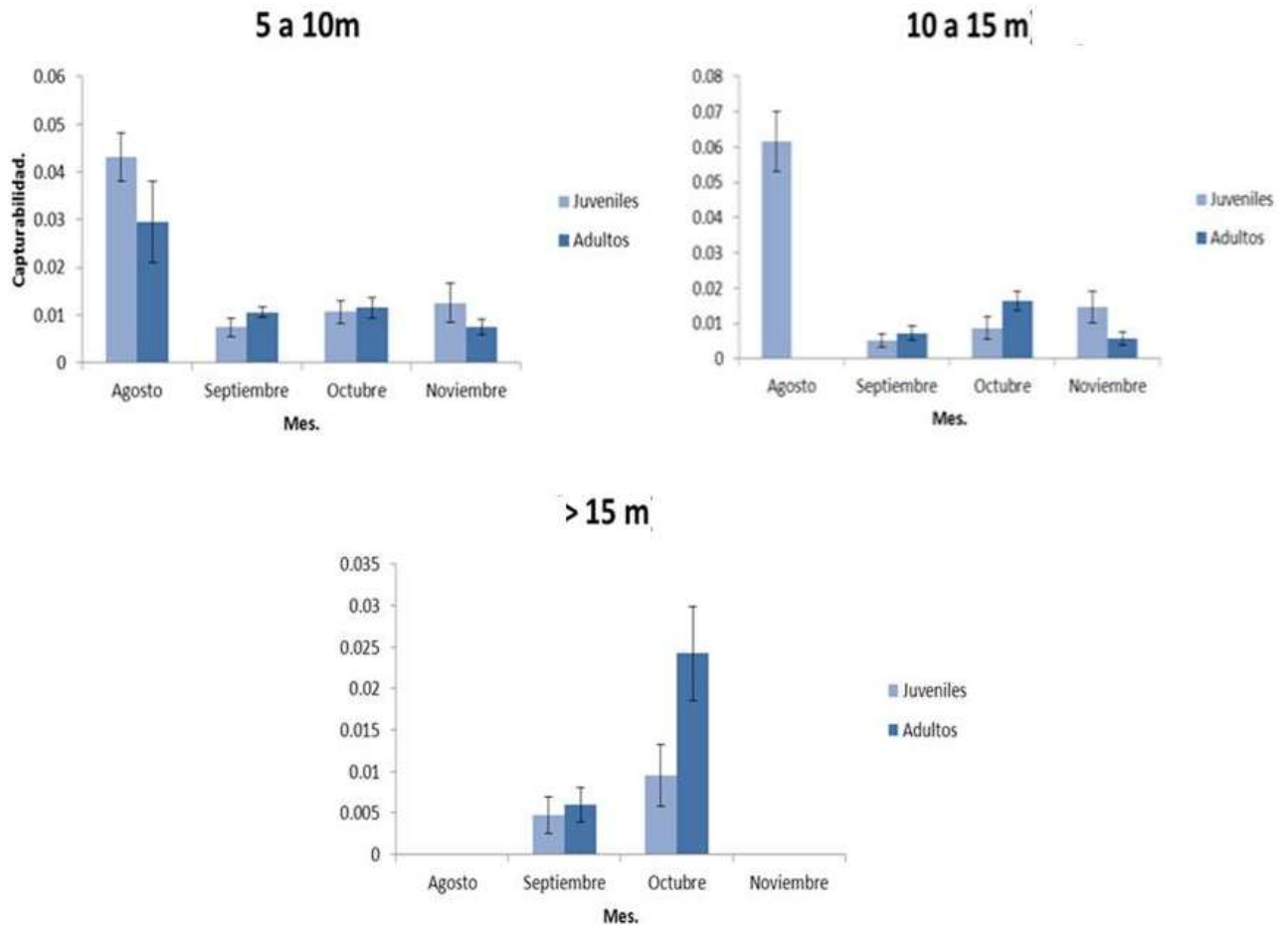


Figura 44 Promedio de capturabilidad mensual ( $\pm$  error estándar) por estrato de profundidad y sector de población de pulpo *O. maya* frente al puerto de Sisal, Yucatán durante la temporada.

## 8. DISCUSIÓN.

Tendencias de captura.

Los montos de captura durante el periodo de estudio mostraron una alta variabilidad durante el periodo 1999-2008, sin embargo demuestran cierta estabilidad de 2009 al 2013. Mediante la utilización del índice de captura fue posible identificar un rango de valores (de -1 a 1) dentro del cual aparecieron la mayoría de los años. Esto muestra

bases para decir que las tendencias de captura de *O. maya* pulpo en el puerto de Sisal han permanecido estables en los últimos 15 años y no se presentan indicios de sobreexplotación (por ejemplo una tendencia de disminución del índice de captura). Sin embargo, el índice de captura evidenció además la vulnerabilidad de la pesquería hacia los eventos de marea roja, ya que aquellos años que mostraron índice de captura con valores negativos ( $-5 < IC < -2$ ) coinciden con los reportados como años con eventos de marea roja intensos en el Estado de Yucatán, que son 2001, 2003 y 2008 (Herrera-Silveira *et. al.*, 2010). Estos eventos son de relevancia para el sector pesquero ya que para cada uno de estos años se reportan calculan pérdidas de 100 millones de pesos entre el sector pesquero y turístico (Herrera-Silveira *et. al.*, 2010).

Lo anteriormente mencionado puede aportar información para el desarrollo del sexto “tema prioritario de investigación” propuestos en el Plan de Manejo Pesquero de Pulpo (*O. maya* y *O. vulgaris*) del Golfo de México y Mar Caribe (DOF, 2014), el cual considera relevante integrar al Programa Nacional de Investigación Científica y Tecnológica en Pesca y Acuicultura del INAPESCA la caracterización del hábitat y la evaluación del “impacto de factores ambientales tales como la marea roja y el cambio climático sobre la distribución y abundancia del pulpo rojo (*O. maya*)”.

Ya que se ha demostrado que los eventos de marea roja tienen un efecto significativo en los montos de captura y esto provoca un impacto negativo en la economía local, se propone la implementación de un programa de contingencia durante las temporadas de pulpo con presencia de eventos de marea roja. Esta medida puede ser aislada o una ampliación del objetivo general del programa de empleo temporal (PET) de la SAGARPA en conjunto con la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL), el cual únicamente contempla su implementación “durante el periodo de veda impuesto para diferentes especies” (SAGARPA y SEDESOL, 2012).

Esta medida de manejo está contemplada en el Plan de manejo de Pulpo dentro del apartado de “acciones necesarias para fortalecer la cadena productiva del pulpo” la gestión de un fondo ante casos de contingencia ambiental, el cual incluye a las mareas rojas, derrames petroleros y huracanes (DOF, 2014). Sin embargo, a la fecha no se encuentra reglamentada la operación de un plan de contingencia de este tipo. Por lo que se recomienda el inicio de la formalización de este tipo de medidas debido a la presencia recurrente de mareas rojas en las costas de Yucatán.

En este sentido el índice de captura propuesto en esta tesis para identificar los efectos de marea roja en los montos de captura, puede presentar un método eficaz para la evaluación y toma de decisiones cuando la pesquería de pulpo es afectada por dicho fenómeno natural.

#### Distribución espacial y capturabilidad.

La captura mensual muestreada en la temporada 2011, mostró que la pesca en el puerto de Sisal presentó un comportamiento similar a lo que se encontró en los registros de captura mensual del periodo 1999-2013, ya que los valores más elevados de kilogramos por viaje, organismo por viaje y captura por unidad de esfuerzo (CPUE) se presentaron en los meses de septiembre, octubre y noviembre. En este sentido, durante los últimos años ha sido frecuente observar solicitudes por parte del sector productivo, de la ampliación de la temporada de pesca entre 15 y 30 días en los meses de diciembre y enero (Diario “la Crónica”, 2003). Este análisis permitió observar que los montos de captura obtenidos en los meses de agosto y diciembre son muy similares entre si, tanto en cantidad como en variabilidad. Por lo tanto la ampliación de la temporada de pesca en diciembre podría no tener un efecto relevante para la pesquería. Esto unido a que durante los meses de noviembre y diciembre se tiene reportado la presencia de desove, lo cual podría afectar al reclutamiento para la siguiente temporada de pesca por el corto periodo de vida del pulpo (entre 14 y 24 meses), (Solís-Ramírez y Chávez, 1986).

En cuanto a la distribución espacial del esfuerzo de pesca, la mayor intensidad de pesca se registró en zonas con profundidades entre nueve y 11 metros, generando una zona claramente identificada entre los vértices  $21.4^{\circ}$  N,  $90.2^{\circ}$  O;  $21.4^{\circ}$  N,  $89.90^{\circ}$  O;  $21.2^{\circ}$  N,  $89.9^{\circ}$  O;  $21,2^{\circ}$  N,  $90.2^{\circ}$  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 de pesca. Por lo tanto es claro que la mayor presión de pesca está siendo orientada hacia organismos juveniles (en especial durante agosto y septiembre), ya que la mayor abundancia de adultos se encuentra alejada de la costa y a mayor profundidad, por lo tanto son pocos los pescadores que se desplazan hacia estas zonas.

En cuanto a la CPUE (organismos/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 siguiendo lo reportado por (Solís-Ramírez, 1986).

Se observó en términos generales que la abundancia de *O. maya* se encontró al Norte y Noreste de Sisal (Figura 30). Sin embargo la CPUE por sector de población evidenció que en la zona Noreste las mayores abundancias se deben principalmente a juveniles (Figura 33), mientras la mayor abundancia de adultos se localiza al Norte de Sisal y en zonas más profundas (Figura 36). Por otra parte, al inicio de la temporada de pesca la abundancia de adultos se encontraba en celdas alejadas de la costa y conforme avanzaba la temporada la abundancia de pulpos adultos fue en celdas cercanas al puerto, mayormente en el mes de noviembre.

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 (11cm de longitud de manto). Además se observó que todas las celdas que obtuvieron 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 prohíba 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., 2007), por lo tanto esta medida estaría afectando directamente a esta flota limitando su distribución y beneficiando a la flota mediana.

Como una alternativa en relación a lo anterior, y debido a que en este estudio 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, se considera recomendable la creación de una zona de refugio pesquero como medida de manejo para proteger a los organismos juveniles de *O. maya* distribuidos frente a la costa de Sisal.

Las zonas de refugio pesquero están consideradas en la Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentable 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, publicada en el Diario Oficial de la Federación el lunes 14 de abril del 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.

De tal forma la NOM-049-PESC-2014 menciona cuatro categorías de refugio pesquero:

- a) **Total permanente:** en las cuales no se podrá llevar a cabo ninguna actividad pesquera, ya sea comercial, didáctica, de fomento, deportiva-recreativa o de consumo doméstico sobre ninguna especie de flora y fauna acuática.
- b) **Total temporal:** donde no se podrá realizar ninguna actividad de pesca comercial, didáctica, de fomento o de consumo doméstico sobre ninguna especie de flora o fauna acuática, durante un periodo definido. La pesca deportiva-recreativa se permitirá con previa valoración del INAPESCA y en la modalidad “captura y libera”.
- c) **Parcial permanente:** solo podrá llevarse a cabo pesca de manera comercial, deportiva-recreativa o de consumo doméstico sobre una o varias especies de flora y fauna acuática, a partir del establecimiento de la misma y únicamente mediante el uso de artes o métodos de pesca específicos de carácter altamente selectivos.
- d) **Parcial temporal:** sólo podrán llevarse a cabo actividades de pesca comercial, deportiva-recreativa o de consumo doméstico sobre una o varias especies de flora y fauna acuática, durante un periodo de tiempo definido y únicamente mediante el uso de artes y métodos de pesca específicos de carácter altamente selectivos.

Con base en lo anteriormente mencionado, se propone un área de refugio pesquero del tipo parcial temporal para los organismos de pulpo *O. maya* con 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, 90° O; como se muestra en la Figura 45. 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.

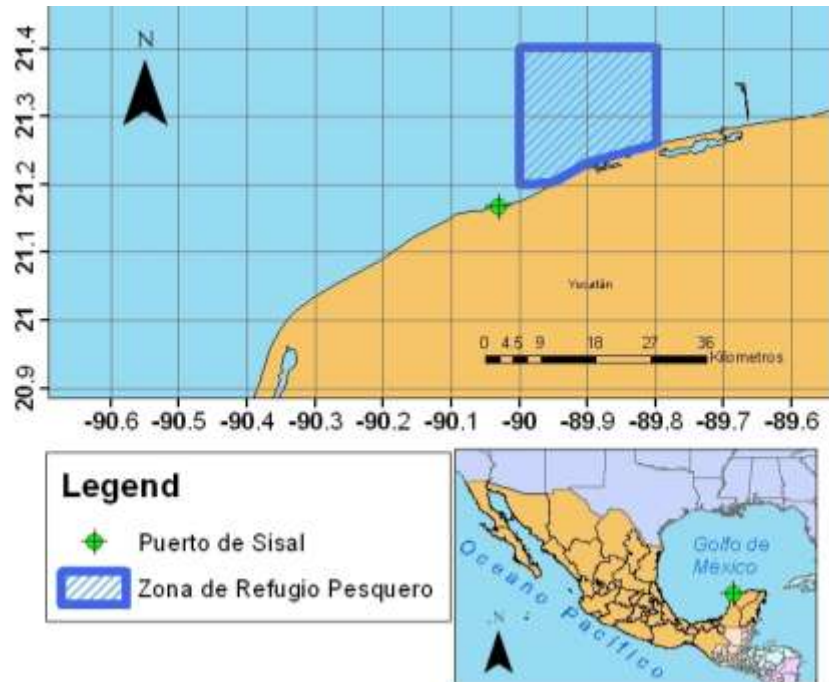


Figura 45. Zona de refugio pesquero del tipo parcial temporal propuesta al Este del puerto de Sisal, Yucatán.

## 9. CONCLUSIONES.

1. El análisis de las tendencias de captura de pulpo *O. maya* durante el periodo de 1999-2013 en el puerto de Sisal, Yucatán mostró una gran variabilidad durante el periodo 1999-2008 y una aparente estabilidad durante el periodo 2009-2013.
2. La pesquería de pulpo *O. maya* frente al puerto de Sisal, Yucatán, es muy vulnerable a eventos de marea roja. Esto se ve en el cambio de los montos de captura promedio en años con marea roja (37.17 t,  $\pm$  35.9 d. e.) y sin marea roja (719 t,  $\pm$  362 d. e.).
3. El índice de captura puede ser utilizado para la cuantificación de los impactos de los fenómenos de marea roja en los montos de captura de pulpo *O. maya* del puerto de Sisal, Yucatán.

4. Se recomienda la implementación del programa de empleo temporal (PET) o la gestión del fondo ante contingencias ambientales propuesto en el Plan de Manejo de pulpo.
5. El análisis de los montos de captura de la temporada de pulpo *O. maya* 2011 frente al puerto de Sisal, Yucatán, identificó un comportamiento similar a lo encontrado durante el periodo de estudio 1999-2013. Siendo los meses de septiembre, octubre y noviembre aquellos que presentaron los valores más elevados de captura, esfuerzo y CPUE (kg/hora y organismos/hora).
6. 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.
7. El análisis espacio-temporal de la temporada de pesca de pulpo *O. maya* frente al puerto de Sisal, Yucatán, identificó una zona con vértices en 21.4 N 90.2 O, 21.4 N 89.9 O, 21.2 N 89.9 O y 21.2 N 90.2 O, en la que los pescadores efectúan mayor presión de pesca.
8. El análisis espacio-temporal de la temporada de pesca de pulpo *O. maya* frente al puerto de Sisal, Yucatán, permitió identificar una tendencia de valores altos de longitud de manto hacia el norte del puerto por arriba de los 21.3° N, en las celdas identificadas a mayor distancia.
9. El cálculo de la capturabilidad de manera temporal y por estrato de profundidad para la temporada de pesca de pulpo *O. maya* 2011 permitió identificar mayor vulnerabilidad para organismos juveniles durante el mes de agosto en zonas someras, mientras que para los organismos adultos presentaron mayor vulnerabilidad durante el mes de octubre en zonas profundas.
10. Se recomienda la implementación de una zona de refugio pesquero de la forma parcial temporal según la NOM-049-PESC-2014 dentro de las 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 y 21.2 N 90 O, durante el mes de agosto de cada temporada de pesca de pulpo.

## **10. REFERENCIAS.**



- Álvarez C., Herrera-Silveira J., Merino F., Aguilar-Trujillo A. 2010. *Mareas rojas en las costas de Yucatán*. 320-321 p. En Durán R., Méndez M. (Ed.) 2010. Biodiversidad y desarrollo humano en Yucatán. CYCY, PPD-FMAM, CONABIO, SEDUMA. 496 pp. Yucatán, México.
- Arreguín Sánchez F. 1987. *Alternativas de administración para la pesquería de pulpo del Banco de Campeche*; Congreso de Ciencias del Mar en Cuba, 12 de Junio, La Habana, Cuba.
- Arreguín-Sánchez F., Seijo, Fuentes, Solís-Ramírez M. J. 1987. *Estado del conocimiento de los recursos pesqueros de la plataforma continental de Yucatán*; Cont. Inv. Pesc. Doc. Tec. 4:1-41.
- Arreguín-Sánchez F. 1992. *Growth and seasonal recruitment of the Octopus maya from the Campeche Bank caught by the artisanal fleet*. NAGA. Philippines.
- Arreguín-Sánchez F. 1996. *Catchability, a key parameter for fish stock assessment*. Rev. Fish Biol. Fish. 6:221-242.
- Arreguín-Sánchez F., Solís-Ramírez M. J., González de la Rosa M. E. 1999. *Population dynamics and stock assessment for Octopus maya (Cephalopoda: Octopodidae) fishery in the Campeche Bank, Gulf of Mexico*. Rev. Biol. Trop. Vol 48 no. 2-3, San José Juan, 1999.
- Arreguín-Sánchez F. & T. J. Pitcher. 1999. *Catchability estimates accounting for several sources of variation: application to the red grouper fishery of the Campeche Bank, México*. Fish. Bull. Vol 97, no. 4, 746-757 pp.
- Asociación Portuaria Integral (API). 2009. *Programa maestro de desarrollo portuario 2009-2014*; Secretaria de Comunicaciones y Transportes (SCT), 215pp.
- Baranov, F.I. (1918). *On the question of the biological basis of fisheries*. Nauchn. Issled. Ikhtiologicheskii Inst. Zzv. 1, 81-128. (in Russian).
- Barnes R. D. 1990. *Zoología de los invertebrados*. Interamericana McGraw-Hill. México.
- Beverton, R.J.H. and Holt, S.J. 1957 *On the dynamics of exploited fish populations*. Fish. Invest. Ser. II, Vol. 19. 533 pp.
- Blancas García J. R., López-Rocha J. A., Castilla Ventura M. A. 2011. *Análisis de la Pesquería del Pulpo Rojo (Octopus maya) Frente a la Costa de Sisal, Yucatán*. Proceedings of the 64th Gulf and Caribbean Fisheries Institute October 31 - November 5, 2011 Puerto Morelos, Mexico.
- Caddy, J.F. 1979. Some considerations underlying definitions of catchability and fishing effort in shellfish fisheries, and their relevance for stock assessment purposes. Fish. Mar. Serv. Rep. No. 1489. 22 pp.
- Caswell, H. 1988: *Approaching size and age in matrix population models*. In: *Size-structured populations*. E. Ebenman and L. Persson (Eds). Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, pp. 85–105.
- Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca (CONAPESCA). 2010; *Anuario Estadístico de Acuacultura y Pesca*. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo rural, Pesca y Alimentación, Mazatlán, Sinaloa, México, 289pp.

DeLury, D.B. 1947. *On the estimation of biological populations*. Biometrics Vol. 3, 67-145 pp.

Diario "La crónica". 2003. *Posponen la veda de pulpo*. Publicado el 20 de diciembre de 2003 en: [www.lacrónica.com/EdicionImpresa/ejemplaresanteriores/BusquedaEjemplares.asp?numnota=263038&fecha=20/12/2003](http://www.lacrónica.com/EdicionImpresa/ejemplaresanteriores/BusquedaEjemplares.asp?numnota=263038&fecha=20/12/2003)

Diario Oficial de la Federación (DOF). 1993. *Norma Oficial Mexicana 008-PESC-1993, para ordenar el aprovechamiento de las especies de pulpo en las aguas de jurisdicción federal del Golfo de México y mar Caribe*. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, publicado el 16 de diciembre de 1993, México D.F.

Diario Oficial de la Federación (DOF). 1994. *Norma Oficial Mexicana 009-PESC-1993, que establece el procedimiento para determinar las épocas y zonas de veda para la captura de las diferentes especies de la flora y fauna acuáticas, en aguas de jurisdicción federal de los Estados Unidos Mexicanos*. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, publicado el 21 de febrero de 1994 México D.F.

Diario Oficial de la Federación (DOF). 2005. *Acuerdo por el que se modifica la veda de pulpo patón (*Octopus vulgaris*) y pulpo rojo (*Octopus Maya*) en aguas de jurisdicción federal del Golfo de México y Mar Caribe, establecida en el artículo segundo fracción XIX del aviso publicado en 16 de marzo de 1994*. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, publicado el martes 13 de diciembre de 2005 México D.F.

Diario Oficial de la Federación (DOF). 2007. *Acuerdo por el que se modifica la veda de pulpo patón (*Octopus vulgaris*) en aguas de jurisdicción federal del Golfo de México y Mar Caribe, establecida en el artículo segundo fracción XIX del aviso publicado en 16 de marzo de 1994*. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, publicado el martes 5 de diciembre de 2007 México D.F.

Diario Oficial de la Federación (DOF). 2014. *Plan de manejo de pulpo (*O. maya* y *O. vulgaris*) del Golfo de México y Mar Caribe*. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, 28-marzo-2014. 45pp.

Diario Oficial de la Federación (DOF). 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*. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, 14-abril-2014. 11pp.

Enríquez C., Mariño-Tapia I., J., Herrera-Silveira J., A. 2010. *Dispersion in the Yucatán coastal one: implications of red tide level*. *Continental Shelf Research*. Vol. 30: 127-137 pp.

Fuentes C. D., Solís-Ramírez J. M., Dela Garza J. 1965. *Algunos aspectos de la reproducción del pulpo (*Octopus vulgaris* Lamarck) de la sonsa de Campeche*. Contr. I. N. I. B. P. II Congreso Nacional de Oceanografía, Ensenada, Baja California, México. 9 pp.

Gulland J.A. 1964. *Manual of methods for fish population analysis*. FAO. Fish. tech. Pap. No. 40. 60 PP.

Gulland, J.A. 1983. *Fish Stock Assessment. A Manual for Basic Methods*. New York: John Wiley and Sons. 223 pp.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2010. *Censo de población y vivienda*; en: [http://www3.inegi.org.mx/sistemas/iter/entidad\\_indicador.aspx?ev=5](http://www3.inegi.org.mx/sistemas/iter/entidad_indicador.aspx?ev=5)

Instituto Nacional de Pesca (INAPESCA). 2006. *Sustentabilidad y pesca responsable en México. Evaluación y manejo*; Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo rural, Pesca y Alimentación, Agosto 2006.

Instituto Nacional de Pesca (INAPESCA). 2011. *Dictamen técnico para el establecimiento de cuota de captura de pulpo Octopus maya para la temporada de pesca 2011*; Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo rural, Pesca y Alimentación, 14 de Julio 2011.

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*, Vol. 36 no. 1, 1-14 pp.

Leslie, P.H. and Davies, H.S. (1939) *An attempt to determine the absolute number of rats on a given area*. *J. Anim. Ecol.* Vol. 8, 13pp.

Lopez-Rocha J. A., Arreguín-Sánchez F. 2008. *Spatial distribution of red grouper Epinephelus morio (Serranidae) catchability on the Campeche Bank of Mexico*. *J. Appl. Ichthyol.* 24 (2008) 282-289 pp.

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. 16p.

Morales G., Solís-Ramírez M. J. 1987. *Fecundidad y maduración de Octopus maya Voss y Solís (Mollusca: Cephalopoda)*. IX Congreso Nacional de Zoología, Villahermosa, Tabasco.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), 2012; *Estado Mundial de la pesca y la acuicultura 2012*. FAO, Roma, Italia 2012.

Padilla Álvarez F., Cuesta López A. E. 2003. *Zoología Aplicada*. Edición Díaz de Santos, S. A. Madrid España.

Pauly D., Chistensen V., Guénette S., Pitcher T. J., Rashid Sumaila U., Walters C. J., Watson R., Zeller D. 2002. *Toward sustainability in world fisheries*. *NATURE* Vol. 418, 8 de agosto 2002.

Pérez M., Wakida A., Losano R., Burgos, R., Santos, J. 2006. *La pesquería de Pulpo*. Pág. 523-543. En INP-SEMARNAT (ed.). *Sustentabilidad y pesca responsable en México. Evaluación y Manejo*. 544 p.

Salas S., Mexicano-Cintora G., Cabrera M. A. 2006. *¿Hacia dónde van las pesquerías en Yucatán? Tendencias, Retos y Perspectivas*. CINVESTAV Unidad Mérida, Mérida, Yucatán, México. 97 p.

Salas S., Cabrera M. A., Palomo L., Torres-Irineo E. 2007. *Uso de Indicadores para Evaluar Medidas de Regulación en la Pesquería del Pulpo en Yucatán dada la Interacción de Flotas*; CINVESTAV, Mérida. 61st Gulf and Caribbean Fisheries Institute. November 10 - 14, 2008 Gosier, Guadeloupe, French West Indies.

Salas S., Cabrera M. A., Palomo L. E., Bobadilla F., Ortega P. H., Torres E. 2008. *Plan de manejo y operación del comité de administración pesquera de escama y pulpo: informe final*. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, Gobierno del Estado de Yucatán, julio 2008.

Salas, S., Cabrera, M. A., Palomo, P., Torres-Irineo, E. 2008. *Uso de indicadores para evaluar medidas de regulación en la pesquería del pulpo en Yucatán dada la interacción de flotas*; 61° Gulf and Caribbean Fisheries Institute, 10-14 de Noviembre.

Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo rural, Pesca y Alimentación, (SAGARPA). 2007. *Evaluación de la población de pulpo (octopus maya) en la península de Yucatán 2007*; Instituto Nacional de la pesca, Centro regional de investigación pesquera Yucalpetén, julio 2007.

Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo rural, Pesca y Alimentación. 2010. *Carta Nacional Pesquera*; Publicado en el Diario Oficial de la Federación, jueves 2 de diciembre 2010.

Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). 2011. *Seguimiento oportuno de la temporada de pulpo en los estados de Campeche y Yucatán 2011*. [http://www.conapesca.sagarpa.gob.mx/wb/cona/cona\\_estadistica\\_pesquera\\_y\\_acuicola](http://www.conapesca.sagarpa.gob.mx/wb/cona/cona_estadistica_pesquera_y_acuicola)

Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo rural, Pesca y Alimentación. 2012. *Anuario Estadístico de Acuicultura y pesca*; Portal de la Secretaria de Acuicultura, Ganadería, Desarrollo rural, Pesca y Alimentación. [http://www.conapesca.sagarpa.gob.mx/wb/cona/cona\\_anuario\\_estadistico\\_de\\_pesca](http://www.conapesca.sagarpa.gob.mx/wb/cona/cona_anuario_estadistico_de_pesca)

Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), Secretaria de Desarrollo Social (SEDESOL). 2012. *Programa de empleo temporal para el sector pesquero, 2012 (versión 2.1)*. Dirección general de atención a grupos prioritarios, julio 2012. 9 pp.

Seijo J. C., Solís-Ramírez M. J., Arceo P. 1990. *Monte Carlo Analysis of Fecundity Parameters in Tropical Demersal Fisheries*. CINVESTAV-IPN UNIDAD MERIDA, Yucatán, México.

Seijo J. C., Solís-Ramírez M. J., G. Morales. 1987. *Simulación Bioeconómica de la pesquería de pulpo Octopus maya de la plataforma continental del Yucatán*. Mem. Simp. Inv. Biol. Ocean. Pesc. México. La Paz, BCS. Abril 125-138.

Shepherd J. G. 1987. *A weakly parametric method for estimating growth parameters from length composition data*. In: *Length based methods in fishery research*. D. Pauly and G. P. Morgan (Eds). ICLARM Conf. Proc, Manila, Philippines, pp. 113–119.

Solís-Ramírez M. J. 1962; *Contribución al estudio del pulpo Ocotpus vulgaris, Lamark, de la sonda de Campeche*. Trabajo de divulgación. Dirección General de Pescas e industrias CONEXA. México Vol. 3, no. 24, 1-30 pp.

Solís-Ramírez J. M., Chávez E. 1986. *Evaluación y régimen óptimo de la pesca de pulpo de la Península de Yucatán*. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM, México. Vol. 8, no. 3 1-18 pp.

Solís-Ramírez J. M., Zetina C. 1991. *Análisis estadístico: el recurso pulpo (Mollusca:Cephalopoda) de la plataforma continental de Yucatán, Temporada 1989*. XI Congreso Nacional de Zoología, del 28 al 31 de octubre 1991.

Solís-Ramírez M. J. 1999. *Importancia de la pesquería de pulpo en el Golfo de México y Caribe Mexicano*. En el 45 Proceedings of the Forty-Fifth Annual Gulf and Caribbean Fisheries Institute. 482-498 pp. Charleston, South Carolina USA, 1999.

Solís-Ramírez M. J. 1967. *Aspectos biológicos del pulpo, Octopus maya Voss & Solís*. Pub. I. N. I. B. P. 18. 1-90 pp.

Solís-Ramírez, M. J., 1967<sup>a</sup>. *Incubación parcial de Octopus maya en laboratorio*. III Congreso Nacional de Oceanografía, del 15 al 18 de marzo. Campeche, Campeche, México.

Solís-Ramírez M. J., Arreguín-Sánchez F., Seijo J. C. 1997. *Pesquería de pupo de la plataforma continental de Yucatán*. Pag. 61-80. En: flores Hernández, D., Sánchez-Gil, P., Seijo, J. C, Arreguín-Sánchez, F. *Análisis y Diagnóstico de los recursos pesqueros críticos del Golfo de México*. Universidad Autónoma de Campeche. EPOMEX, Serie Científica, Vol. 7. 496 p.

Van Heulkem. 1977. *Laboratory maintenance, breeding rearing and Biomedical Research Potencial of Yucatan Octopus (Octopus maya)*. Lab. Animal. Sc. 27 (5): 852-857.

Velázquez-Abunader I., Salas S., Cabrera A. M. 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 vol. 32 No. 3, 845-854, 2013.

Voss G. L., Solís- Ramírez, M. J., 1966. *Octopus may, a new species from the bay of Campeche*. Bull. Mar. Sci. Vol. 16, no. 3, 615-616 pp.

Voss G. L. 1973. *Cephalopod resources of the word*. Food and Alimentary Organization (FAO), FAO Fisheries Circular, no 149, 1-75 pp. Roma.