

# Uso de Indicadores para Evaluar Medidas de Regulación en la Pesquería del Pulpo en Yucatán dada la Interacción de Flotas

SILVIA SALAS, MIGUEL A. CABRERA, LEOPOLDO PALOMO, y EDGAR TORRES-IRINEO  
Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional. Unidad Mérida.  
Km 6 Antigua carretera a Progreso, Mérida Yucatán, México

## RESUMEN

La pesquería de pulpo es la más importante de Yucatán, constituida por dos especies (*O. maya* y *O. vulgaris*). Sus capturas han registrado grandes fluctuaciones y la demanda del producto ha aumentado en los últimos años imponiendo presión en los recursos. Si bien existen medidas de regulación para la pesquería, su operatividad y efectividad no han sido evaluadas. En el presente trabajo se usan algunos indicadores asociados a las operaciones de pesca a fin de evaluar la efectividad de dichas medidas. Se realizaron muestreos en cuatro puertos de la península de Yucatán en el 2007, considerando las tres flotas que capturan ambas especies. Se analizó la estructura poblacional por talla y sexos presentes en las capturas en cada flota. Así mismo se realizó un análisis de series de tiempo (ARIMA) con el fin de generar proyecciones de capturas de ambas especies. El análisis por flota permitió observar que las medidas de regulación actuales no son respetadas dado que: a) hubo alta incidencia de la flota menor sobre organismos sub-legales, b) alta incidencia de hembras al inicio de temporada de pesca, c) ha habido una tendencia a rebasar las cuotas de captura, y d) se reporta el uso de artes y métodos de pesca restringidos. La captura de organismos sub-legales, principalmente por la flota menor sobre *O. maya*, puede tener un impacto en el largo plazo en la biomasa de la población, además sobre las otras flotas con implicaciones económicas. Mientras las proyecciones de captura mostraron una tendencia a la baja, se cuestiona la aplicabilidad de las medidas de regulación de mantenerse los actuales patrones de pesca.

PALABRAS CLAVES: Pulpo, manejo, operaciones de pesca, análisis de series de tiempo, Yucatán

## Use of Indicators to Evaluate Fishing Regulations in the Octopus Fishery in Yucatan Given Fleet Interactions

The octopus fishery is the most important fishery of the Yucatan coast; it comprises two species (*Octopus maya* and *Octopus vulgaris*). Its catches have shown great fluctuations through time and an increase on the demand of this product in the last years impose pressure on the resources. Given this context, despite management regulations exist, the compliance and effectiveness of the tools employed have not been evaluated. In this paper we use some indicators associated with the fishing operations to evaluate those tools. The study involved collection of data in four fishing ports in Yucatan during the 2007 fishing season, considering the three fleets that capture both species. The population structure by size and sex in the landings of each fleet was analyzed. In addition a time series analysis (ARIMA) to forecast catches of both species in future fishing seasons was undertaken. The analysis discriminated by fleet indicated that fishers do not comply with current management regulations given: a) high incidence of organisms below the legal size landed by the fleets, b) high proportion of females were present in catches at the beginning of the fishing season, c) there is a tendency to overpass catch quotas, and d) the use of forbidden fishing methods has been reported. Capture of sub-legal animals, especially by the artisanal fleet, can generate in the long-term, impacts on the *O. maya* population and on the catches of the other fleets with the consequent economic impacts. Before a trend of reduction of catches, it is questionable the applicability of current management regulations. The impact of current fishing operations on the octopus fishery and the implications of not taking actions regarding violation of management regulations are discussed.

KEY WORDS: Octopus, management, fishing operations, time series analysis, Yucatan

## Utilisation D'indicateurs pour Évaluer des Mesures de Règlement dans la Pêcherie du Poulpe en Yucatan vu L'interaction de Flottes

La pêcherie de poulpe est la plus importante que Yucatan, constituée par deux espèces (*O. maya* et *O. vulgaris*). Ses captures ont enregistré de grandes fluctuations et la demande du produit a augmenté durant les dernières années en imposant de la pression dans les ressources. Bien qu'il existe des mesures de règlement pour la pêcherie, son caractère opérationnel et efficacité n'ont pas été évalué. Dans le présent travail on utilise quelques indicateurs associés aux opérations de pêche afin d'évaluer l'efficacité de ces mesures. On a effectué des échantillonnages dans quatre ports de la péninsule de Yucatan dans le 2007, considérant les trois flottes qui capturent les deux espèces. On a analysé la structure démographique par hauteur et sexes présents dans les captures dans chaque flotte. De même on a effectué une analyse de séries de temps (ARIMA) afin de produire des projections de captures des deux espèces. L'analyse par flotte a permis d'observer que les mesures de règlement actuelles ne sont pas respectées puisque : a) il y a eu incorporation incidence de la flotte plus petite sur les organismes sub-legales, b) incorporation incidence de femelles au début de saison de pêche, c) il y a eu une tendance à dépasser les quotes-parts de capture, et d) on reporte l'utilisation arts et méthodes de pêche restreintes. La capture d'organismes sub-legales, principalement par la flotte plus petite sur l' *O. maya*, il peut avoir un impact dans le long terme dans la biomasse de la population, en outre sur les autres flottes avec des implications économiques. Tandis que les projections de capture ont montré une tendance à la baisse, on interroge l'applicabilité des mesures de règlement d'être maintenus les actuels patrons de pêche.

MOTS CLÉS: Poulpe, maniement, opérations de pêche, analyse de séries de temps, Yucatan

## INTRODUCCIÓN

A nivel mundial se reconocen la existencia de problemas de sobrepesca (Pauly *et al.* 1998, Hutchings and Reynolds 2004, Muraski 2000, Caddy and Seijo 2005, Castilla and Defeo 2005), de tal forma que los pescadores y administradores enfrentan el reto del uso y conservación de los recursos pesqueros, problema que se acentúa ante los patrones migratorios hacia la zona costera por parte de individuos en busca de oportunidades económicas, incrementando los problemas de competencia entre los numerosos usuarios de cada vez más limitados recursos (Jentoft 2000, Allison y Ellis 2001). Antes este contexto es cada vez más difícil evaluar los factores que están contribuyendo a la sobrepesca de los recursos, especialmente en el caso de de varias pesquerías de zonas tropicales donde existe interdependencia de flotas, como el de la pesquería del pulpo en Yucatán.

La pesca en Yucatán se ha centrado por largo tiempo en la explotación de recursos demersales. Aun cuando las descargas comerciales pesqueras comprenden un gran número de especies, el pulpo alcanza el primer lugar con 52% de las capturas y el complejo mero-pargos el 17%, ambos grupos capturados localmente por tres tipos de flotas (Salas *et al.* 2008). Actualmente el pulpo es el recurso pesquero más importante de Yucatán, y constituye una pesquería que involucra a dos especies, *O. maya* (pulpo rojo) y *O. vulgaris* (pulpo patón), aunque en sus inicios la pesquería se concentraba solamente en la primera.

Varios autores han reportado que los recursos pesqueros más importantes de Yucatán se encuentran plenamente explotados o sobre explotados (Burgos y Defeo 2004, Díaz de León *et al.* 2004, Salas *et al.* 2006). En este marco el pulpo es un recurso que ha mostrado amplias fluctuaciones en sus capturas, y que se considera explotado a su nivel máximo (CNP 2004), lo que resulta preocupante si se considera que de esta pesquería dependen más de 15 mil pescadores. El incremento en la demanda de pulpo a

nivel internacional ha incentivado la inversión en su pesquería, ya sea mejorando la infraestructura de las plantas procesadoras o con un aumento del esfuerzo pesquero sobre el recurso.

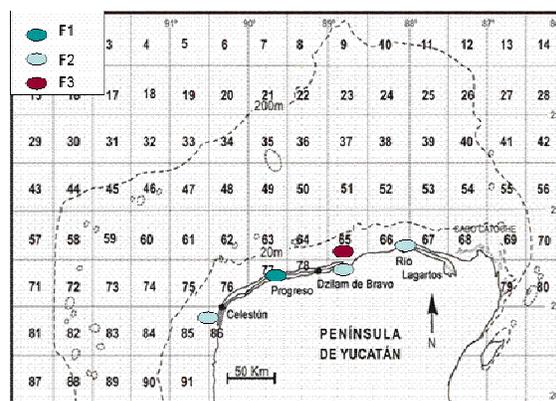
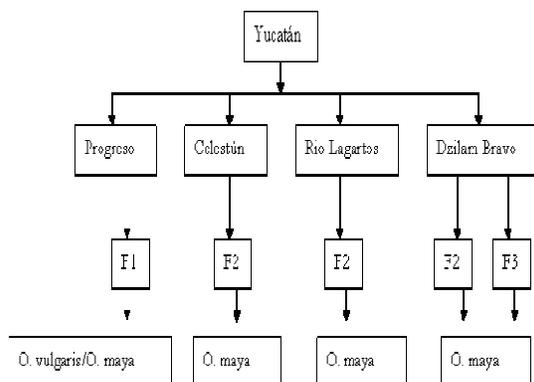
Si bien el recurso se ha venido estudiando de manera regular, se han empleado enfoques de evaluación uni-específicos (Arreguín-Sánchez *et al.* 1987, Solís-Ramírez *et al.* 1997, Solana *et al.* 2002, Pérez *et al.* 2004, Pérez *et al.* 2006a, Pérez *et al.* 2006b) sin considerar la interacción de flotas y de especies que involucran a la misma pesquería. Por otro lado, si bien existen medidas de regulación para la pesquería, se ha observado que su operatividad y efectividad no han sido evaluadas en la práctica. En el presente trabajo se analiza información biológica pesquera discriminada por especie y flotas usando algunos indicadores a fin de evaluar la operatividad de dichas medidas.

## MÉTODOS

Las fuentes de información fueron dos: colecta de información en campo y estadísticas pesqueras (Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca, SAGARPA).

Debido a la amplia extensión de la costa y la existencia de múltiples sitios de desembarco, los puertos a muestrear fueron seleccionados en función de su importancia en el volumen de captura, el tipo de flota y la ubicación geográfica. Con este fin, se elaboró un diseño de muestreo estratificado por puerto a fin de obtener información representativa de las capturas de ambas especies *Octopus maya* (pulpo rojo) y *O. vulgaris* (pulpo común o patón) capturadas por las flotas mayor, mediana y menor (Figura 1). Los puertos seleccionados fueron Celestún, Progreso, Dzilam de Bravo y Río Lagartos. La información en campo se colecto realizando visitas mensuales a cada uno de los puertos seleccionados durante la temporada de pesca 2007 (agosto-diciembre).

La selección de las embarcaciones muestreadas, se hizo de forma aleatoria en el caso de la flota menor, mientras que en las otras dos flotas se hizo de manera



**Figura 1.** Diseño de muestreo y ubicación de los puertos de estudio en la península de Yucatán: Celestún, Progreso, Dzilam de Bravo y Río Lagartos. Las flotas fueron definidas como: F1) Flota mayor, F2) Flota menor, y F3) Flota mediana.

dirigida, dado que las primeras realizan viajes diarios, mientras la mediana hace viajes con una duración entre 3 y 4 días, y la mayor un promedio de 20 días. En la medida de lo posible se midieron y pesaron todos los organismos descargados por las embarcaciones de la flota menor seleccionadas, mientras que para las flotas mediana y mayor, dado un mayor volumen de captura, se seleccionó el 10% de las descargas. En los tres casos, una vez que se identificaron las especies desembarcadas, se determinó el sexo de cada individuo en la muestra y se midió la longitud del manto (cm) y su peso (g). El capitán de cada embarcación fue entrevistado para obtener información del viaje de pesca: captura de pulpo y otras especies, profundidad de operación, distancia de la costa, costos de viaje, tiempo efectivo de pesca. Este último fue definido en horas para la flota menor y en días para las flotas mediana y mayor.

Los datos de longitud del manto y peso fueron analizados a través de estadística descriptiva básica, lo mismo que la información de datos de esfuerzo pesquero. Los resultados se presentan en base a distribuciones de frecuencia para tallas y resúmenes globales en el caso de peso; se estimó la talla de reclutamiento como el cuartil del 50% en los datos de distribución de frecuencias acumuladas definida como el punto que correspondió a la talla donde el 50% de los individuos son susceptibles de ser capturado, considerado como un estimador indirecto del reclutamiento de los individuos a la pesquería.

La información proveniente de las estadísticas pesqueras fue empleada para un análisis de proyecciones de capturas de pulpo por medio de series de tiempo. La información comprende datos de captura anual y mensual para ambas especies en conjunto durante el periodo 1976-2006, y datos de captura mensual por especie para el periodo 1998 - 2006.

Para evaluar los patrones estacionales y proyecciones de las tendencias de las capturas de pulpo, se empleó el método ARIMA (Auto-regresivo Integrado Media Móvil) utilizando el programa estadístico STATISTICA 6.1. Un requisito previo de este análisis es especificar el número y tipo de parámetros para ser estimados. Para esto se graficaron las series de datos, a fin de generar correlogramas de auto-correlación (ACF) y de auto-correlación parcial (PACF). El método ARIMA permite estimar modelos estacionales, lo cual es una generalización y extensión del método descrito. En adición a los parámetros no estacionales, es necesario estimar aquellos que son estacionales para un periodo de tiempo determinado. Una vez que se identificaron los parámetros que serían estimados, se buscó maximizar la verosimilitud de la serie observada dados los valores de los parámetros mediante la suma de cuadrados de los residuos (Kikut *et al.* 2002). Para hacer la estimación se utilizó el método de la verosimilitud máxima exacta.

Finalmente se recopiló información sobre estimadores de captura y biomasa de los últimos 10 años, así como de

las cuotas de captura definida para los últimos siete años y se discute en torno a los volúmenes capturados y autorizados como uno de los indicadores a evaluar.

## RESULTADOS

Antes de presentar los resultados cabe hacer referencia al marco de normatividad que actualmente está vigente en la pesquería de pulpo. Este involucra una talla mínima de captura (*tmc*) de 11 cm de longitud del manto, un periodo de veda (16 diciembre-31 julio), una cuota de captura regional definida cada año, y la prohibición de usar métodos de pesca nocivos, diferentes al autorizado.

El método de captura tradicional consiste en el llamado "gareteo" para lo cual, se utilizan embarcaciones pequeñas denominadas alijos (3 m) dotadas de varas de bambú (conocidas localmente como "jimbas"). Estas jimbas llevan atadas líneas con carnada (Cangrejo Moro, *Menippe mercenaria*; Jaiba Azul, *Callinectes spp.* y Cangrejo Maxquil o araña, *Libinia spp.*) (Salas *et al.* 2008). Este método es por naturaleza selectivo, ya que no captura hembras que acaban de desovar y se encuentran en cuidado parental, dado que éstas generalmente no se alimentan en ese periodo y no toman la carnada (Solís-Ramírez *et al.* 1997). El periodo de veda siempre se ha cumplido, aunque en años recientes el sector pesquero en Yucatán ha solicitado la extensión de la temporada de pesca, cuando la pesca ha sido mala y no se ha alcanzado la cuota de captura asignada. En este trabajo, los indicadores de cumplimiento de la normatividad evaluados incluyen la proporción de individuos por debajo de la talla mínima de captura (*tmc*), la talla de reclutamiento, y las tendencias de las capturas en relación a la cuota asignada. Por tanto, los resultados son presentados en tres secciones: a) la estructura poblacional por tallas y especies discriminados por flota; b) los estimadores de captura y esfuerzo por viaje de pesca para los diferentes puertos, haciendo referencia a las proyecciones de captura generadas con los análisis de series de tiempo y c) finalmente se discute en torno a las cuotas otorgadas y cuotas obtenidas en los últimos siete años.

En agosto la flota mayor no tuvo actividad en la pesquería y por lo tanto no se obtuvo información de esa flota. Los pescadores señalaron que fue debido a que los organismos no eran abundantes en la zona de pesca, por lo que no resultaba rentable realizar viajes de pesca. En el caso de Celestún, durante octubre tampoco fue posible muestrear pulpo, debido a la alta incidencia de nortes registrada en la zona, lo que limitó las operaciones de pesca.

### Composición por Especies

La información obtenida comprendió datos de talla y sexo de un total de 4,295 organismos de ambas especies. De éstos, el 80.2% correspondió a *O. maya* y 19.8% a *O. vulgaris*, considerando las tres flotas y los cuatro puertos. Los resultados mostraron que la flota menor y la flota

**Tabla 1.** Estadísticos descriptivos básicos de la distribución de frecuencia de tallas (cm) del pulpo (ambas especies) discriminados por flota.

Flota	Organismos medidos	Media (cm)	Moda (cm)	Intervalo (cm)	Talla al 50% (cm)	sub-legales (%)
Menor	2,032	11.0 ± 2.0	10	3.5-19.5	10.0	52
Mediana	921	12.9 ± 2.0	12	7.5-19.5	12.0	13
Mayor	1342	13.5 ± 2.2	13	7.0 -21.9	12.5	8

mediana incidieron exclusivamente sobre *O. maya*, con diferencias en las proporciones en los diferentes puertos, mientras la flota mayor capturó ambas especies. Cabe hacer notar que esto no representa necesariamente las proporciones en los volúmenes globales, dado que los registros de los últimos años han mostrado una tendencia al aumento de *O. vulgaris* en las descargas comerciales. Si bien a finales de los 1990s se llegó a registrar *O. vulgaris* en otros puertos, especialmente hacia la zona oriente (Telchac, Dzilam de Bravo, San Felipe y El Cuyo) en los últimos años las descargas de esta especie en estos puertos es mínima.

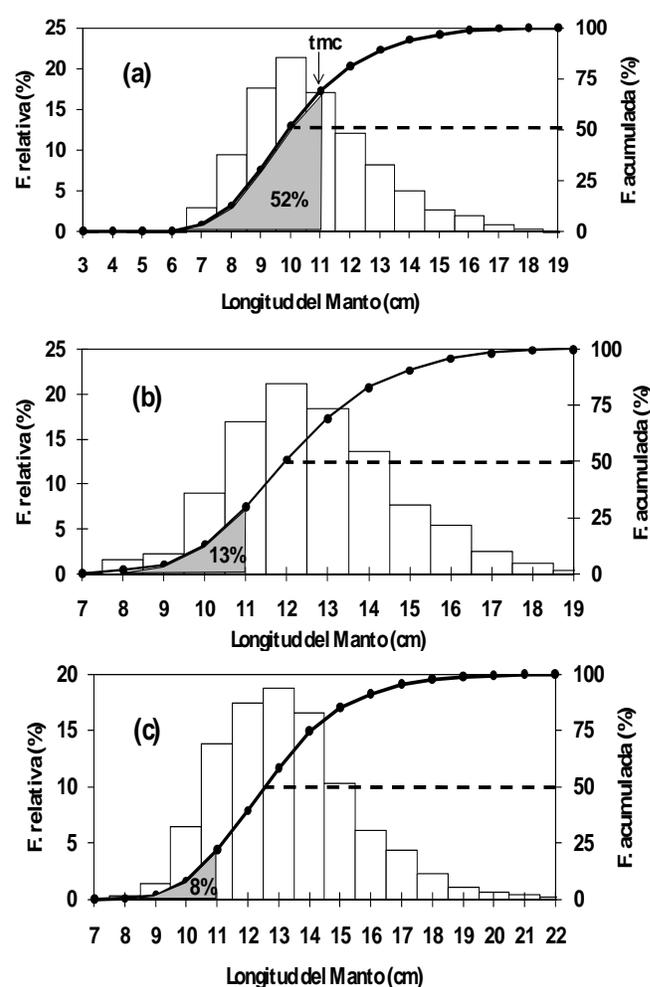
### Composición por Tallas

Tanto hembras como machos tienen distribución de frecuencias de la longitud del manto (LM) unimodal con un rango de tallas que va de 8.5 a 20.5 cm de longitud del manto (LM) para *O. vulgaris* y de 9 a 22.5 cm para *O. maya*. Cuando se concentraron los datos de ambas especies, de todos los puertos y de todas las flotas la distribución fue de tipo normal, con una media estimada de  $12.2 \pm 2.4$  cm LM. Por otro lado, la talla de reclutamiento fue estimada en 11.5 cm LM, es decir 0.5 cm por arriba de la *tmc* de 11.0 cm. Con base en ello se estimó que la proporción de individuos en la captura cuyas tallas fueron más pequeñas que la *tmc* fue de 30%. En el caso del peso de los individuos, los rangos variaron ligeramente para las dos especies; los machos de *O. maya* mostraron un rango de valores más amplio (121 - 3,436 g) que para *O. vulgaris* (339 - 2,391g). En el caso de las hembras, el rango para *O. maya* fue entre 360 y 2,129 g, mientras que para *O. vulgaris* fue entre 375 y 2,807 g. Cabe resaltar que los animales son descargados sin vísceras por lo que es difícil definir el factor de condición de estos organismos. A la fecha no existe una función que permita hacer transformaciones de peso eviscerado a peso entero.

Cuando se hizo el análisis por separado para cada flota, se encontraron diferencias en las distribuciones de tallas de los organismos desembarcados. La figura 2 muestra diferencias en las distribuciones y en las tallas de reclutamiento estimadas para cada flota. Así la flota menor obtuvo la menor talla de reclutamiento (10 cm LM) con valores similares para las flotas mediana y mayor (12 cm LM para mediana y 12.5 cm LM para mayor).

En el caso de las flotas mediana y mayor, gran parte de

las tallas de los individuos capturados estuvieron por arriba de la talla mínima permitida, en la primera el 87% de individuos tenían tallas por arriba de la *tmc* en tanto que en la segunda el 92% de los organismos desembarcados cumplió con esa medida. Aunque en las capturas de las



**Figura 2.** Distribución de frecuencia de tallas y frecuencia acumulada de pulpo capturado por la flota menor (a), mediana (b) y mayor (c) en la temporada de pesca 2007. El área gris bajo la curva, señala el porcentaje de individuos sub-legales (*tmc*=11.0 cm LM). La línea horizontal cruza al nivel del 50% del porcentaje acumulado que define la talla de reclutamiento de los individuos a la pesquería.

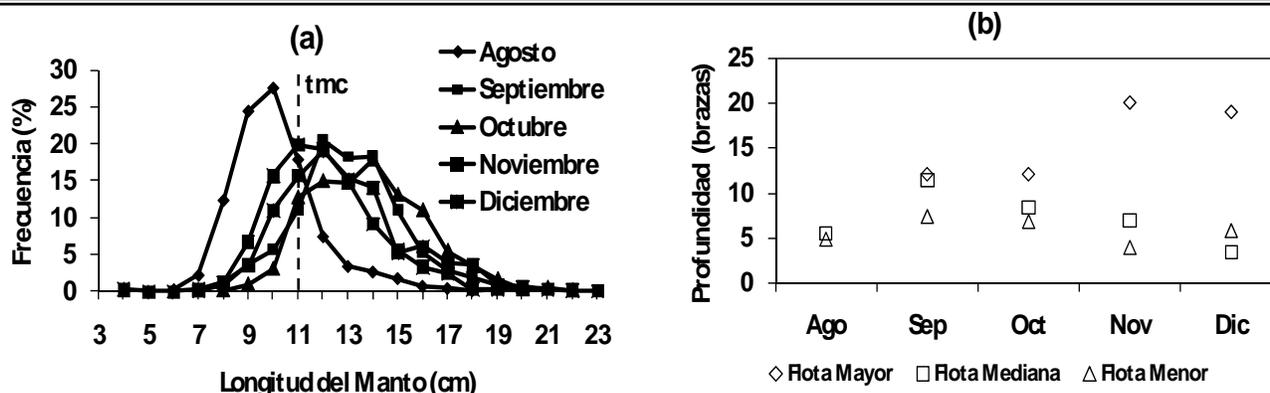


Figura 3. a) Distribución de las frecuencias de tallas de pulpo capturadas por las tres flotas que intervienen en la pesquería. La línea vertical punteada señala la talla mínima de captura autorizada. b) Profundidad promedio a la cual pescaron las tres flotas durante la temporada de pesca de pulpo 2007. 1 braza=1.8 m.

tres flotas se encontraron animales pequeños, las correspondientes de la flota menor fueron especialmente abundantes en organismos pequeños, con un 52% de los organismos muestreados por debajo de la *tmc*. Esta situación no fue evidente cuando se hizo el análisis global (Tabla 1).

El efecto en la captura de animales jóvenes se hace más evidente en el mes de agosto cuando inicia la temporada de pesca llegando a aparecer ocasionalmente en las capturas animales muy pequeños (de hasta 7 cm LM), aunque son más frecuentes los organismos de 10 cm LM. (Figura 3a). Es posible observar que el 66% de los organismos desembarcados en agosto, se encontraban por debajo de la *tmc*. Este porcentaje disminuyó significativamente para septiembre (10%), octubre (4%), y volvió a aumentar en noviembre (24%) para finalmente bajar en diciembre (16%).

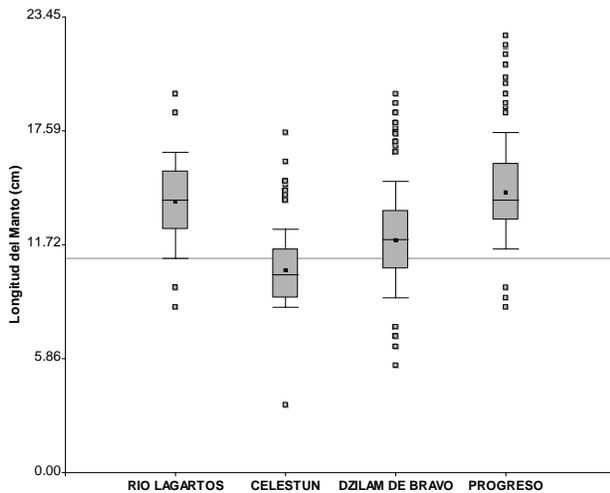
Al contrastar la información de tallas la profundidad a la que pescaban las embarcaciones no parece haber un patrón claro, pero se observa incidencia de captura de animales pequeños en zonas someras. Así las flotas menor y mediana fueron las únicas que tuvieron actividad al inicio de la temporada de pesca (agosto) y operaban en zonas

cercanas a la costa (8-15 m) (Figura 3b). Conforme la temporada de pesca avanzó las flotas se fueron moviendo gradualmente hacia zonas más profundas para buscar mejores capturas. Este patrón de pesca fue más evidente en los movimientos que realizó la flota mayor a lo largo de la temporada debido a su mayor autonomía, en tanto que las otras dos flotas por su limitada autonomía, se mantuvieron pescando a lo largo de toda la temporada en áreas donde la profundidad no fue mayor a los 16 m en promedio. En noviembre se observó nuevamente una mayor presencia de organismos pequeños en las capturas lo cual coincidió con los movimientos de las flotas mediana y menor hacia zonas someras para pescar. Cabe resaltar también una diferencia en las tallas de los animales en los diferentes puertos muestreados.

Al analizar la información por puerto y por especies, se observa que los patrones encontrados no son uniformes. Así se observa que los organismos capturados con las tallas más pequeñas corresponden a *O. maya*, sin embargo, al combinar los valores de las dos especies por ejemplo para el puerto de Progreso, se puede notar que el efecto de la presión de pesca sobre los animales sub-legales no se percibe claramente (Tabla 2). Cuando se analiza la

**Tabla 2.** Estadística descriptiva de la composición por tallas del pulpo separada por especie y por puerto. Los números en negritas destacan la talla modal y la talla de reclutamiento a la pesquería

	Progreso			Dzilam Bravo	Río Lagartos	Celestún
	<i>O. maya</i>	<i>O. vulgaris</i>	Total	<i>O. maya</i>	<i>O. maya</i>	<i>O. maya</i>
N	493	849	1342	1812	221	920
Media	14.43	13.02	13.54	11.93	13.93	10.41
Mediana	14	13	13.5	12	14	10.25
Moda	<b>14</b>	<b>12</b>	<b>14</b>	<b>12</b>	<b>12.5</b>	<b>9.5</b>
Mínimo	8.5	7	7	5.5	8.5	7
Máximo	22.5	20.4	22.5	19.5	19.5	17.5
1er cuartil	13	11.5	12	10.5	12.5	9
Quartil 50%	<b>14</b>	<b>13</b>	<b>13.5</b>	<b>12</b>	<b>14</b>	<b>10.25</b>
3er cuartil	15.9	14	15	13.5	15.5	11.5
Desv. Std.	2.29	2.02	2.23	2.20	2.16	1.68



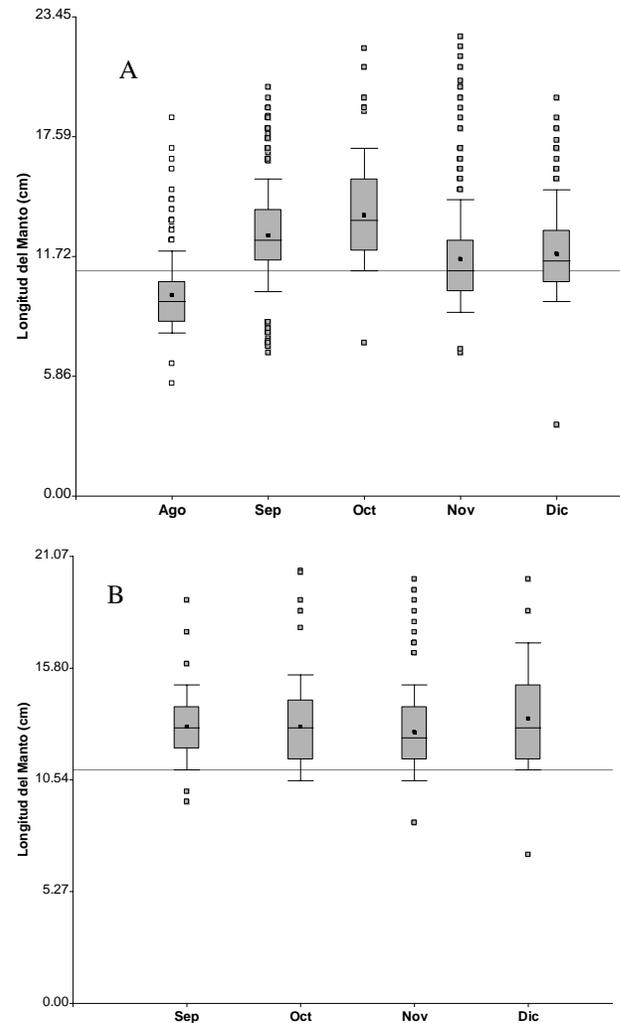
**Figura 4.** Diagrama de cajas para las tallas del pulpo *O. maya* en diferentes puertos de Yucatán. Las estimaciones hechas para Progreso involucran datos solo para la flota mayor, para Dzilam de Bravo a las flotas menor y mediana y para Celestún y Río Lagartos a la flota menor. La línea horizontal señala el promedio general de la LM.

información por puertos se puede observar una mayor presencia de animales pequeños en las capturas de la flota menor en Celestún (principalmente *O. maya*), mientras en Río Lagartos a pesar de que la flota menor también opera cerca de la costa se capturaron organismos más grandes, en tallas parecidas a las obtenidas por la flota mayor que descarga en Progreso y la mediana en Dzilam de Bravo (Figura 4). Es importante resaltar que los pescadores de la flota mayor indican que su zona de pesca es generalmente al oriente de las costas de Yucatán, por lo que prácticamente estarían operando en la misma área que los pescadores de Río Lagartos sólo que a diferentes profundidades. Los pescadores indican por otro lado que las condiciones del fondo en la costa oriente del Estado (Río Lagartos) ofrecen mejores refugios al pulpo y otros organismos que las áreas de pesca en la costa poniente (Celestún).

La Figura 4 muestra que en Celestún se capturaron los organismos más pequeños de *O. maya* en la temporada de pesca 2007 con un gran número de organismos por debajo del promedio general (indicada por la línea continua) y un alto porcentaje (50%) de organismos sub-legales. Dzilam de Bravo con una amplia dispersión de datos presenta una media dentro de los valores globales, pero registrando también captura de animales por debajo de la *tmc* (23%).

#### Patrones Mensuales

Cuando se analizan los patrones mensuales en la variación de los valores modales de LM para *O. vulgaris* a través de la temporada de pesca, se observa un patrón muy homogéneo y casi sin diferencias entre ellos (Figura 5a), mientras que para *O. maya* el patrón es muy diferente encontrando mayor variación en los valores de LM durante los meses de agosto y noviembre (Figura 5b), con mayor

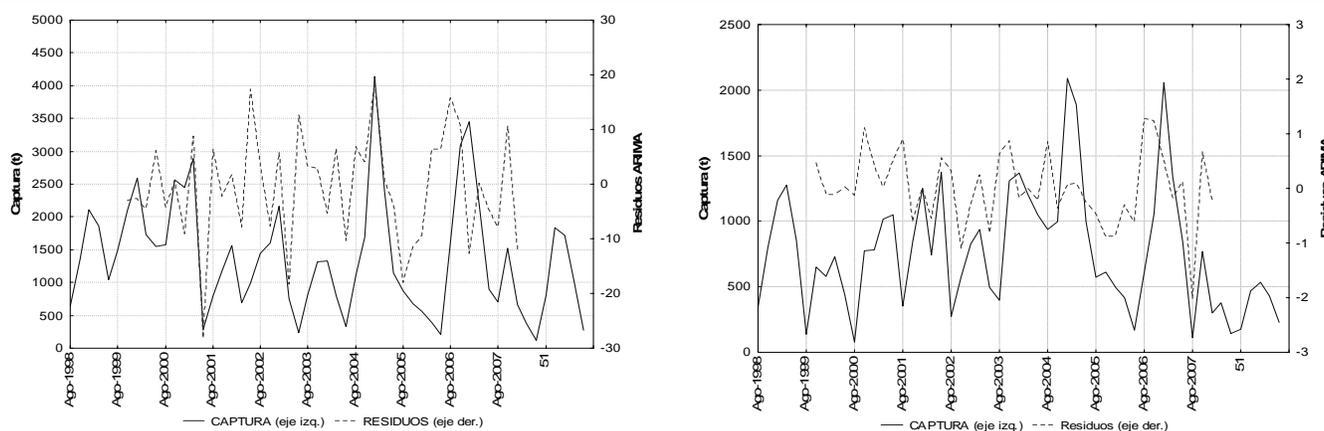


**Figura 5.** Patrones observados en la variación de los valores promedio de LM para: a) *O. maya* y b) *O. vulgaris* capturados en cuatro puertos de Yucatán.

presencia de organismos pequeños al inicio de la temporada de pesca, además teniendo este componente una alta proporción de hembras (55%), con un rango de tallas desde 9.5 cm LM en agosto hasta 13 cm LM en octubre, que fue el mes cuando se capturaron los organismos de mayores tallas, este mes también coincide con la época de mayores capturas de la temporada de pesca.

#### Proyecciones de las Capturas

La tendencia en las capturas ha registrado grandes fluctuaciones tanto anual como mensualmente, mostrando periodos de abundancia y escasez muy marcados que se atribuyen a varios factores incluidos la pesca y a eventos meteorológicos que aparentemente han tenido un fuerte impacto en el recurso y la actividad pesquera (Pérez *et al.* 2006a, Salas *et al.* 2006). Las capturas han sufrido fuertes fluctuaciones con valores promedio de ocho mil toneladas entre 1996 y 2007, alcanzando 10 mil toneladas en los



**Figura 6.** (a) Proyecciones de captura para *O. maya* (a) y *O. vulgaris* (b) con base a análisis de series de tiempo mensual. Proyección de siete meses usando el modelo ARIMA auto-regresivo (0,1,0)(1,1,0). Línea continua (datos observados), línea punteada (residuos).

1990s como promedio y bajando a seis mil toneladas entre 2001 y 2003 para *O. maya*, mientras que para *O. vulgaris* alcanzó alrededor de cuatro mil toneladas en promedio. Los registros de captura más bajos coinciden con un periodo de marea roja que impacto fuertemente la costa (Mexicano et al. 2007).

La información de captura separada por especie solo está disponible a partir de 1998 cuando los registros de ambas especies se empezaron a hacer por separado, por lo tanto, las proyecciones de captura derivadas del análisis de

series de tiempo a nivel mensual, se hicieron con datos del periodo 1998 - 2006. Las tendencias muestran patrones de captura cíclicos en ambas especies, siendo el mes de octubre cuando se dan las mayores descargas en la mayoría de los años analizados. Estos picos fluctuaron entre 1000 y 3000 toneladas en los últimos 10 años, alcanzando sus máximos en 2004 y 2006 fluctuando alrededor de las 4000 toneladas mensuales (Figura 6a). En el caso de *O. vulgaris* las mayores capturas estuvieron entre los 500 y 1500 toneladas mensuales alcanzando sus máximos igualmente

**Tabla 3.** Valores de la producción anual de pulpo (toneladas) que fue desembarcada en la Península de Yucatán durante el periodo 1994-2007 y cuotas de captura autorizadas para cada temporada de pesca.

Año	Yucatán	Campeche	Quintana Roo	Captura Total Anual (CTA)	Cuota Anual Autorizada (CAA)	Excedente
1994	13,090	3,487	181	16,758	-	
1995	15,545	2,942	366	18,853	-	
1996	25,280	2,831	395	28,506	-	
1997	15,427	2,071	249	17,747	-	
1998	14,091	2,065	243	16,399	-	
1999	14,625	4,238	87	18,950	-	
2000	15,925	6,274	88	22,287	-	
2001	13,109	7,268	176	20,553	13,000	7,553
2002	10,143	5,747	55	15,945	13,000	2,945
2003	<b>10,892</b>	<b>4,613</b>	<b>122</b>	<b>15,627</b>	<b>11,000</b>	4,627
2004	18,289	5,663	233	24,185	12,000	12,185
2005	<b>5,277</b>	<b>3863</b>	s/d	<b>9,141</b>	<b>11,972</b>	-2,831
2006	19,162	4581	s/d	23,744	11,270	12,474
2007	10805	s/d	s/d	10805	10,200	6,05
<b>Promedio</b>	<b>14404</b>	<b>4,280</b>	<b>200</b>	<b>18,536</b>	<b>11,777</b>	

(+) Se rebaso la cuota de captura aprobada, (-) no se rebasó la cuota de captura aprobada. Fuente. CONA-PESCA-SAGARPA, 2004. \*Diario Oficial de la Federación publicado el 12 de Diciembre de 2007.

en los mismos años llegando alrededor de las 2000 toneladas (Figura 6b). Las proyecciones resultado del análisis de series indican tendencias a la baja con valores entre las 1000 y 1500 toneladas para *O. maya* (Figura 6a) y de 500 toneladas para el pulpo patón (Figura 6b) valores por debajo de los valores medios referidos.

Es importante resaltar que estas proyecciones se basan en registros de captura y por tanto son altamente dependientes de una base de datos confiable. Los datos oficiales pueden tener la limitación de excluir capturas o que las especies no hayan sido bien identificadas al momento de registrarlas, por lo que ésta es una de las limitaciones del presente análisis. Para poder definir la disponibilidad de la biomasa del recurso y analizar sus tendencias, se requiere de estudios de dinámica poblacional complementados con un monitoreo de las poblaciones *in situ*. Sin embargo, las proyecciones aquí presentadas pronostican un posible decremento de las capturas para las próximas temporadas. Si bien el recurso es bastante resiliente, también es muy vulnerable al tratarse de especies de ciclo de vida corto, con una alta sensibilidad en sus procesos de reclutamiento y a factores ambientales. Las proyecciones por especie que aquí presentamos, permiten separar las tendencias individuales en los patrones de explotación de cada especie, lo que generalmente se hace de manera global.

### Cuotas de Captura

El nivel de biomasa de pulpo disponible para la pesca ha sido comúnmente evaluado por el Instituto Nacional de la Pesca con fines de manejo de la pesquería, sin embargo, existe limitada o nula información con respecto a *O. vulgaris*, por lo que los análisis se centran en *O. maya* para definir las cuotas de captura, que además son definidas para toda la península sobre las bases de un solo stock, así desde el año 2001 se han venido otorgando cuotas de captura para esta pesquería

Cabe hacer notar que el establecimiento de cuotas de captura implica un monitoreo apropiado de la biomasa disponible de la población objetivo, además de un monitoreo permanente de las descargas, a fin de definir cuando se ha alcanzado la cuota, de otra manera, esta medida resulta impráctica e ineficiente. Este es el caso que parece prevalecer en la pesquería de pulpo de la península de Yucatán, donde la cuota ha sido rebasada en la mayoría de los años (Tabla 3). Simplemente Yucatán llegó a cubrir o superar las cuotas en cada caso a excepción de un año, a pesar que en los dictámenes de los últimos años se especifica que las capturas no deberían rebasar las 13 mil toneladas (Solana *et al.* 2002, Pérez *et al.* 2004, Pérez *et al.* 2006b).

### DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

En términos generales, las medidas de manejo definidas para la pesquería de pulpo se han enfocado a proteger la sobrevivencia y el reclutamiento de un número adecuado de hembras maduras al final de una temporada de

pesca (CNP 2004, DOF-SAGARPA 2006). A pesar de la existencia de estas normas actualmente se considera el recurso explotado a su nivel máximo (CNP 2004). Nuestros resultados muestran que al menos dos de las medidas de regulación existentes no están siendo cumplidas (cuotas de captura y *tmc*), además, el uso de gancho para la pesca del pulpo e incluso en ocasiones del uso de cloro para la extracción del animal de su refugio ha sido reportado por algunos pescadores. Esto deja a la veda como única medida que se respeta al menos en el estado de Yucatán con múltiples implicaciones en la sustentabilidad de la pesquería.

Estudios biológico-pesqueros han mostrado que la población de *O. maya*, como otros cefalópodos está fuertemente influenciada por cambios en el reclutamiento, el cual parece tener un comportamiento oscilatorio (Hernández *et al.* 2004, Defeo y Castilla 1998). Dado su corto ciclo de vida (18 a 24 meses para *O. maya*, 24 a 48 meses para *O. vulgaris*, Solís-Ramírez *et al.* 1997), los pulpos rojo y patón, son muy sensibles en etapa de desove, de tal forma que una mayor presión de pesca sobre el stock desovante en una temporada podría afectar el éxito del reclutamiento en la siguiente temporada de pesca, pudiendo ocasionar el colapso de la pesquería en el largo plazo (Hernández-García *et al.* 1998, Solís-Ramírez *et al.* 1997). Por otro lado, la alta incidencia de organismos juveniles en las capturas, especialmente de *O. maya*, como han mostrado los resultados del análisis de frecuencia de tallas en la temporada analizada, podría tener el efecto de sobrepesca de crecimiento (Pauly 1994); este fenómeno es más crítico si se toma en cuenta la alta presencia de hembras en las capturas al inicio de la temporada, lo que podría afectar a la población reproductora si no se toman medidas al respecto. Los patrones de pesca observados pudieran magnificar sus efectos sobre los recursos al combinarse con la variabilidad ambiental. Varios autores indican que los cefalópodos son organismos muy sensibles a variaciones ambientales teniendo éstas impacto en la abundancia, crecimiento, distribución de los organismos y consecuentemente en las capturas (Defeo y Castilla 1998, Cortez *et al.* 1995)

Por otro lado, se han ignorado las interdependencias de las flotas que operan sobre ambas especies de la pesquería de pulpo, esto es, dos o más flotas inciden sobre diferentes componentes de una población susceptible de ser pescada (Seijo *et al.* 1998). En este caso se tiene la participación de tres flotas que inciden sobre la población de pulpo *O. maya* en Yucatán a diferentes niveles. Las estimaciones obtenidas muestran que la flota mayor incide en organismos de tallas medianas y grandes, la menor lo hace sobre un amplio rango de tallas, aunque con alta incidencia en animales pequeños, mientras que la de mediana altura lo hace sobre un rango de tallas que abarca a las dos anteriores. Si bien, en las capturas de la flota mayor y la mediana los porcentajes de captura de individuos con tallas por debajo de la *tmc* no son altos, el efecto combinado de la

**Tabla 4.** Indicadores bio-económicos de la pesquería de pulpo en Yucatán.

	Artisanal	Mediana	Mayor
Profundidad (m)	11.92	13.02	30.48
Distancia del puerto (Km)	23.97	39.87	241.38
No. alijos	2.00	4.00	13.00
Tiempo de pesca (días)	1.00	2.50	15.50
CPUE (Captura/Alijo/día)	13.54	23.82	17.33
Costos (\$/alijo/día)	220.86	225.68	389.58
Ingresos (\$/alijo/día)	525.50	976.74	707.20
Cuasi-renta (\$/alijo/día)	304.64	751.06	317.62
Cuasi-renta por viaje	609.28	7510.60	64000.80

actividad de las tres flotas podría enmascarar el impacto que la pesca tiene sobre la población, el análisis de la información sin separar el efecto de las diferentes flotas puede enmascarar tendencias, que tendrían repercusiones en el mediano y largo plazo. Cabe resaltar la diferencia de los organismos capturados en los diferentes puertos, teniendo animales más pequeños en Celestún (poniente), donde opera solo flota menor y más grandes en la costa oriente (Río Lagartos) donde operan las tres flotas. Resultados similares a los reportados aquí por Solana *et al.* (2002) indican una distribución heterogénea de los organismos en la zona costera con presencia de animales más grandes hacia la costa oriente.

Debe tenerse en cuenta que el número de embarcaciones menores (que incide más en animales de talla menor a la *tmc*) comprende cerca de 4000 botes, que además incrementan su poder de pesca sumando uno o dos alijos al esfuerzo pesquero que despliegan, mientras las embarcaciones medianas incluye aproximadamente 200 barcos (Ortegón com. Per.) y las mayores son aproximadamente 385 (CNP 2004). La unidad operativa en todos los casos son los alijos (lanchas de 3 m de longitud). Así, la captura por unidad de esfuerzo en los tres casos varía entre 18 y 23 Kg/alijo/día, resultando hasta la fecha una pesquería rentable (Tabla 4). Sin embargo, de mantenerse la presión de pesca actual sobre los organismos sub-legales, existen riesgos de afectar a la población y consecuentemente el rendimiento de la pesquería, sobre todo si se considera que dada su forma de reproducción existe un componente importante de auto-reclutamiento. Los efectos pueden ser magnificados ante el aumento de factores meteorológicos como huracanes y ambientales como la marea roja, que parecen haber influenciado los niveles de capturas, especialmente en los últimos años (Salas *et al.* 2006).

Adicionalmente al impacto en tallas pequeñas, otro elemento a considerar en la evaluación de las medidas regulatorias es la tendencia a rebasar las cuotas de captura, lo que se asocia por un lado a una percepción sesgada del concepto de cuota, como a la existencia de amplios incentivos para la pesca (bajos costos de operación, incremento en la demanda, poco control en el acceso, no requiere muchas habilidades para la pesca). Así, a manera de ejemplo vemos que en el 2006 se autorizó una cuota

global de captura de 11,270 toneladas, sin embargo solo en Yucatán se capturaron 19,162 t, en tanto que el registro total para toda la Península fue de 23,744 toneladas, (Tabla 3) prácticamente el nivel de biomasa estimado de recurso disponible para ese periodo (Pérez *et al.* 2006). Como una respuesta a ello, la prensa local reportó que se había superado “*la meta establecida*” (Diario de Yucatán, Diciembre 2006). Esto es importante, ya que sugiere que el sector pesquero concibe las cuotas de captura como una meta a alcanzar e incluso a superar y no como un “*tope*” o límite máximo permitido de captura que se fija en función de la disponibilidad del recurso. Esto hace evidente que no existe un mecanismo de monitoreo confiable que permita la verificación de los registros de captura conforme la temporada de pesca se va desarrollando. Desafortunadamente esta verificación se hace con mucho retraso y casi al final de la temporada de pesca cuando la cuota de captura autorizada ya se ha superado. Se asume en este caso que los volúmenes de captura de *O. vulgaris* están sirviendo de buffer a la pesquería.

Si bien las evaluaciones de la población han sugerido una disponibilidad del recurso estable (Solana *et al.* 2002), los resultados derivados del análisis de series de tiempo pronostican tendencias a la baja en las capturas en las próximas temporadas de pesca. La combinación de dos especies que constituyen la pesquería sin separar a las poblaciones puede presentar una situación “generosa” en términos de disponibilidad del recurso que a la larga puede resultar en un colapso si se permite mayor inversión económica y aumento en el esfuerzo pesquero, aumentando aun más la situación de sobrecapitalización que ya tiene la pesquería. La alta vulnerabilidad del recurso a factores ambientales como los que se presentan regularmente en la región, puede generar impactos de gran magnitud en la biomasa del recurso. Asumir que hay una alta disponibilidad del recurso y con base en ello otorgar altas cuotas de captura, sin considerar que el recurso está siendo vulnerado por otros factores puede ser riesgoso para la pesquería. El análisis de series de tiempo incorporando factores ambientales se convierte entonces en una necesidad.

Actualmente el manejo de la pesquería del pulpo se sustenta principalmente en los resultados derivados de estudios biológico-pesqueros realizados en *O. maya*, ya

que muchos de los procesos biológicos y de la dinámica de la población de *O. vulgaris* que habita en el Banco de Campeche son aún desconocidos. A pesar de ello en la CNP (2004) se sugiere que el volumen de captura de pulpo podría aumentar, si el esfuerzo de pesca fuera dirigido a esta última especie. De ser este el caso, el beneficio social y económico de esta medida no sería distribuido entre todos los sectores que participan en la pesquería, ya que solamente resultarían beneficiados los pescadores y propietarios de las embarcaciones de la flota mayor, además de que no se aseguraría necesariamente una reducción efectiva en la presión de pesca que sufre *O. maya*. Lo anterior apunta a sugerir que es más importante darle una validez real y más efectiva a las medidas actuales de manejo de la pesquería, ajustándose a la aplicación de las siguientes acciones:

- i) Respeto irrestricto de la talla mínima de captura,
- ii) Efectuar un control y vigilancia más efectivo de los desembarcos, a fin de llevar a la práctica un mejor control de las tallas,
- iii) Hacer válida la prohibición de capturar organismos mediante buceo, y
- iv) Controlar el esfuerzo pesquero no permitiendo el ingreso de más embarcaciones y pescadores a la pesquería. Sin duda esto puede contribuir más a la sustentabilidad de la pesquería en su conjunto que promover el movimiento y operación de la flota pesquera hacia zonas más distantes de la costa.

Los resultados presentados muestran la necesidad de considerar el principio precautorio en el manejo de esta importante pesquería, dado la interdependencia de flotas, su dependencia de dos poblaciones, su alta resiliencia, y alta vulnerabilidad a factores ambientales, dando como resultado un sistema pesquero complejo a manejar. Actualmente esta pesquería es la más importante en el Estado, sobre todo a nivel social y sus contribuciones económicas son importantes, por lo que se requiere realizar evaluaciones que permitan seguir monitoreando a ambas poblaciones objeto de captura, las estrategias de pesca de las diferentes flotas, considerando potenciales interacciones, así como asegurar el cumplimiento de las medidas regulatorias establecidas.

### AGRADECIMIENTOS

Manifestamos nuestro agradecimiento a todos los pescadores que nos permitieron el muestreo de sus capturas en los puertos de Celestún, Progreso, Dzilam de Bravo y Río Lagartos, así como de los empresarios que nos permitieron el acceso a sus plantas en los mismos puertos. La colecta de datos y captura de información se vio apoyada por Paul Ortégón, Manuel Sánchez, Enrique Bello, Laura Carrillo, Felipe Bobadilla, María Puerto y Carlos Zapata. Igualmente agradecemos al Biól. Eric May por su apoyo con datos estadísticos y a los Biól. Karin Mena y Víctor Alcantar por gestiones para el apoyo financiero a través del Gobierno del Estado de Yucatán y la CONAPESCA.

### LITERATURA CITADA

- Allison, E. and F. Ellis. 2001. The livelihood approach and management of small-scale fisheries. *Marine Policy* **25**:377-388.
- Arreguín-Sánchez, F., J.C. Seijo, D. Fuentes, y M.J. Solís-Ramírez. 1987. Estado del conocimiento de los recursos pesqueros de la plataforma continental de Yucatán. *Contribuciones de Investigación Pesquera. Documento Técnico*. **4**:1-41.
- Burgos, R. and O. Defeo. 2004. Long-term population structure, mortality and modeling of a tropical multi-fleet fishery: the red grouper *Epinephelus morio* of the Campeche Bank, Gulf of Mexico. *Fisheries Research* **66(2-3)**:325-335.
- CNP. 2004. Carta Nacional Pesquera. En línea ([http://www.conapesca.sagarpa.gob.mx/wb/cona/cona\\_parte\\_3\\_](http://www.conapesca.sagarpa.gob.mx/wb/cona/cona_parte_3_))
- Caddy, J. and J.C. Seijo. 2005. This is more difficult than we thought! The responsibility of scientists, managers and stakeholders to mitigate the unsustainability of marine fisheries. *Philosophical Transaction Royal Society of Britain* **360**:59-75.
- Castilla, J.C. and O. Defeo. 2005. Paradigm shifts needed for world fisheries. *Science* **309**:1324-1325.
- Cortez, T., B.G. Castro, and A. Guerra. 1995. Reproduction and condition of female *Octopus mimus* (Mollusca: Cephalopoda). *Marine Biology* **123**:505-510.
- DOF-SAGARPA. 2006. Actualización de la Carta Nacional Pesquera. Segunda Sección. Diario Oficial de la Federación. Viernes 25 de Agosto, 2006. 128 pp.
- Defeo, O. and J.C. Castilla. 1998. Harvesting and economic patterns in the artisanal *Octopus mimus* (Cephalopoda) fishery in the northern Chile cove. *Fisheries Research* **38**:121-130.
- Díaz de León, J.A., J.I. Fernández, P. Álvarez-Torres, O. Ramírez-Flores, y L.G. López-Lemus. 2004. La sustentabilidad de las pesquerías del Golfo de México. Páginas 727-753 en: M. Caso, I. Pisanty, y E. Ezcurra (Eds.) *Diagnóstico Ambiental del Golfo de México*. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, Instituto Nacional de Ecología, Instituto de Ecología, A.C. y Harte Research Institute for Gulf of Mexico Studies.
- Hernández, A., M.J. Solís-Ramírez, J.C. Espinoza, R. Mena, F. Aguilar, y F. Ramírez. 2004. Pulpo. Páginas 615-630 en: Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales y Pesca SEMARNAP (ed.). *Sustentabilidad y Pesca Responsable en México; Evaluación y Manejo, 1999-2000*. Instituto Nacional de Pesca. México <http://inp.semarnat.gob.mx/Publicaciones/Publicaciones.htm> (en línea). [Consulta: octubre del 2004].
- Hernández-García, V., J.L. Hernández-López, and J.J. Castro. 1998. The octopus (*Octopus vulgaris*) in the small-scale trap fishery off the Canary Islands (Central-East Atlantic). *Fisheries Research* **35**:183-189.
- Hutchings, J. and J. Reynolds. 2004. Marine fish population collapses: Consequences for recovery and extinction risk. *BioScience* **54(4)**: 297-309.
- Jentoft, S. 2000. The community: a missing link of fisheries management. *Marine Policy* **24**:53-59.
- Kikut A., C.E. Muñoz, y J.C. Quirós. 2002. Aspectos conceptuales sobre series de tiempo-Nociones básicas-Banco Central de Costa Rica-DIE/02/2002/NT. Nota Técnica.
- México-Cíntora G., C. Leonce-Valencia, S. Salas, y M.E. Vega-Cendejas. 2007. Recursos pesqueros de Yucatán: Fichas Técnicas y Referencias Bibliográficas. CINVESTAV del I.P.N., Mérida, México. 140 pp.
- Muraski, S. 2000. Definitions of overfishing from an ecosystem perspective. *ICES Journal of Marine Science* **57**:649-658.
- Pauly, D., V. Christensen, J. Dalsgaard, R. Froese, and F.C. Torres Jr. 1998. Fishing down the food webs. *Science* **279**:860-863.
- Pauly, D. 1994. Theory and practice of overfishing. Pages 89-103 in: Pauly, D. *On the Sex of Fish and the Gender of Scientist. A Collection of Essays in Fisheries Science*. Chapman and Hall, Fish and Fisheries Series 14, London, England.
- Pérez, M., J. Santos, R. Burgos, y A. Wakida. 2004. Evaluación de la población de pulpo *Octopus maya* en la Península de Yucatán 2004. Informe de Investigación. Instituto Nacional de la Pesca. CRIP Yucalpetén. Doc. Interno 13 pp.

- 
- Pérez, M., A. Wakida, R. Solana, R. Burgos, y J. Santos. 2006a. La pesquería de Pulpo. Páginas 523-543 en: INP-SEMARNAT (Eds.). *Sustentabilidad y Pesca Responsable en México. Evaluación y Manejo*. Instituto Nacional de Pesca. México.
- Pérez, M., R. Burgos, A. Wakida, y J. Santos. 2006b. Evaluación de la población de pulpo (*Octopus maya*) en la península de Yucatán 2006. Informe de Investigación. Instituto Nacional de la Pesca. CRIP Yucalpetén. Doc. Interno 12 pp.
- Salas, S., G. Mexicano-Cíntora, y M.A. Cabrera. 2006. *¿Hacia dónde van las pesquerías en Yucatán? Tendencias, Retos y Perspectivas*. CINVESTAV Unidad Mérida. Mérida, Yucatán, México. 97 pp.
- Salas S., M.A. Cabrera, L. Palomo, F. Bobadilla, P. Ortega, y E. Torres. 2008. Plan de manejo y operación del comité de administración pesquera de escama y pulpo. Informe Final. Cinvestav IPN Unidad Mérida, Mexico. 162 pp.
- Seijo, J.C., O. Defeo, and S. Salas. 1998. Fisheries bio-economics: theory, modelling and management. *FAO Fisheries Technical Document*. 368.
- Solana R., A. Wakida, M.J. Solís-Ramírez, R. Burgos, D. de Anda, K. Cervera, J.C. Espinosa, R. Mena, C. Mena, F. Ramírez, J.C. Pisté, J. Santos, M. Huchin, M. Seca, y M. Medina. 2002. Evaluación de la población de pulpo (*Octopus maya*) durante la temporada de veda 2002. Informe Técnico de Investigación. Instituto Nacional de la Pesca. CRIP Yucalpetén. Doc. Interno. 17 pp.
- Solís-Ramírez, M.J., F. Arreguín-Sánchez, y J.C. Seijo. 1997. Pesquería de pulpo de la plataforma continental de Yucatán. Páginas 61-80 en: D. Flores-Hernández, P. Sánchez-Gil, J.C. Seijo y F. Arreguín-Sánchez (Eds.) *Análisis y Diagnóstico de los Recursos Pesqueros Críticos del Golfo de México*. Universidad Autónoma de Campeche. EPOMEX Serie Científica, 7. 496 pp.