

Reproducción, dieta y pesquería del pulpo *Octopus (Octopus) hubbsorum* (Mollusca: Cephalopoda) en la costa de Oaxaca, México

Maria del Carmen Alejo-Plata¹, José Luis Gómez-Márquez², Samuel Ramos Carrillo¹ & Jorge Eduardo Herrera- Galindo¹

1. Universidad del Mar, Campus Puerto Ángel, Ciudad Universitaria, Pto. Ángel, Municipio San Pedro Pochutla, C.P. 70902, Oaxaca, México. Tel. 01 (958) 58 43057 y Fax 01 (958) 5843078; plata@angel.umar.mx
2. Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, Universidad Nacional Autónoma de México. Batalla 5 de mayo s/n, esq. Fuerte Loreto, Col. Ejército de Oriente, Iztapalapa, C.P. 09230, D.F., México; lgomez@servidor.unam.mx

Recibido 27-II-2008. Corregido 01-VII-2008. Aceptado 04-VIII-2008.

Abstract: Reproduction, diet and fishery of *Octopus (Octopus) hubbsorum* (Mollusca: Cephalopoda) in the coast of Oaxaca, Mexico. The octopus *Octopus hubbsorum* (Berry 1953) ranges widely and is important for the artisanal fishery in Puerto Angel, Oaxaca, Mexico. Samples were taken approximately at every two weeks from January 2002 to November 2003. All organisms were measured for dorsal mantle length (DLM) and total weight; sex and maturity gonadic stage were registered. For the stomach content analysis, frequency of occurrence and emptying indexes were used. The 352 organisms caught ranged from 4 to 18 cm in DLM; the sex ratio was different from 1 ($\chi^2 = 24.2$, $p < 0.05$) throughout the year. The maximum values of the GSI appeared in May (4.1917 for females; 1.2675 in males). LDM for first sexual maturity (LDM_{50%}) was 16 cm (females) and 14 cm (males). *Octopus hubbsorum* moves from deep waters to the coast, probably in search of better conditions, and lays masses of eggs on rocky substrata. They are fished from March to October, with higher intensity in April and May. Fishing effort was related to the oceanographic characteristics and the atmospheric conditions of the area. From April to September the CPUE monthly mean was 20-10 kg/divers/day. Using the CPUE and environmental condition relationship, the estimated adequate superficial temperature for fishing is 29.5 °C. Rev. Biol. Trop. 57 (1-2): 63-78. Epub 2009 June 30.

Key words: octopus. *Octopus hubbsorum*, sea surface temperature, CPUE, gulf of Tehuantepec.

Las propiedades físicas de las aguas marinas influyen en los procesos biológicos en todas las escalas espacio-temporales (Mann 1992). Entre las diferentes variables que afectan la distribución de los recursos acuáticos, la temperatura superficial del mar es considerada una de las más relevantes (White y Walker 1974). En el caso de los octópodos, el crecimiento está determinado por factores tales como la alimentación y las variaciones de temperatura (Van Heukelem 1979, Mangold 1983, Forsythe y Van Heukelem 1987). Así mismo, la reproducción se encuentra íntimamente relacionada con la temperatura del agua de mar, la cantidad de luz y la alimentación (Mangold 1987, Roper

et al. 1995, Iglesias *et al.* 1997, Quetglas *et al.* 1998, Boyle y Rodhouse 2005).

Los octópodos son un recurso importante en las pesquerías de muchas regiones costeras del mundo, ya que representan hasta el 10% de la producción mundial (FAO 2001). En México, la pesca de pulpo está basada principalmente en 5 especies pertenecientes al género *Octopus*, de las cuales *Octopus maya* y *O. vulgaris* son las más importantes en términos económicos. La pesquería de estas especies en el Golfo de México y Caribe mexicano es la tercera en importancia nacional, situándose entre las pesquerías de pulpo con mayor potencial mundial (Solís-Ramírez 1994, Arreguín-Sánchez *et al.*

2000, SAGARPA 2001, INP 2001), además se cuenta con estudios en proceso y reglamentación para la zona. En el litoral del Pacífico las capturas están conformadas principalmente por *O. hubbsorum*, seguidas por *O. macrocopus* y *O. bimaculatus* (INP 2004), se trata de una pesquería relativamente reciente con registros a partir de los años 70 (SEPESCA 1987), y aún se desconocen aspectos básicos de la biología y ecología de las especies que se capturan comercialmente. La falta de estos elementos científicos básicos, ha retrasado el establecimiento de medidas de manejo para regular su aprovechamiento de manera sostenida.

En el Pacífico mexicano *O. hubbsorum* (Berry 1953) tiene una amplia distribución geográfica (López-Uriarte *et al.* 2005) y sostiene una pesquería importante en el sur de Sinaloa y en Jalisco, siendo este último estado el principal productor nacional de pulpo (CNP 2004) y una región con investigaciones biológico pesqueras continuas sobre la especie (Aguilar 1995, López-Uriarte *et al.* 2005, López-Uriarte 2006). Para el Pacífico sur los estudios enfocados a la pesquería son escasos, por lo que el objetivo del presente trabajo es aportar conocimientos sobre la biología y pesquería de *O. hubbsorum* en Puerto Ángel, Oaxaca, importante región de pesca artesanal ubicada al oeste del Golfo de Tehuantepec, México.

MATERIAL Y MÉTODOS

Área de estudio: se sitúa en el litoral del Pacífico, en la zona costera de la Bahía de Puerto Ángel, Oaxaca, México (15°40'8" N, 96° 29' W). Ubicamos 5 sitios de captura de pulpo, de norte a sur y fueron: Pacheco, Boquilla, Estacahuite, San Agustínillo y Mazunte.

La mayor parte de los cambios de temperatura en la zona se dan de manera anual, debido a que sólo hay dos épocas climáticas: estiaje (noviembre-abril) y lluvias (mayo-octubre). El área de estudio se ve influenciada de octubre a marzo por los vientos del Norte, llamados "Tehuano", que propician una mezcla de la capa oceánica superior, alterando las temperaturas superficiales y la circulación oceanográfica

local (Trasviña y Barton 1997). La presencia de tales episodios se refleja en las aguas relativamente frías del Golfo de Tehuantepec, responsable en gran medida de la alta productividad de la región (Lavin *et al.* 1992). Puerto Ángel y sus zonas aledañas forman parte de la región prioritaria de biodiversidad costera # 35, perteneciente a la provincia Panámica, cuyo fondo marino posee cañones submarinos, una plataforma continental muy angosta de entre 10 y 15 km de amplitud y cuya ladera oceánica, describe una banda topográfica irregular, suavemente ondulada (Arriaga *et al.* 1998).

Monitoreo: Se realizaron de enero 2002 a noviembre 2003, con muestreos de dos días cada quincena. Se registraron los siguientes indicadores del esfuerzo pesquero: número de embarcaciones, número de buzos, tiempo de pesca, métodos de captura y artes de pesca.

A cada organismo, se le registró la longitud dorsal del manto (LDM) en mm; peso total (PT) en g, sexo y estadio de madurez gonádica. Se recolectaron gónadas y estómagos, los cuales se fijaron en formol al 10% neutralizado con borato de sodio, y que posteriormente fueron procesados en el laboratorio.

Paralelamente, de mayo a septiembre se realizaron cuatro prospecciones mediante buceo autónomo a profundidades de 10 a 15 m en la zona costera de Estacahuite y Mazunte.

Para estimar la relación entre la longitud dorsal del manto y el peso total para cada sexo y por sexos combinados, se utilizó la fórmula $Pt = aLDM^b$. El valor de la pendiente (b) y del intercepto (a) para los machos y las hembras se compararon usando el análisis de covarianza (Zar 1999); la alometría de esta relación fue probada con la prueba t-Student para las hembras, los machos y para los sexos agregados. La proporción de sexos se estimó para la captura total y bimensual, fue probada con un análisis de Chi cuadrada (Zar 1999). En todas las pruebas estadísticas aplicadas en el presente estudio se considero un nivel de significancia (α) de 0.05.

Se establecieron cuatro estadios de madurez gonádica con base en la escala de madurez

propuesta por Sánchez y Obarti (1993) modificados por Quetglas *et al.* (1998):

- Inmaduro (I): ovario blanquecino muy pequeño no granuloso; en los machos órgano espermatofórico transparente.
- En maduración (II): Ovario color amarillo tenue con estructuras granulares; en machos órgano espermatofórico con espermátóforos, los cuales presentan un filamento espiral.
- Maduro (III): Ovario muy grande, con abundantes huevos color crema; en machos saco espermatofórico con espermátóforos.
- Desovados (IV): Ovario color blanquecino y flácido, oviducto con algunos huevos; en machos saco espermatofórico flácido con espermátóforos remanentes.

El desarrollo gonádico y la época de reproducción fueron determinados por el análisis del índice gonadosomático (IGS): %IGS = peso de la gónada (g) / peso del cuerpo (g) X 100 (Boyle y Rodhouse 2005).

Para el estudio del contenido estomacal se identificaron las presas de los remanentes de éstas (ojos, mandíbulas o apéndices en crustáceos y picos de cefalópodos); posteriormente se realizó una comparación con colecciones de referencia ubicadas en la Universidad del Mar y diferentes descripciones publicadas (Brusca 1980, Hendrickx 1984, Clarke 1986, Salgado-Barragán y Hendrickx 1991, Fisher *et al.* 1995).

Para el análisis del contenido estomacal se utilizaron los índices de frecuencia de presencia y vaciado sugeridos por Hyslop (1980):

Índice de presencia (IP): el cual describe la razón entre el número de estómagos con un tipo de presa presente y el número total de estómagos con alimento.

Índice de vaciado (IVc): Se cuantificó el porcentaje de especímenes con ausencia de contenido estomacal.

Se estimó el esfuerzo pesquero basado en el número de pasadas en el mar (hrm). Debido a

que la pesca artesanal es multiespecífica no fue posible discriminar entre el esfuerzo efectivo aplicado a cada recurso, por lo que los datos presentados corresponden a viajes de pesca cuando la especie objetivo era el pulpo. La CPUE se estimó por buzo, como la proporción entre la captura diaria y las horas totales en el mar (kg/buzo/hrm).

La temperatura superficial del mar (TSM) se obtuvo de la base de datos en la página: http://irid.Ideo.columbia.edu/SOURCES/IGOSS/.nmc/Reyn_SmithOIV1/.monthly. Se relacionaron los valores promedio mensual de la temperatura superficial del mar (TSM) con la abundancia de pulpo en la zona, utilizando el modelo de regresión no-lineal de Gauch y Whittaker (1972), cuya expresión matemática es:

$$CPUE = C_k e^{-\frac{1}{2} \left(\frac{X - \mu}{T_k} \right)^2}$$

X: valor de la temperatura superficial del mar expresada en grados centígrados.

C_k : captura máxima de pulpo por buzo por hora en el mar.

μ : temperatura superficial del mar óptima para obtener un mejor rendimiento en la captura de pulpo.

T_k : ancho de la curva de CPUE de pulpo en cierto intervalo, a partir del óptimo de temperatura superficial del mar.

CPUE: Captura por unidad de esfuerzo.

La curva descrita por el modelo de Gauch y Whittaker (1972), se le conoce como curva de respuesta a la condición térmica, está representada por el intervalo de temperatura superficial del mar con mejor rendimiento en la CPUE. El intervalo óptimo es aquel que toma un factor abiótico y en el que la especie estudiada deja mayor número de descendencia (Begon *et al.* 1995). Número de catálogo del espécimen depositado en colección científica: MHNUMAR-003-965.

RESULTADOS

Pesca: Las embarcaciones utilizadas para la pesca de pulpo son de fibra de vidrio de 7 m de eslora, equipadas con un motor fuera de borda de 60 caballos de fuerza, participando de 4 a 8 buzos por embarcación. Se registraron 24 buzos con permiso y un número variable de buzos ocasionales o furtivos, los cuales carecen de embarcación y pescan todo el año. El tiempo efectivo de captura de pulpo en cada sitio depende principalmente de la visibilidad, corrientes, viento y temperatura del agua.

Además del pulpo se capturan moluscos bivalvos como callo margarita (*Spondylus princeps*) y ostión (*Saccostrea palmula*); moluscos gasterópodos que incluye caracol calavera (*Malea ringens*), así como langosta espinosa (*Panulirus inflatus*) y langosta verde (*Panulirus gracilis*). La pesca se realiza de manera artesanal, mediante buceo libre utilizando el “gancho” o físga como arte de pesca, el cual consiste en una varilla de hierro de 60-80 cm de largo aproximadamente, en cuyo extremo se encuentra un anzuelo amarrado con alambre. Los pescadores arriban a los caladeros de pesca donde realizan la búsqueda en

oquedades entre las rocas que son usadas por el pulpo como refugio. La profundidad de buceo es de 3 a 15 m.

Durante el periodo de muestreo, el pulpo se capturó en todo el ciclo anual, observándose una tendencia de ascenso en las capturas de marzo a julio y de descenso de octubre a diciembre (Fig. 1). Durante enero y febrero (TSM, 25-27°C) el pulpo no es la especie objetivo debido a su baja abundancia, aunado a que las condiciones atmosféricas no son propicias para la pesca, lo que se ve reflejado en las bajas capturas, mientras que en la temporada de pesca de pulpo (marzo-julio; TSM, 29-30°C) la captura puede ascender a más de 3 toneladas al mes.

En el 2002 la CPUE se incrementó progresivamente de enero a julio y mostró una tendencia inversa de agosto a octubre; en noviembre la captura fue mínima, mientras que en diciembre el esfuerzo se aplicó a otros recursos bénticos. Para el primer trimestre de 2003 se observó una importante reducción en la CPUE con respecto al año anterior; comenzando a incrementarse en marzo y alcanzando su máximo en mayo, para disminuir nuevamente a partir de junio. En septiembre y octubre se registró esfuerzo

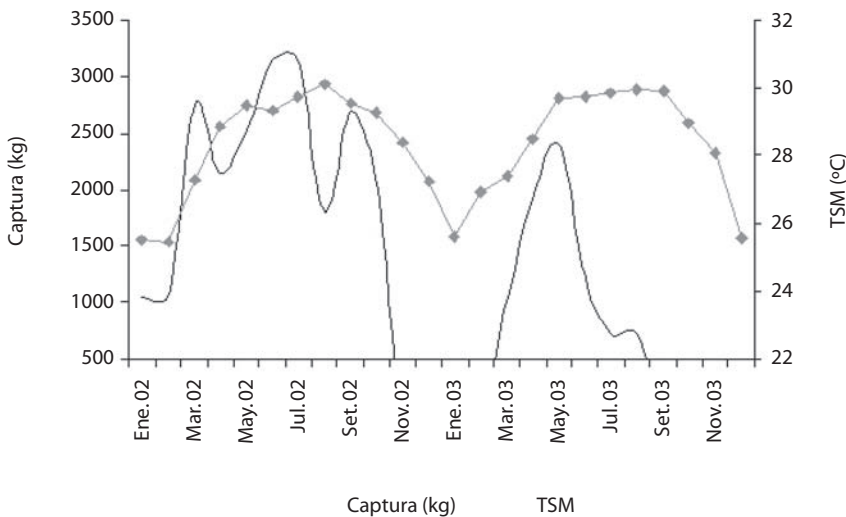


Fig. 1. Captura de *O. hubbsorum* en Pto. Ángel, Oax. y su relación con la TSM, durante enero de 2002 a noviembre de 2003.

de pesca con una captura nula; en noviembre y diciembre no hubo esfuerzo dirigido al pulpo (Fig. 2).

Al ajustar los datos de CPUE de pulpo (variable dependiente) y la temperatura superficial del mar (variable independiente) al modelo de Gauch y Whittaker (1972), se observó una relación directa entre la CPUE y la TSM, ya que se obtuvo un alto coeficiente de correlación ($r = 0.94$), lo que sugiere que el modelo explica

un 94% de la variación de la CPUE ($F_{(0.025, 1,12)} = 3.1, p < 0.005$). La temperatura superficial del mar óptima estimada asociada a un mejor rendimiento de la CPUE fue de 29.5 °C, con un intervalo de 28 a 31 °C y con una captura media de 13 kg/buzo /día.

Relación talla-peso y distribución de frecuencia de tallas: Los resultados de la relación talla-peso se muestran en el Cuadro 1 (Fig. 3).

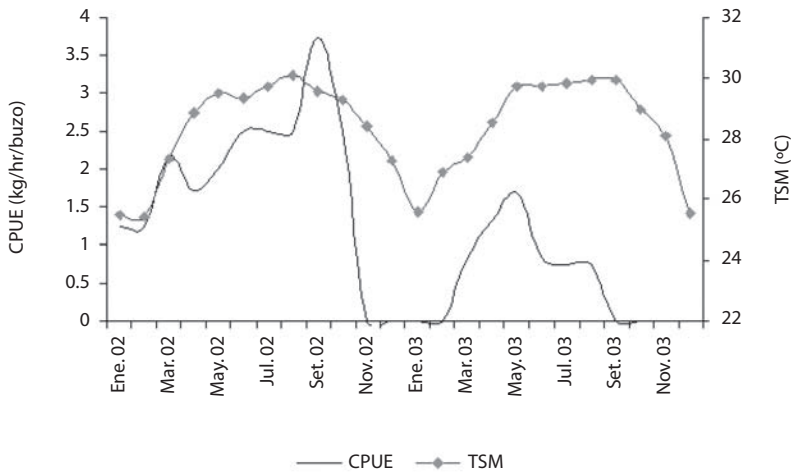


Fig. 2. Captura por unidad de esfuerzo (kg/hr/buzo) y su relación con la TSM durante enero de 2002 a noviembre de 2003.

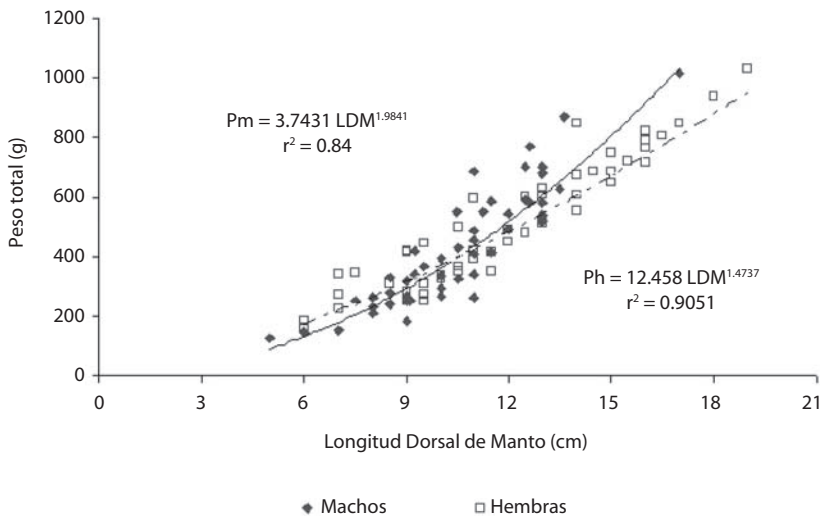


Fig. 3. Relación Longitud Dorsal del Manto y Peso total para hembras (h) y machos (m) de *O. hubbsorum*, durante el periodo de muestreo.

CUADRO 1
Parámetros de la relación talla-peso para O. hubbsorum en Pto. Ángel Oax., México

Sexo	a	b	r	n	p	t-student ($\alpha=0.05$)	alometría
Machos (M)	0.034	2.00	0.91	53	$p<0.0001$	7.87	negativa
Hembras (H)	0.010	2.14	0.91	145	$p<0.0001$	6.09	negativa
Total*	0.310	1.53	0.93	352	$p<0.000$	40.7	negativa

* = M + H + no sexados; a = intercepto; b = pendiente; r = coeficiente de correlación; n = número de organismos; p = valor de probabilidad.

Se observaron diferencias no significativas de los valores de la pendiente e intercepto entre sexos; el tipo de crecimiento es alométrico negativo para los tres grupos.

La talla de los organismos estuvo dentro del intervalo de los 4 a los 19 cm de longitud dorsal del manto (LDM) (Fig. 4). Para ambos años, durante la temporada de lluvias se capturaron los organismos de mayor tamaño (Fig. 5).

Proporción de sexos, madurez y reproducción: La proporción sexual total fue 2:1 hembra-macho ($\chi^2 = 24.2$, $p < 0.05$), misma que se mantiene a lo largo del año (Fig. 6), excepto en marzo-abril con una proporción hembra-macho de 3:1 ($\chi^2 = 71.4$, $p < 0.05$). Las hembras maduras representaron el 40% de la captura total.

A lo largo del año se observaron todos los estadios gonádicos, excepto en mayo y junio

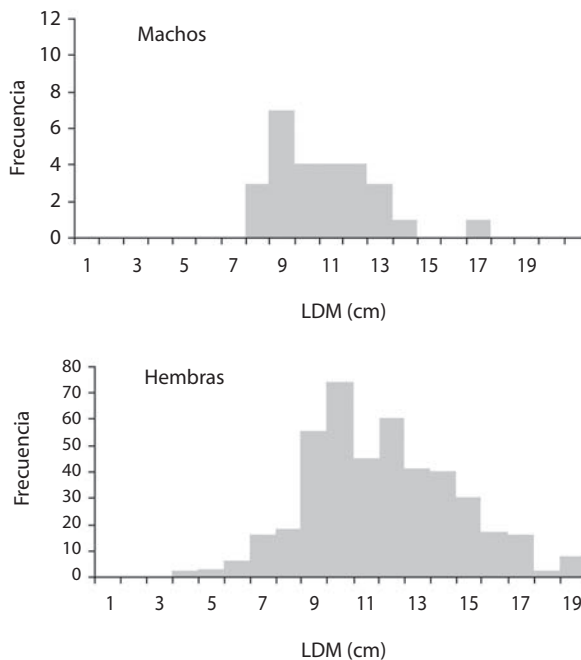


Fig. 4. Distribución de la frecuencia de tallas para hembras y machos de *O. hubbsorum* durante 2002-2003.

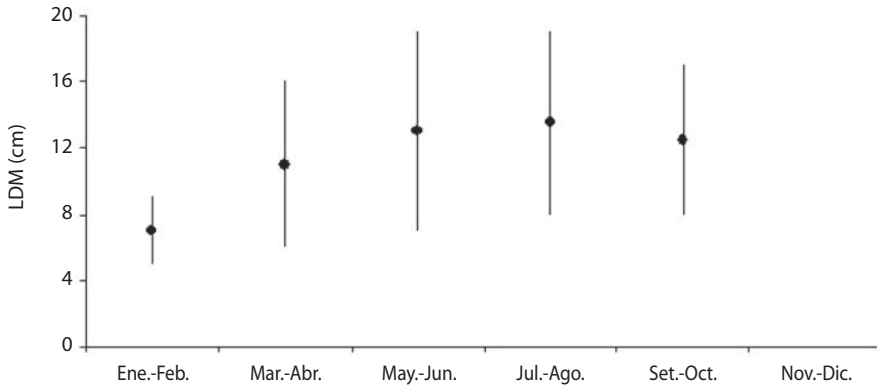


Fig. 5. Valores medios mensuales de la Longitud Dorsal del Manto para sexos combinados de *O. hubbsorum*.

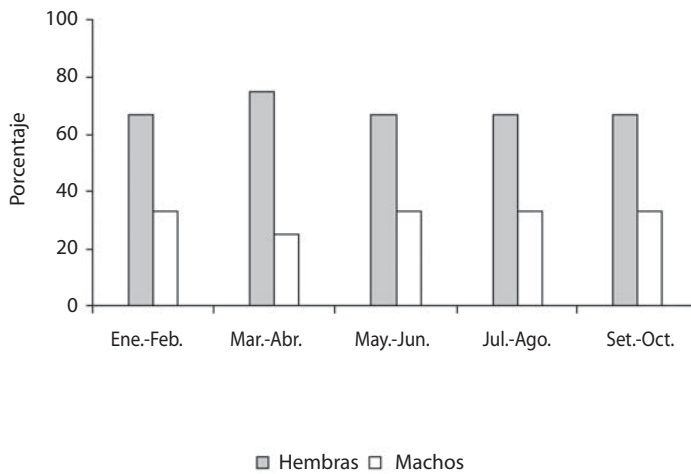


Fig. 6. Proporción de sexos bimensual de *O. hubbsorum* durante el estudio.

cuando únicamente se registraron los estadios III y IV (Fig. 7). Los valores máximos del IGS (Fig. 8) se presentan de marzo a junio, alcanzando los valores más altos en mayo-junio (4.1917 para hembras; 1.2675 en machos), mismos que se corresponden con los estadios de madurez, lo cual muestra que *O. hubbsorum* se reproduce durante marzo-junio en la costa de Oaxaca.

Para el periodo total de muestreo el examen macroscópico de las gónadas mostró que las hembras alcanzan la madurez sexual en

el intervalo de 10 a 12 cm (IGS = 13) y los machos entre 9.5 y 11.0 cm LM (IGS = 1.4) (Fig. 9). La talla de primera madurez para hembras y machos, se estimó mediante el criterio de 50% de organismos maduros, $Lh_{50\%} = 16.25$ cm LDM, $Lm_{50\%} = 13.47$ cm LDM respectivamente (Fig. 10), lo que sugiere que los machos inician la madurez sexual unas semanas antes que las hembras. Las hembras maduras se registraron en las capturas artesanales a partir de marzo, con un pico de abril a mayo, presentándose a finales de abril hembras desovadas

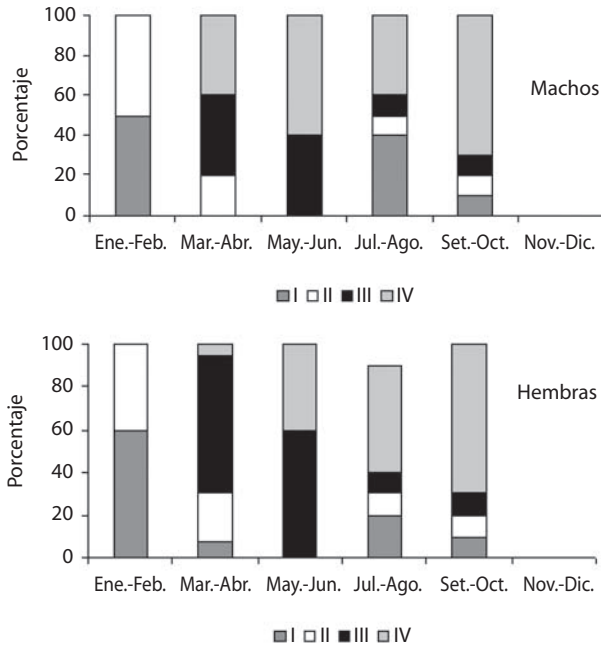


Fig. 7. Porcentaje bimensual de los estados de madurez para machos y hembras de *O. hubbsorum*.

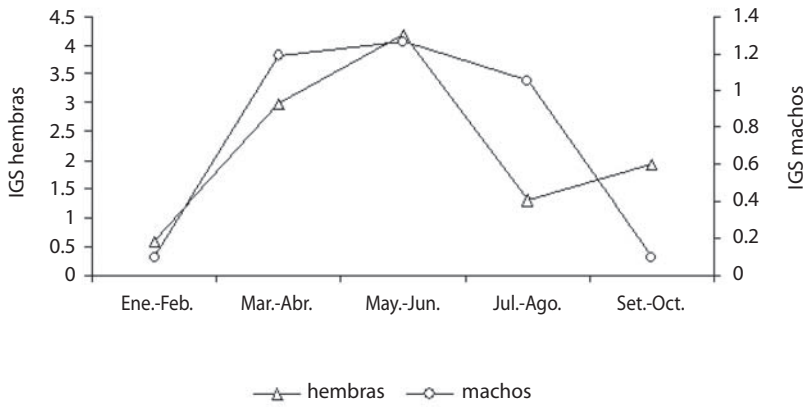


Fig. 8. Variación mensual del Índice Gonadosomático (IGS) para machos y hembras de *O. hubbsorum*.

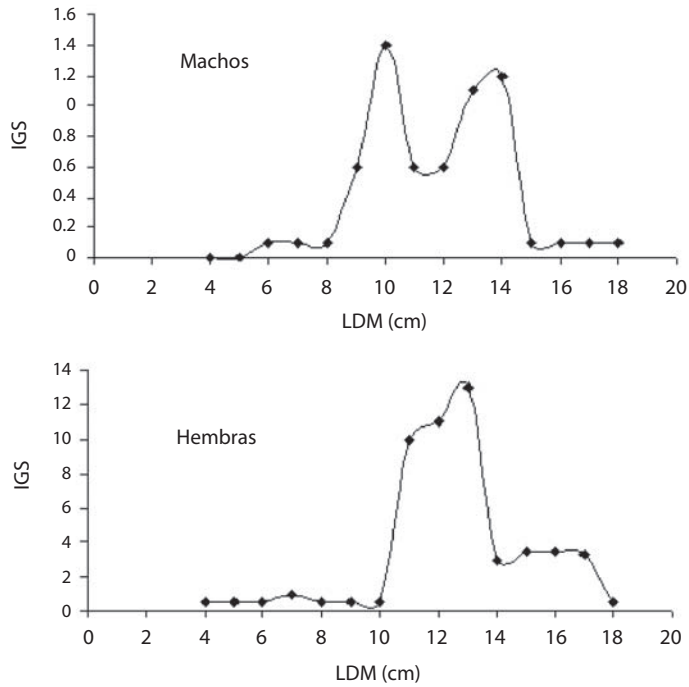


Fig. 9. Relación entre la Longitud Dorsal del Manto (LDM) y el Índice Gonadosomático (IGS) para machos y hembras de *O. hubbsorum*, en el periodo de muestreo.

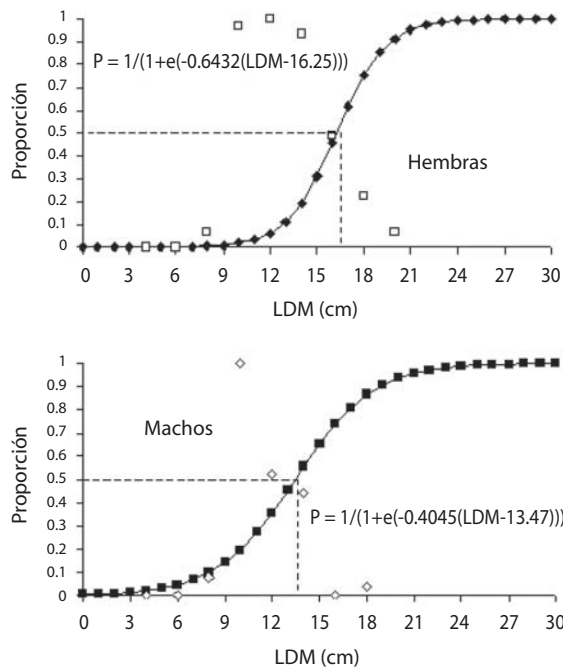


Fig. 10. Talla de primera madurez para la Longitud Dorsal del Manto (LDM) para hembras y machos de *O. hubbsorum*.

con los estómagos vacíos y el tejido muscular flácido (Fig. 7).

En las prospecciones por buceo autónomo, se observó que a finales de mayo y hasta septiembre, en profundidades de 10 a 15 m, las hembras realizan la puesta de huevos en las oquedades entre las rocas, acomodándolos en racimos y cubriéndolos con una vaina gelatinosa.

Dieta: Se analizaron 59 estómagos de *O. hubbsorum*, con un intervalo de tallas de 4-18 cm LDM; 60% correspondió a hembras y el 40% a machos. Los cangrejos porcelánidos del género *Petrolisthes* fueron el alimento más frecuente, apareciendo en el 43% del total de estómagos analizados, pero en las hembras maduras constituyeron el 90% del contenido estomacal. Se observó canibalismo en los organismos de LDM > 9 cm (IP = 10 %). El 4% del contenido estomacal estuvo compuesto por restos muy fraccionados no identificados de valvas de moluscos, principalmente quitones (Fig. 11, Cuadro 2). Fueron comunes los estómagos con uno o dos tipos de presa. El índice de vaciado (IVc) fue analizado mensualmente, observándose que en la temporada de lluvias hay una mayor

CUADRO 2

Índice de presencia (IP) para los ítems presa encontrados en el contenido estomacal de *O. hubbsorum*

Categoría de la presa	Índice de Presencia (IO) %
Crustacea	69
Porcellanidae	
<i>Petrolisthes</i>	42
Majidae	
<i>Herbstia campatacantha</i>	16
Stomatopoda	
<i>Gonodactylus stanschi</i>	11
Mollusca	30
Cephalopoda	
<i>Argonauta pacifica</i>	16
<i>O. hubbsorum</i>	10
Bivalvia	
No identificados	4
Polyplacophora	
No identificados	
Echinodermata	1
Echinoidea	
<i>Equinometra vanbrunti</i>	1

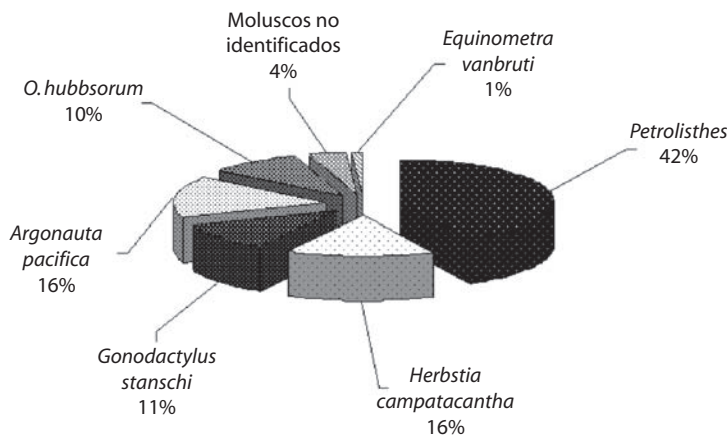


Fig. 11. Dieta de *O. hubbsorum* en Pto. Ángel, Oax., por medio de frecuencia de presencia de los ítems presa.

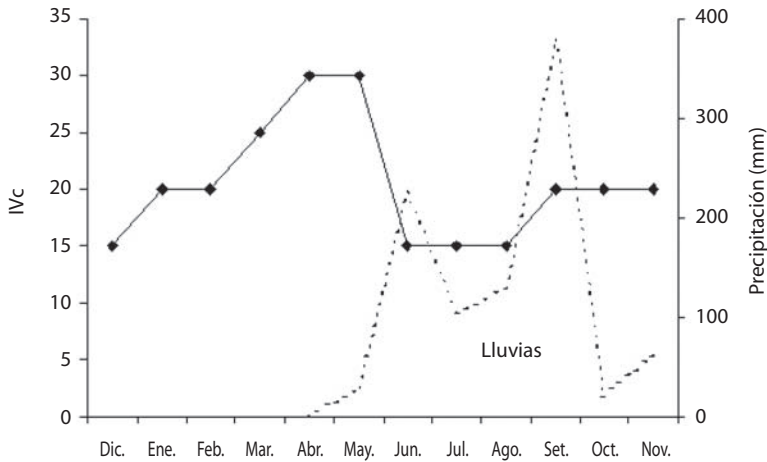


Fig. 12. Cambios mensuales del Índice de Vaciado (IVc) del análisis del tracto digestivo de *O. hubbsorum*.

disponibilidad de alimento (IVc = 15-20%), en cambio para la temporada de secas es menor, con un IVc de 25-30% (Fig. 12).

DISCUSIÓN

En la costa de Oaxaca la pesca de pulpo es artesanal de subsistencia, no existe una flota formalmente estructurada como en otras pesquerías (Díaz-Uribe *et al.* 1999). El método de pesca utilizado (gancho) ha sido criticado y prohibido en algunas regiones debido a su baja selectividad. Sin embargo, aún es utilizado (Goncalves 1991, Cortez 1995, López-Uriarte *et al.* 2005) ya que en la actualidad no existe una reglamentación para la pesquería en el litoral Pacífico y sería improbable hacer extensivas las medidas de regulación establecidas en el Golfo de México, debido a la diferencia en las condiciones oceanográficas, geomorfológicas, ambientales y operativas con la zona de estudio. Con este método de pesca se lastima al organismo al sacarlo de su refugio y aunque el pescador seleccione las tallas, al liberar al pulpo existen pocas probabilidades de supervivencia.

Durante el periodo de muestreo, las capturas de *O. hubbsorum* se incrementaron

progresivamente conforme aumenta la TSM, se observó un movimiento hacia la costa durante los primeros meses del año, migración que se ve reflejada en algunos aspectos de la biología y fracción explotada de la población. El primer efecto de este desplazamiento se pudo observar en la distribución de la frecuencia de tallas, mostrando la mayor abundancia en el intervalo de 9-14 cm de LDM de marzo a junio, mismas que corresponden a las tallas de primera madurez en hembras y machos, con los valores de IGS más altos. Para el Pacífico Central mexicano, Aguilar (1995) y López-Uriarte (2006) reportan las mayores abundancias en los meses cálidos. Lo anterior también ha sido bien documentado para otras especies del mismo género como *O. vulgaris* (Quetglas *et al.* 1998, Katsanevakis *et al.* 2005; Rodríguez-Rúa 2005) y *O. salutii* (Mangold-Wirz 1963, Quetglas *et al.* 2005).

La baja proporción de organismos pequeños (<10 cm LDM) en las capturas artesanales puede ser resultado de la baja disponibilidad de tallas menores en el área de pesca, combinada con el poco interés del pescador en la captura de organismos pequeños si dispone de tallas mayores.

La proporción de sexos fue significativamente diferente de 1 durante la mayor parte

del año, su variación puede ser causada por diversos factores, tales como el agrupamiento natural por talla y sexo, el comportamiento, las diferentes tasas de crecimiento entre sexos, el desove y la mortalidad post desove (Rodríguez-Rúa *et al.* 2005). Los valores más altos del IGS se observaron durante la temporada de secas y los más bajos en la temporada de lluvias, probablemente relacionado con el menor porcentaje de hembras en estado de pre-desove y desove, así como por la mortalidad post-desove; el máximo valor del índice ocurre en la temporada reproductiva (marzo-mayo). Lo anterior coincide con lo reportado para la costa de Jalisco por López-Uriarte (2006), quien menciona que esta especie registró los valores máximos de IGS durante la época templada seca (febrero a mayo).

Es una característica común en muchos cefalópodos que los machos maduren primero que las hembras, lo que se considera como una estrategia para el apareamiento (Boyle y Rodhouse 2005). Así mismo, los incrementos en talla y peso en las hembras de *O. hubbsorum* durante la madurez sexual, pueden deberse a que las gónadas y la glándula digestiva acumulan grasas necesarias para la producción de huevos y las glándulas oviductuales actúan como un reservorio de espermatozoides (Rodríguez-Rúa *et al.* 2005).

Por otra parte, se ha reportado que la reproducción de los octópodos está íntimamente relacionada con la temperatura del agua, la cantidad de luz y la alimentación (Van Heukelem 1979, Mangold 1983, Forsythe y Van Heukelem 1987, Mangold 1987, Roper *et al.* 1995, Iglesias *et al.* 1997, Quetglas *et al.* 1998). Nuestros resultados muestran que de marzo a mayo, cuando la TSM tiende a incrementarse, se presentan hembras maduras en las capturas artesanales, aunque en una proporción baja, lo que puede deberse a que se encuentran a mayores profundidades, donde son poco accesibles para la pesca artesanal.

O. hubbsorum presenta migración hacia áreas menos profundas de la plataforma continental con el fin de colocar las masas de huevos sobre sustratos rocosos y probablemente

en busca de condiciones más adecuadas que a profundidades mayores. Es durante esta temporada cuando se registra la mayor productividad primaria en el Golfo de Tehuantepec (Luch-Cota *et al.* 1997, Frías 2004), por lo que los pulpos recién eclosionados encuentran concentraciones suficientes de alimento, así como temperaturas adecuadas (Boyle y Rodhouse 2005). Después del desove las hembras permanecen aireando y protegiendo a sus huevos de los depredadores, comportamiento típico de varias especies de octópodos (Mangold-Wirz 1963, Guerra 1975, Boyle 1987, Solís-Ramírez 1991, Quetglas *et al.* 1998), durante el tiempo de incubación la hembra no se alimenta, por lo que unos días después de la eclosión muere de inanición y fatiga (Guerra 1975, Boyle 1987). Durante la temporada reproductiva se presenta un alto porcentaje de hembras ovígeras en las capturas artesanales, lo que pone en riesgo la tasa de supervivencia de los huevos y por lo tanto, la abundancia del recurso.

Si bien la dieta de los octópodos varía con el ciclo de vida, el sexo y la talla (Nixon 1987), durante el periodo de muestreo se observó que *O. hubbsorum* es un depredador generalista y oportunista, con una dieta que refleja la abundancia de la presa disponible. En las hembras maduras el contenido estomacal estuvo representado en un 90% por cangrejos del género *Petrolisthes*. Al respecto Nigmatullin y Ostapenko (1976), Guerra (1979), Sánchez y Obarti (1993), Smith (2003) y Quetglas *et al.* (2005) señalan la importancia de los crustáceos en la dieta del género *Octopus*.

En la zona de estudio, las actividades de pesca se ven determinadas por diversos factores ambientales. La red hidrográfica del área se compone de escurrimientos que tienen su origen en las partes altas de la sierra, con desarrollo sensiblemente perpendicular a la costa y que durante la época de lluvias arrastran sedimentos, material vegetal y orgánico hacia el mar, provocando un enturbiamiento de las aguas costeras que dura de 2 a 3 días (INEGI 1988). Esto provoca que los pulpos presenten migraciones hacia zonas más profundas, quedando poco disponibles para la pesca ribereña.

Aunado a lo anterior, las condiciones atmosféricas no siempre permiten las actividades de pesca, sobre todo en agosto-octubre, cuando se presentan intensas lluvias y tormentas tropicales, por lo que el esfuerzo destinado al pulpo disminuye y es más redituable para los pescadores incidir sobre recursos bentónicos más accesibles, tales como los bivalvos.

La presencia de los vientos "Tehuano" de noviembre a marzo, con el consiguiente enfriamiento relativo de las aguas del Golfo de Tehuantepec (Trasviña y Barton 1997), tiene como consecuencia una disminución en la disponibilidad del recurso, así como una reducción en el esfuerzo de pesca, resultado de las malas condiciones atmosféricas, lo que se vio reflejado en enero y febrero, en los cuales no hubo esfuerzo dirigido al pulpo.

Los cefalópodos son considerados resilientes a la presión por pesca, debido a las características de su historia de vida, incluyendo un rápido crecimiento, edad temprana de primera madurez y corto periodo de vida. La mayoría de las especies viven sólo un año y mueren después del desove (Pierce y Guerra 1994). Sin embargo, los efectos de la pesca en conjunto con los factores ambientales probablemente tengan un impacto negativo sobre sus poblaciones (Boyle y Boletzky 1996).

En las pesquerías de octópodos se ha reportado un aumento en los desembarques durante y después de un evento de El Niño (Tomics 1985, Defeo y Castilla 1998). El incremento en la temperatura del agua resulta en una reducción de la duración del periodo embrionario del pulpo, aumentando el reclutamiento (Castilla y Camus 1992). La presencia del evento de El Niño moderado durante 2002 (<http://www.cdc.noaa.gov>), podría haber disparado una conducta reproductora anticipada de *O. hubbssorum*, ocasionando que parte de la población migrara hacia áreas someras y fueran accesibles para la pesca ese año, fenómeno que ha sido observado en otras regiones para los octópodos (Cortez 1995, Arntz *et al.* 1999), lo cual contrasta con

las bajas capturas en el 2003, cuando se registró una reducción de la TSM a partir de marzo.

La variabilidad ambiental estacional puede afectar los procesos biológicos y las capturas, ya que los meses en los que el agua es fría tienden a ser menos favorables para la maduración y alimentación del pulpo (Forsythe y Van Heukelem 1987). Estos cambios intra-anales en la temperatura del agua del mar, pueden explicar los cambios en el peso individual, por consiguiente se observa una disminución en las capturas y en la condición reproductiva. Lo anterior ha sido documentado para *O. mimus* en aguas chilenas (Cortez *et al.* 1995) y para *O. hubbssorum* en el Pacífico central mexicano (López-Uriarte 2006). Aunque en Puerto Ángel se observaron patrones temporales en la pesca artesanal de pulpo, los cambios exógenos que afectan a la pesquería ocurren a escalas mucho más cortas que un año.

En la costa de Oaxaca, la pesca de pulpo es una alternativa para diversificar la producción de los pescadores artesanales, ocupando un lugar importante junto a otros recursos convencionales, por lo que es necesario regular su aprovechamiento para lograr una producción sostenida. Sugerimos adoptar algunas medidas de conservación y manejo del recurso, preferentemente de manera voluntaria entre los pescadores, tales como limitar el esfuerzo pesquero (número de pescadores, permisos), establecer tallas mínimas de captura, cuotas de captura por pescador, proponer una época de veda (abril a julio), con la finalidad de proteger dentro de límites razonables tanto a las hembras maduras, como las que se encuentran incubando.

AGRADECIMIENTOS

A los pescadores de Puerto Ángel, Oaxaca, por las facilidades en el registro de datos. Ángeles Sánchez Cruz y Edith Ávila Nahom por su colaboración en el trabajo de campo. El presente estudio fue financiado por la Universidad del Mar (clave: 21R0403).

RESUMEN

Se analizan algunos aspectos de la biología y pesquería de *Octopus hubbsorum* capturado por pesca artesanal en Puerto Ángel, Oaxaca, México. Las muestras se obtuvieron de enero 2002 a noviembre 2003 con una periodicidad quincenal. A cada uno de los organismos se les registró la longitud dorsal del manto (LDM), peso total, sexo y estado de madurez gonádica. Asimismo se obtuvo el Índice Gonadosomático (IGS). Para el análisis del contenido estomacal se utilizaron los índices de frecuencia de presencia y vaciado. Se analizaron 352 organismos, con un intervalo de tallas de 4 a 19 cm LDM; la proporción de sexos fue diferente de 1 ($\chi^2 = 24.2$, $p < 0.05$) todo el año. Los valores máximos del IGS se presentaron en mayo (4.1917 hembras; 1.2675 machos). La LDM de primera madurez sexual para las hembras es de 16 cm (machos 14 cm). *Octopus hubbsorum* viaja a la costa con el fin de colocar las masas de huevos sobre sustratos rocosos y probablemente en busca de condiciones más adecuadas que a mayores profundidades. La pesca se realiza todo el año con un incremento en las capturas de marzo a octubre, con mayor intensidad en abril y mayo. El esfuerzo de pesca se encuentra relacionado con las características oceanográficas y las condiciones atmosféricas de la zona. De abril a septiembre la captura por unidad de esfuerzo (CPUE) promedio mensual varió entre 10 y 20 kg/buzo/día. A partir de la relación entre la CPUE y las variables ambientales, se estimó una temperatura superficial del mar (TSM) óptima, la cual es de 29.5 °C para la captura de esta especie.

Palabras clave: pulpo, *Octopus hubbsorum*, temperatura superficial del mar, CPUE, golfo de Tehuantepec.

REFERENCIAS

- Aguilar, C.S. 1995. Estudio biológico pesquero del pulpo *Octopus hubbsorum* (Cephalopoda: Octopoda) en la costa sur del Estado de Jalisco. Tesis de Licenciatura en Biología, Universidad de Guadalajara, México. 77 p.
- Arntz, W., E. Valdivia. & J. Ceballos. 1988. Impact of El Niño 1982-1983 on the commercially exploited invertebrates (mariscos) of peruvian shore. *Meeresforsch* 32: 3-22.
- Arreguín-Sánchez, F., M. Solís-Ramírez & M.E. González de la Rosa. 2000. Population dynamics and stock assessment for *Octopus maya* (Cephalopoda: Octopodidae). *Rev. Biol. Trop.* 48: 35-43.
- Arriaga-Cabrera, L.E., J. Vázquez-Domínguez, J. González-Cano, M. Jiménez-Rosenberg, E. Muñoz-López & V. Aguilar-Sierra. (coords). 1998. Regiones Prioritarias Marinas de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad, México. 300 p.
- Begon, M., J.L. Harper & C.R. Townsend. 1995. Ecología, individuos, poblaciones y comunidades. Omega, Barcelona, España. 886 p.
- Berry, S.S. 1953. Preliminary diagnostic of six west American species of *Octopus*. Leaflets in Malacology 1: 51-58.
- Boyle, P.R. & S.V. Boletzky. 1996. Cephalopod populations: definitions and dynamics. *Philosophical Transactions of the Royal Society, London, Series B. Biological Sciences* 351: 985-1002.
- Boyle, P.R. & P. Rodhouse. 2005. Cephalopods. Ecology and Fisheries. Blackwell, Oxford. 452 p.
- Boyle, P.R. (ed). 1987. Cephalopod Life Cycles. Vol. II. Comparative Reviews. Academic, Londres. 441 p.
- Brusca, R. C. 1980. Common intertidal invertebrates of the Gulf of California. Univ. Arizona, Tucson. 513 p.
- Castilla, J.C. & P.A. Camus. 1992. The Humboldt-El Niño scenario: coastal benthic resources and anthropogenic influence with particular reference to the 1982/1983 ENSO, p. 703-712. *In* A.I.L. Payne, K.H. Brink, K.H. Mann & R. Hilborn. (eds.), Benguela Tropic Functioning, South African J. Mar Sci. 12.
- Clarke, M.R. 1986. A handbook for the identification of Cephalopod beaks. Clarendon Press, Oxford, 373 p.
- Cortez, T., B.G. Castro, & A. Guerra. 1995. Reproduction and condition of female *Octopus mimus* (Mollusca: Cephalopoda). *Mar. Biol.* 123: 505-510.
- Cortez, T. 1995. Biología y Ecología del pulpo común *Octopus mimus* Gould, 1852 (Mollusca: Cephalopoda) en aguas litorales del norte de Chile. Ph.D. thesis, Universidad de Vigo, España. 293 p.
- Defeo, O. & J.C. Castilla. 1998. Harvesting and economic patterns in the artisanal *Octopus mimus* (Cephalopoda) fishery in a northern Chile cove. *Fish. Res.* 38: 121-130.
- Díaz-Uribe, J.G., D. Audelo-Ramos & G. González-Medina. 1999. Informe técnico final del proyecto: Caracterización de la pesca ribereña de la costa oaxaqueña: Río Copalita - Pinotepa Nacional. Universidad del Mar, Pto. Ángel Oaxaca, México. 160 p.
- FAO, 1997. Fishery statistics, catches and landing. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Fish. Stat. 134: 713 p.
- FAO, 2001. Yearbook of Fishery Statistics. Capture Production. Vo. 88/1. Roma, FAO. 752 p

- Fisher, W., F. Krupp, W. Schneider, C. Sommer, K.E. Carpenter & V.H. Niem. 1995. Pacífico Centro Oriental. Guía para la identificación de especies para los fines de pesca. FAO, Roma. 1652 p.
- Forsythe, J.W. & W.F. Van Heukelem. 1987. Growth, p. 135-156. In: P.R. Boyle, (ed), Cephalopod Life Cycles. Academic, Londres.
- Frías, V.A. 2004. Regionalización de los Golfos de Tehuantepec, Papagayo, Panamá y áreas adyacentes mediante la biomasa fitoplanctónica estimada a partir de imágenes de satélite. Tesis de Licenciatura, Universidad del Mar, Oaxaca, México. 167 p.
- Gauch, H.G. & R.H. Whittaker. 1972. Coenocline simulation. *Ecology* 53: 446-451.
- Gonçalves, J.M.A. 1993. *Octopus vulgaris* Cuvier, 1797 (pulpo común): Sinopse da biologia e exploração. Ph.D. thesis, Universidade dos Açores, Horta, Açores. Portugal. 470 P.
- Guerra, A. 1975. Determinación de las diferentes fases del desarrollo sexual de *Octopus vulgaris* Lamarck, mediante un índice de madurez. *Inv. Pes.* 39: 397-416.
- Guerra, A. 1979. Fitting a von Bertalanffy expression to *Octopus vulgaris* growth. *Inv. Pesq.* 43: 319-327.
- Hendrickx, E.M. 1984. Estudio de la fauna marina y costera del sur de Sinaloa, México. Clave de identificación de los cangrejos de la familia Portunidae (Crustacea: Decapoda). *An. Inst. Cienc. Mar y Limnol., U.N.A.M.*, 11: 23-48.
- Hyslop, E.J. 1980. Stomach content. Analysis. A review of methods and their applications. *J. Fish Biol.* 17: 411-429.
- Iglesias, J.F., J. Sánchez, & J.J. Otero. 1997. Primeras Experiencias sobre el cultivo integral de pulpo (*Octopus vulgaris* Cuvier) en el instituto español de Oceanografía. *Actas VI Congreso Nacional Acuicultura*, Cartagena, pp. 221-226.
- INEGI, 1988. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e informática. Carta Hidrológica de Aguas Superficiales. Puerto Escondido. N0. D14-3.
- INP, 2001. Sustentabilidad y Pesca Responsable en México, Evaluación y Manejo 1999-2000. Secretaría de Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, México, p. 615-626.
- INP. 2004. Carta Nacional Pesquera. SAGARPA-INP. 439 p. (También disponible en línea: http://www.inp.sagarpa.gob.mx/CNP/dof_15-03-2004.pdf).
- Katsanevakis, S., Protopapas, N. & Miliou, H. 2005. Effect to temperature on specific dynamic action in the common octopus, *Octopus vulgaris* (Cephalopoda). *Mar. Biol.* 146: 733-738.
- Lavin, M.F., Morales, J.M., Argote, M.L., Barton, E.D., Smith, R., Brown, J., Kosro, M., Traviña, A., Vélez, H.S. & García J. 1992. Física del Golfo de Tehuantepec. *Ciencia y Desarrollo* 12: 97-108.
- López-Uriarte, E., E. Ríos-Jara & M. Pérez-Péña. 2005. Range extension for *Octopus hubbsorum* Berry 1953 (Cephalopoda: Octopodidae) in the mexican Pacific. *Bull. Mar. Sci.* 77: 171-179.
- López-Uriarte, E. 2006. Ciclo vital y pesca del pulpo *Octopus hubbsorum* Berry 1953 (Cephalopoda: Octopodidae) en la costa de Jalisco, México. Tesis Doctoral, Posgrado en Ciencias Biológicas, Universidad de Guadalajara, México. 380 p.
- Luch-Cota, S.E., S. Álvarez-Borrego, E. Santamaría del Angel, F.E. Müller-Karger & S. Hernández-Vázquez. 1997. El Golfo de Tehuantepec y áreas adyacentes: Variación espacio temporal de pigmentos fotosintéticos derivados de satélite. *Sci. Mar.* 23: 329-340.
- Mangold, K. 1983. Food, feeding and growth in Cephalopods. *Mem. Nat. Mus. Victoria* 4: 81-93.
- Mangold, K. 1987. Reproduction, p. 157-200. In Boyle, P.R. (ed.), *Cephalopod Life Cycles*. Academic, Londres.
- Mangold-Wirz, K. 1963. Biologie de cephalopods benthiques et nectoniques de la mer catalane. *Vie et Milieu (Supplement)* 13: 1-285.
- Mann, K.H. 1992. Physical influences on biological process: How important are they? *South Africa J. Mar. Sci.* 12:107-121.
- Nigmatullin, Ch.M. & A.A. Ostapenko. 1976. Feeding of *Octopus vulgaris* Lam. from the northwest African coast. *Inter. Coun. Expl. Sea* 6: 1-15.
- Nixon, M. 1987. Cephalopod diets, p. 201-219. In Boyle, P.R. (ed.), *Cephalopod Life Cycles*. Academic, Londres.
- Pierce, J.G. & A. Guerra. 1994. Stock assessment methods used for cephalopod fisheries. *Fish. Res.* 21: 255-285.

- Quetglas, A., F. Alemany, A. Carbonell & P. Merilla. 1998. Biology and fishery of *Octopus vulgaris* Cuvier, 1797, caught by trawlers in Mallorca (Balearic Sea, Western Mediterranean). *Fish. Res.* 36: 237-249.
- Quetglas, A., M. González & I. Franco. 2005. Biology of the upper-slope cephalopod *Octopus salutii* from western Mediterranean Sea. *Mar. Biol.* 146: 1131-1138.
- Rodríguez-Rúa, A., I. Pozuelo & M.A. Prado. 2005. The gametogenic cycle of *Octopus vulgaris* (Mollusca: Cephalopoda) as observed on the Atlantic coast of Andalucía (south of Spain). *Mar. Biol.* 147: 927-933.
- Roper, C.F.E., M.J. Sweeney & F.G. Huchberg. 1995. Cephalopodos, p. 305-355. *In* W. Fisher, F. Krupp, W. Schneider, C. Somer, K.E. Carpenter & V.H. Niem (eds.). Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca. Pacífico centro-oriental. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Roma.
- SAGARPA, 2001. Anuario Estadístico de Pesca 2000. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, México. 252 p.
- Salgado-Barragán, J. & E.M. Hendrickx. 1991. Los Stomatópodos (Crustacea: Hoplocarida) del Pacífico Mexicano. *An. Inst. Cienc. Mar y Limnol., U.N.A.M., Publicaciones especiales* 10: 1-200.
- Sánchez, P. & R. Obarti. 1993. The biology and fishery of *Octopus vulgaris* caught with clay pots on the Spanish Mediterranean coast, p. 477-487. *In* T. Okutani, R.K. O'Dor. & T. Kubodera (eds.). *Recent Advances in Fisheries Biology*. University Tokio, Japón.
- SEPESCA, 1987. Pesquerías Mexicanas. Estrategias para su administración. Secretaría de Pesca, México. 1061 p.
- SEPESCA, 1994. Estadísticas pesqueras básicas. Secretaría de Pesca, Dirección General de Informática, Estadística y Documentación, México. 125 p.
- Smith, C.D. 2003. Diet of *Octopus vulgaris* in False Bay, South Africa. *Mar. Biol.* 143: 1127-1133.
- Solís-Ramírez, M. 1994. Mollusca de la Península de Yucatán, México, p. 13-32. *In* A. Yáñez-Arancibia (ed.). Recursos Faunísticos del litoral de la Península de Yucatán. Universidad Autónoma de Campeche, Estación Pacífico del Occidente de México (EPOMEX), Serie Científica 2, Campeche, México.
- Solís-Ramírez, M.J. 1991. Pulpo. Cámara Nacional de la Industria Pesquera, México. *Panorama Pesquero*, 1: 22-27.
- Tomicic, J. 1985. Efectos del fenómeno El Niño en las comunidades litorales de la Península de Mejillones. *Inv. Pesq.* 32: 109-113.
- Trasviña, A. & E.D. Barton. 1997. Los "Nortes" del Golfo de Tehuantepec: la circulación costera inducida por el viento, p. 25-46. *In* F. Lavin (ed.). *Contribuciones a la Oceanografía Física en México*. Unión Geofísica Mexicana, Monografía No. 3.
- Van Heukelem, W.F. 1979. Environmental control of reproduction and life span in *Octopus*: an hipótesis, p. 123-133. *In* S.E. Stancyck (ed.). *Reproductive ecology of marine invertebrates*. University of South California, Columbia, EUA.
- White, W. & E. Walker. 1974. Time and depth scales of anomalous subsurface temperatures of Ocean Weather Stations P, N and V in the North Pacific. *Geoph. Res.* 79: 4517-4522.
- Zar, J.H. 1999. *Biostatistical analysis*. Prentice Hall, Nueva Jersey, EUA. 663 p.