



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

Macronutrientes de la clase Cephalopoda
Cuvier, 1797 (Phylum: Mollusca) de importancia
comercial en México.

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

(BIOLÓGA)

P R E S E N T A:

Marbella Isela González Liano



Director de Tesis:

M. en C. Brian Urbano Alonso

Ciudad Universitaria, UNAM

2014



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

Hoja de datos.

Datos del alumno

Apellido paterno	González
Apellido materno	Liano
Nombre (s)	Marbella Isela
Institución	Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad	Facultad de Ciencias
Carrera	Biología
Número de cuenta	3-0630388-9

Datos del asesor

Grado	M. en C.
Apellido paterno	Urbano
Apellido materno	Alonso
Nombre (s)	Brian

Datos del sinodal 1

Grado	Dra.
Apellido paterno	Mayen
Apellido materno	Estrada
Nombre (s)	Rosaura

Datos del sinodal 2

Grado	Dra.
Apellido paterno	Reguero
Apellido materno	Reza
Nombre (s)	María Martha

Datos del sinodal 3

Grado	M. en C.
Apellido paterno	Lemus
Apellido materno	Santana
Nombre (s)	Elia

Datos del sinodal 4

Grado	M. en C.
Apellido paterno	Morales
Apellido materno	Salas
Nombre (s)	Ignacio Andrés

Datos del trabajo escrito

Titulo	Macronutrientes de la clase Cephalopoda Cuvier, 1797 (Phylum: Mollusca) de importancia comercial en México.
--------	--

Número de páginas	57 p.
Año	2014



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

FACULTAD DE CIENCIAS
Secretaría General
División de Estudios Profesionales



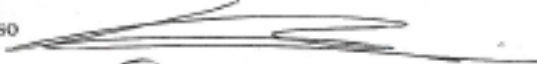


Votos Aprobatorios

DR. ISIDRO ÁVILA MARTÍNEZ
Director General
Dirección General de Administración Escolar
Presente

Por este medio hacemos de su conocimiento que hemos revisado el trabajo escrito titulado:

Macronutrientes de la clase Cephalopoda Cuvier, 1797 (Phylum: Mollusca) de importancia comercial en México.

realizado por **González Liano Marbella Isela** con número de cuenta **3-0630388-9** quien ha decidido titularse mediante la opción de tesis en la licenciatura en **Biología**. Dicho trabajo cuenta con nuestro voto aprobatorio.

Propietario	Dra. Rosaura Mayen Estrada	
Propietario	Dra. María Martha Reguero Reza	
Propietario Tutor	M. en C. Brian Urbano Alonso	
Suplente	M. en C. Elia Lemus Santana	
Suplente	M. en C. Ignacio Andrés Morales Salas	

Atentamente
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU "
Ciudad Universitaria, D. F., a 12 de febrero de 2014
EL JEFE DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES

ACT. MAURICIO AGUILAR GONZÁLEZ

Señor sisodal: antes de firmar este documento, solicite al estudiante que le muestre la versión digital de su trabajo y verifique que la misma incluya todas las observaciones y correcciones que usted hizo sobre el mismo.

MAG/mdm



A mis padres

Guadalupe Liano Contreras

Angel González Lucero

A mis hermanos

Javier y Lucía la adoración de mi vida

El secreto del éxito es la constancia en el propósito

Benjamín Disraeli

Agradecimientos

Gracias por su apoyo incondicional.

A mí familia muégano gracias por apoyarme en esta odisea y por brindarme su apoyo, su confianza y su esfuerzo, motivo por el cual estamos hoy en este lugar, y como dices cucha hermosa, hoy estamos terminando la carrera y nos estamos titulando, Cucho, tú que siempre confiaste en mí de manera incondicional mil gracias.

A mis hermanos Javier y Lucía, siempre serán mi inspiración para seguir adelante, esta tesis es para ustedes, Javi mi hueso hermoso te amo inmensamente, igual que a ti Lucí espero le entiendan; aunque tú, la abogánster de la familia, igual no entenderás mucho, échenle uno ojito.

A mis tíos paternos y maternos, en especial a mi tío Rafa y mi tía Leonor por compartir conmigo varios de los momentos más felices lejos de mi familia, y por apoyarme de manera incondicional en este largo recorrido.

A madrina Luisa, mi padrino Raúl y a Katy por ser parte de este capítulo en mi vida.

A la Dra. Virginia Melo por permitirme realizar mis análisis proximales en la Universidad Autónoma de Metropolitana, Unidad de Xochimilco.

Al Biól. Juliano Palacios por brindarme apoyo en el trabajo de laboratorio realizado para este proyecto.

A la Técnico Leticia García del Laboratorio de Bromatología de la UAM-X por su paciencia y apoyo en el análisis de mis muestras para este proyecto.

De igual manera quiero agradecer a mis sinodales, por aceptar ser parte de mi jurado y por confiar en mí, brindándome su apoyo y asesoría para mejorar este trabajo:

Dra. Rosaura Mayen Estrada, no solo sinodal sino profesora que me permitió forjar parte de mi gusto por los invertebrados y en la biología marina.

Dra. María Martha Reguero Reza, por brindarme su apoyo en el laboratorio y dejarme ser parte de la familia de malacólogos.

M. en C. Andrés Ignacio, Nachito por ser amigo y profesor que brindó su apoyo incondicional para las prácticas de campo y que accedió a varias de mis peticiones como alumna molestona.

M. en C. Elia Lemus Santana, por ser parte de este recorrido, por brindarme su apoyo y su amistad.

De igual manera agradezco al Laboratorio de Malacología del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología por permitirme desarrollar mi proyecto dentro de sus instalaciones.

La lista de personas que a continuación menciono es larga, saben de antemano que todos ocupan un lugar en mi corazón, y les doy las gracias por todo lo que han hecho por mí y por los buenos momentos que hemos pasado juntos.

A Jorge Gallardo Alanís, quien dio paso a que yo estudiara Biología, seguro no lo sabias, pero aquí te vienes a enterar, eres de las mejores personas que he conocido, de las cuales he aprendido y por el cual siempre intento ser mejor cada día, eres un amigo de esos que son para siempre.

A Christian Rodrigo por sus años antigüedad en mi vida; veshino gracias por estar cuando te necesito, por hacerme segunda en mis locuras e ideas atrabancadas, por permitirme convivir con tu familia, este triunfo lo quiero compartir contigo Krispi eres mi mejor amigo y de verdad te agradezco que estés siempre cerca de mí, como una conciencia dando tus consejos y opiniones, cuidándome y procurándome para seguir por el camino del bien, te quiero de verdad.

A mis amigas Blanca Lorena y Noemí que siempre me echan porras y están en los momentos en que más los necesito, son parte de esta historia y de una de las mejores etapas de mi vida, llena de alegrías y tropiezos, pero como dicen lo que no nos mata nos hace más fuertes.

A mis amigos de la Facultad de Ciencias, mi segunda gran familia, esa que eliges y que es para siempre: Jalil, Raquel, Juan, Armando, Monse, Daniel por todas las horas libres compartidas y por esas primeras prácticas de campo que pasamos juntos; a Viridiana, Penélope, Carlos, Pancho, Fernanda, Laura, Eric, por todos los gratos momentos y a Gabs, "pareja" gracias por tu apoyo en la identificación de los pulpos utilizados en este

proyecto, eres unas de mis mejores amigas y compañera de aventuras. A mis niños Fanie, Ome y Linda que me dieron momentos de gran alegría y que siempre van a tener un espacio en mi corazón.

A todos los integrantes del Laboratorio de Malacología del ICML, en especial a Iris, Elia, Érica y Gabriel por sus sabios consejos y apoyo, ya que todo lo que me decían sirvió para enriquecer y mejorar este proyecto.

A Sandruca que aparte de ser mi amiga es como una hermana, por apoyarme en esta la recta final de mi ciclo como estudiante de licenciatura, por compartir risas, lágrimas, por bailar, cantar, por todos los buenos y malos momentos, por todas las aventuras vividas y lo que esté por venir.

A mis amigos los Ingenieros, con los que compartí mis últimos meses como estudiante de licenciatura, con los cuales tengo varias aventuras y en donde encontré amigos incondicionales; Daniel tú que me das consejos y te ríes de la vida conmigo, Kevin, Sayd, a los Hugos, Pepe, Memo, Genaro, Aarón, Chamorro, León, Omar, Marco, Lucio y Pablo Nava, por compartir mis alegrías, momentos de emoción, aventura, felicidad y tristeza, ya que ustedes hacen de mí una “mejor” persona ya que hasta del peor se aprende, en verdad los quiero.

Ya para cerrar con broche de oro, doy las gracias primero a Brian Urbano Alonso, que es más que un asesor de tesis, al cual considero un amigo a quien quiero de verdad, que me abrió los brazos como una refugiada más al malacolab y que me apoyó en este proyecto, brindándome su ayuda tiempo y paciencia, ya que sin ti seguiría bien chata varada en la inmensidad de la nada. ¡Tú muy bien!, gracias por todo.

Y finalmente pero no por eso menos importante a la máxima casa de estudios mi *alma mater* la UNAM que me abrió las puertas y me recibió desde hace ya tantos años y es mi segundo hogar.

La ciencia se compone de errores, que a su vez, son los pasos hacia la verdad

Julio Verne

CONTENIDO

I INTRODUCCION.....	1
1.1 Phylum Mollusca.....	1
1.2 Clase Cephalopoda.....	1
1.2.1 Caracteres de identificación taxonómica.....	3
1.3 Pesquería de cefalópodos en México.....	4
1.4 Macronutrientes.....	7
1.4.1 Carnes y aporte nutricional.....	8
II ANTECEDENTES.....	11
III JUSTIFICACIÓN.....	12
IV OBJETIVO GENERAL.....	13
4.1 Objetivos particulares.....	13
4.2 Hipótesis.....	13
V MÉTODO.....	14
5.1 Zona de Estudio.....	14
5.2 Trabajo de campo.....	16
5.3 Trabajo de gabinete.....	16
5.3.1 Determinación taxonómica.....	16
5.3.2 Determinación de los estadios de madurez gonádica.....	17
5.4 Trabajo de laboratorio (Determinación proximal de macronutrientes).....	17
5.4.1 Determinación de materia seca y húmeda (A.O.A.C., 1975).....	18
5.4.2 Determinación de cenizas totales y materia orgánica (A.O.A.C., 1975).....	20
5.4.3 Determinación de extracto etéreo o grasa cruda (A.O.A.C., 1975).....	20
5.4.4 Determinación de fibra cruda, método de Weende modificado (A.O.A.C., 1795).....	22
5.4.5 Determinación de nitrógeno total y proteína cruda, método macro-Kjeldhal (A.O.A.C., 1975).....	24
5.4.6 Artes de pesca.....	26
5.4.7 Carta descriptiva.....	27
5.4.8 Análisis estadísticos.....	27

VI RESULTADOS.....	28
6.1 Trabajo de campo.....	28
6.2 Trabajo de Gabinete.....	28
6.3 Determinación bromatológica de macronutrientes.....	29
6.4 Estadio gonádico, talla y sexo en relación al contenido de macronutrientes.....	31
6.5 Comparación de macronutrientes entre individuos de <i>Octopus hubbsorum</i> para Santa María, Huatulco, Oaxaca.....	32
6.6 Entrevistas.....	32
6.7 Carta descriptiva.....	34
VII DISCUSIÓN.....	38
7.1 Trabajo de campo.....	38
7.2 Trabajo de gabinete.....	38
7.3 Determinación proximal de macronutrientes.....	39
7.4 Estadio gonádico, talla y sexo con relación al contenido de macronutrientes.....	42
7.4.1 Estadio gonádico y cantidad de macronutrientes.....	42
7.4.2 Correlación de macronutrientes con respecto a la talla.....	42
7.4.3 Correlación de macronutrientes con respecto al sexo.....	43
7.5 Comparación de nutrientes entre individuos de <i>Octopus hubbsorum</i> para Santa María, Huatulco, Oaxaca.....	43
7.6 Entrevista y artes de pesca.....	43
7.6.1 Reglamentación de artes de pesca.....	44
7.7 Cartas descriptivas.....	45
7.7.1 Ajustes en la Carta Nacional Pesquera.....	45
7.7.2 Regulaciones legales del recurso pulpo en México.....	46
VIII CONCLUSIONES.....	47
IX LITERATURA CITADA.....	49
ANEXO I Sistemática y taxonomía.....	56
ANEXO II Localidad, tallas y estadios de desarrollo gonádico, para los organismos de dicho estudio.....	57

RESUMEN

Se analizaron seis organismos de la clase Cephalopoda (pulpos) de importancia comercial en México, con el objetivo de cuantificar los macronutrientes que aporta al consumo de la dieta mexicana. Se consideraron algunos aspectos pesqueros como artes de pesca y la regulación para la extracción de este recurso. Las muestras se obtuvieron en diciembre del año 2012, en los estados de Veracruz, Campeche y Oaxaca, los ejemplares fueron capturados por pesca artesanal. Se registraron la longitud total, longitud del manto, peso total, sexo y estadio de madurez gonádica. Se obtuvieron tres organismos para el Golfo de México y tres organismos para el Pacífico mexicano; del total de organismos, dos hembras en estadio III, dos machos en estadio I y dos en estadio IV. Se reporta un valor promedio de 49.6 g de proteínas, 1.2 g de lípidos y 3.2 g de cenizas (vitaminas y minerales) en 100 g de alimento consumido. Se encontró diferencia significativa de los macronutrientes con respecto a la talla y peso de los organismos; la relación entre el estadio gonádico y cantidad de macronutrientes mostró diferencia significativa en dos estadios; el estadio I ($N=2$; $t=.0070$; $p= 0.0005$) y el estadio IV ($N=2$; $t=0.0047$; $p<0.0001$). Se realizó un análisis comparativo entre tres organismos de la especie *Octopus hubbsorum* correspondientes a tres localidades del estado de Oaxaca, obteniendo una diferencia significativa en el aporte de proteínas ($N=2$; $t=3.18245$; $p=0.0388$) y cenizas ($N=2$; $t=3.18245$; $p=0.0025$). Dentro de los datos obtenidos sobre regulación pesquera, el arte de pesca más utilizado en el Golfo de México es la jimbía y en el caso del Pacífico mexicano es el gancho. El pulpo representa una alternativa en la alimentación del consumidor nacional, ya que contiene nutrientes en cantidades similares al pollo, res, cerdo, huevo, e incluso de otros organismos marinos como el calamar, ya que aporta casi 50 % de proteínas en 100 g de alimento consumido.

I INTRODUCCIÓN

1.1 Phylum Mollusca

El phylum Mollusca es el más diverso después de los artrópodos, está integrado por 200,000 especies vivas y 70,000 fósiles descritas actualmente, se estima un 50 % más de especies por describir (Fernández-Alamo y Rivas, 2007). Existen registros para este grupo desde el Precámbrico, aunque los registros más abundantes datan de 543 m. d. a. que corresponden al Cámbrico Temprano, es por todo lo anterior que es considerado uno de los phyla de invertebrados más exitosos (Mille, 2007; Ponder y Lindberg, 2008).

Este phylum actualmente se encuentra distribuido en ocho clases; Gastropoda, Bivalvia, Polyplacophora, Scaphopoda, Monoplacophora, Caudofoveata, Solenogastres y Cephalopoda (Fig. 1) (Ponder y Lindberg, 2008).

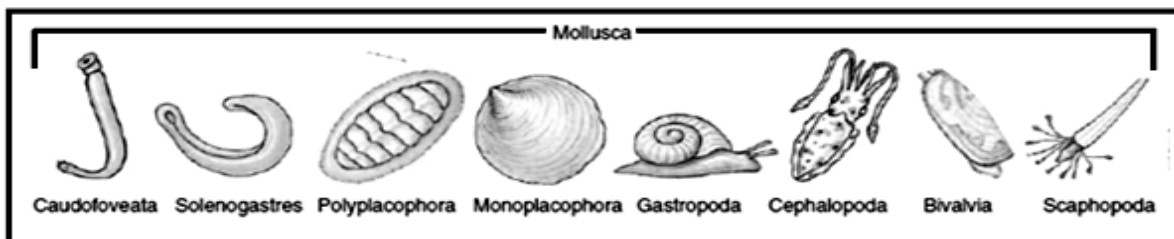


Figura 1. Representantes del phylum Mollusca, obtenido y modificado de (Hickman *et al.*, 2002).

1.2 Clase Cephalopoda

Esta clase apareció hace 450 millones de años, su registro fósil es abundante gracias a las conchas de los amonites, nautilus y belemnites. Los cefalópodos son organismos que poseen simetría bilateral y presentan un celoma bien desarrollado (Payne *et al.*, 1998; Rocha, 2003). Algunas de las características distintivas de esta clase son: una cefalización marcada, el cuerpo se encuentra detrás de la cabeza y dentro del manto, presenta amplia gama de comportamientos, esta clase tiene brazos y tentáculos que se encuentran rodeando la boca, los cuales están provistos de ganchos y/o ventosas adhesivas (Rocha, 2003; Fernández-Alamo y Rivas, 2007). Estos apéndices funcionan como órganos locomotores, para sujetarse al sustrato, para captura de alimento y para la reproducción. En el caso de los octópodos (pulpos) tienen ocho brazos, mientras que los decápodos (calamares) presentan ocho brazos y dos tentáculos (Fernández-Alamo y Rivas, 2007).

Este grupo posee una concha que puede ser interna o externa, en el caso de los octópodos la concha es vestigial y se ha reducido hasta quedar como una lámina de quitina, en forma de U alargada y aplanada, llamada estilete (Brusca y Brusca, 2003).

Para las jibias y calamares la concha se encuentra reducida y es interna en forma de pluma o gladio, en el caso de *Spirula spirula* la concha es interna aplanada y en forma de espiral, por último la concha bien desarrollada sólo se puede observar en los fósiles, y en cuatro especies actuales de *Nautilus*, los cuales no se distribuyen en América (Hickman *et al.*, 2002).

Los sexos están separados y existe dimorfismo sexual en el caso de los adultos, el macho desarrolla un hectocotilo; brazo modificado para el traspaso de los espermatóforos. La maduración se produce por el constante desarrollo y crecimiento de las partes reproductoras, un organismo maduro puede ser reconocido por poseer ovocitos maduros en el ovario y oviducto (hembras) o tener desarrollado el testículo y espermatóforos en el saco de Needham (machos). La fecundación se puede producir en el interior de la cavidad paleal o en el exterior, pero en ambos casos hay una cópula (Rocha, 2003).

Los cefalópodos son los únicos moluscos que presentan un sistema nervioso central con un cerebro que denota alta complejidad. Los órganos sensoriales están desarrollados, sobre todo los ojos. El sistema nervioso forma cromatóforos, iridióforos y leucóforos que les permiten a estos organismos cambiar de color y mimetizarse con el medio (Rocha, 2003).

Presentan un sistema circulatorio cerrado que consta de tres corazones uno sistémico y dos branquiales. Las branquias están altamente irrigadas y allí se da el intercambio gaseoso con el agua. La sangre es impulsada en las branquias por los corazones branquiales (Rocha, 2003).

El sistema excretor está directamente relacionado con el sistema circulatorio y respiratorio. El principal producto de desecho es el amoníaco y las branquias constituyen la principal vía de eliminación de desechos nitrogenados (Rocha, 2003). Las branquias se encuentran a cada lado de la cavidad del manto, presentan una forma alargada.

La sangre es impulsada por un corazón braquial a través de los capilares de los filamentos branquiales y luego es recogida a cada lado en una aurícula, ambos se unen al ventrículo único del corazón sistémico, que envía la sangre al tubo digestivo, y otros órganos (Fig. 2) (Rocha, 2003).

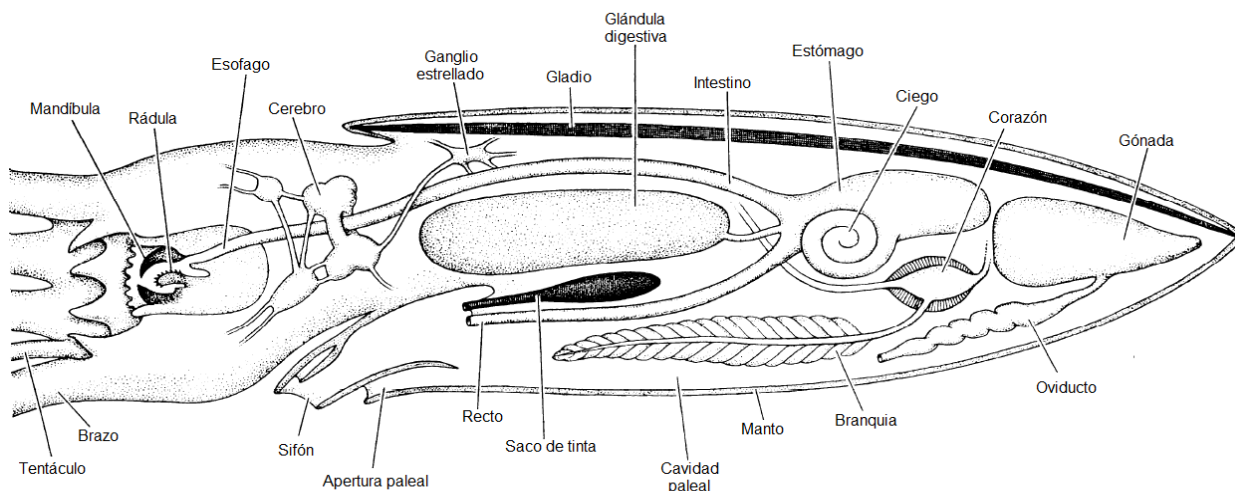


Figura 2. Anatomía general de los cefalópodos, anatomía interna de una hembra, tomado y modificado de (Rocha, 2003).

El sistema básico de locomoción de los cefalópodos es la propulsión a chorro, expulsando agua a presión desde la cavidad palial y por medio de un complejo de presión dentro del organismo, el agua sale a través de un sifón el cual es móvil, esto le permite realizar tácticas de escape fácilmente (Hickman *et al.*, 2002). El sistema digestivo está compuesto por la boca formada por mandíbulas corneas, en forma de pico de loro y rádula, faringe, un par de glándulas salivales, esófago alargado, estómago muscular en forma de saco, ciego de paredes delgadas y una válvula en su interior, intestino largo y el recto que se extiende hasta el ano el cual se abre en la cavidad de manto (Rocha, 2003). Por arriba del recto se encuentra el saco de tinta glandular que posee un conducto que se abre cerca del ano (Hickman *et al.*, 2002).

1.2.1 Caracteres de identificación taxonómica

Las medidas usadas para identificar organismos; la longitud del manto (LM), se mide desde la parte posterior del cuerpo, hasta una línea imaginaria que conectaría el centro de ambos ojos, la longitud total (LT) es la distancia comprendida desde el brazo más largo hasta la parte posterior del cuerpo del organismo; el número de hemibranquias, el peso total y el peso de los brazos (Roper *et al.*, 1995).

Para el caso de los caracteres cualitativos, se toman en cuenta caracteres externos como: la coloración, la presencia o ausencia de fotóforos, ocelos, papilas sobre el manto o palio, la forma del sifón que para el caso de los octópodos es una estructura que puede estar total o parcialmente unida a los tejidos del manto (Roper *et al.*, 1995).

La disposición de las ventosas en los brazos, normalmente se da en dos filas, pero puede haber más o menos: para el caso de los pulpos costeros o pelágicos que viven cerca de la superficie, los brazos solo poseen ventosas, algunas de las cuales se agrandan en los machos para desempeñar un papel de cortejo nupcial, previo a la cópula (Roper *et al.*, 1995). Dicha estructura es llamada hectocótilo, es una modificación en el brazo derecho del 3^{er}. par, dicha estructura es diferente para cada especie, esta estructura va a presentar un canal espermatofórico que lo recorre, hasta terminar en forma de cuchara (lígula) en el extremo distal del brazo (Roper *et al.*, 1995).

1.3 Pesquería de cefalópodos en México

La actividad pesquera en general tiene un valor económico, social y alimentario, siendo importante en todo el mundo; la pesca es parte de una cadena productiva donde se generan empleos directos e indirectos, valor agregado, divisas, materia prima para otras industrias y es parte de la seguridad alimentaria (INP, 2004). México cuenta con una zona económica exclusiva que corresponde a 200 millas náuticas (aprox. 318Km), más la pesca en aguas internacionales (Fig. 3) (INP, 2012).



Figura 3. Zona económica exclusiva de México 3,177.593 km, modificado de CONABIO 2011, <www.conabio.gob.mx/informacion/gis/layoutstdv250>

Los estados de mayor importancia pesquera en México son: Sonora, Sinaloa, Baja California y Veracruz (INEGI, 2009). Los desembarques pesqueros anuales se han estabilizado en 1,5 millones de toneladas en peso vivo, siendo notoria la creciente producción acuícola como la evidencian los datos del año 2008 cuyo registro de producción pesquera es de 1,573 millones de toneladas, que representan 16,884 millones de pesos a precios de playa; 283,625 toneladas fueron producto de la acuicultura (INP, 2010). El volumen de pesca corresponde en 83% al litoral del Pacífico, 14% al Golfo de México y Caribe, y 3% a aguas continentales (INP, 2010).

La pesca de la clase Cephalopoda en México, el pulpo ocupa el quinto lugar a nivel nacional por su valor comercial, siendo superado por el camarón, atún, mojarra y sardina (INP, 2012; SAGARPA, 2011). Dentro de los estados productores más importantes del recurso pulpo se encuentran Yucatán, con un aporte del 70% de la extracción de este recurso, Campeche con un 29% de la producción, el 1% restante está distribuido en la costa de Quintana Roo y Veracruz (INP, 2012).

En México, la pesca de pulpo recae en siete especies pertenecientes a dos géneros: *Amphioctopus burryi* (Voss, 1950), *Octopus macropus* Risso, 1826, *O. bimaculatus* Verill, 1883, *O. hubbsorum* Berry, 1953, *O. rubescens* Berry, 1953, *O. maya* Voss & Solís, 1966 y *O. vulgaris* Cuvier, 1797 las dos últimas son las más importantes en términos económicos para todo el país (SAGARPA 2002).

Para el Golfo de México y el Caribe mexicano, se extraen solo cinco de las siete especies y la pesquería de *O. maya* y *O. vulgaris* representa la tercera de importancia nacional, esto la hace una pesquería potencial a nivel mundial (Solís-Ramírez, 1994; Arreguín-Sánchez *et al.*, 2000; INP, 2001; SAGARPA, 2002).

En el litoral del Pacífico las capturas son conformadas principalmente por *O. hubbsorum*, *O. macropus* 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 la mayoría de las especies (Alejo-Plata *et al.*, 2008).

La pesca de cefalópodos y su consumo en las dietas mexicanas se fue introduciendo paulatinamente, el primer reporte que se tiene de captura de pulpo es de 50 toneladas en 1949; sin embargo en la mayoría de los casos la extracción era artesanal y para consumo doméstico, el pico de mayor extracción se dio en 1996 con 25 mil toneladas, hoy en día este recurso se extrae de manera industrializada y se exporta, disminuyendo su consumo en las dietas mexicanas (INP, 2012).

El consumo y uso del recurso pulpo no solo por el aporte proteico y como fuente de alimento, también tiene es utilizado con fines artesanales, en los cuales se utilizan los sacos de tinta y los picos de loro, en términos de investigación el pulpo sirve como modelo de estudio para la neurociencia, ya que presenta un sistema nervioso muy desarrollado.

Las Normas Oficiales Mexicanas (NOM), son regulaciones técnicas que sirven para garantizar que los servicios que la población adquiere cumplan con parámetros o procesos con el fin de proteger la vida, la seguridad y el medio ambiente.

Para la pesca de cefalópodos se tienen reglamentaciones que se encargan de la administración de este recurso pesquero, siendo regulada por dos NOM:

1. NOM-008-PESC-1993. Donde se establece la talla mínima de captura en 110 mm de longitud de manto (SEGOB, 2012).
2. NOM-009-PESC-1993. “Establece el procedimiento para determinar las épocas y zonas de veda para la captura de diferentes especies de flora y fauna acuáticas, en aguas de jurisdicción federal de los Estados Unidos Mexicanos. Se establecen los periodos de veda del 16 de diciembre al 31 de julio, con el objetivo de proteger el principal período de reproducción del género *Octopus*. Dentro de este instrumento de regulación se establece la necesidad de que el Gobierno Federal asigne anualmente una cuota de captura de este recurso por región, para cada temporada de pesca” (SEGOB, 2012).

“De igual manera se establecen los periodos de veda para el pulpo (*Octopus vulgaris*) en aguas de jurisdicción federal del Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano, ubicado en el Estado de Veracruz, a partir del 1o. al 30 de agosto del año 2012 y en los años subsecuentes durante los periodos comprendidos del 1o. de enero al último día de febrero y del 1o. al 30 de agosto de cada año” (SEGOB, 2012).

En México la estabilización de las capturas comerciales del recurso pesquero (pulpo) sirve de indicador para reforzar las medidas de administración, que permitan el uso racional y sustentable de los recursos (INP, 2010).

La importancia económica con base en la estabilidad pesquera del recurso pulpo fluctúa entre \$80.00 y los \$128.35 por kilogramo, dichos costos van a depender del Estado de la República donde se adquiera (PROFECO, 2013; SE, 2013). Los recursos pulpo y calamar representan el 5% de mariscos consumidos en México, el 75% es consumo de camarón y el 20% restante es cangrejo, jaiba, ostión, almejas, langosta y otros (PROFECO, 2013).

1.4 Macronutrientes

Los nutrientes son sustancias químicas contenidas en los alimentos; éstos le brindan energía al organismo, para formar, mantener estructuras corporales y regular los procesos metabólicos (Baeza *et al.*, 2009). Se clasifican en macro y micro nutrientes, los macronutrientes son moléculas de alto aporte calórico y están representados por los hidratos de carbono o carbohidratos, proteínas y lípidos o grasas, todos esenciales para el desarrollo fundamental y equilibrio de la vida (Campbell y Reece, 2007). Según Atwater los nutrientes energéticos al oxidarse, proporcionan a las células diferentes cantidades de energía: 1 g de carbohidratos 4 Kcal, 1 g de lípidos 9 Kcal y 1 g de proteínas 4 Kcal (Fig. 4).

El contenido de nutrientes en alimentos es estudiado por la bromatología, también conocida como análisis bromatológicas, o determinaciones proximales, ya que busca encontrar la cantidad de nutrientes cercana a la real en los diferentes alimentos, tomando en cuenta que para obtener estos resultados los alimentos son sometidos a procesos químicos que permiten obtener dichos valores (Pomeranz y Meloan, 1984).

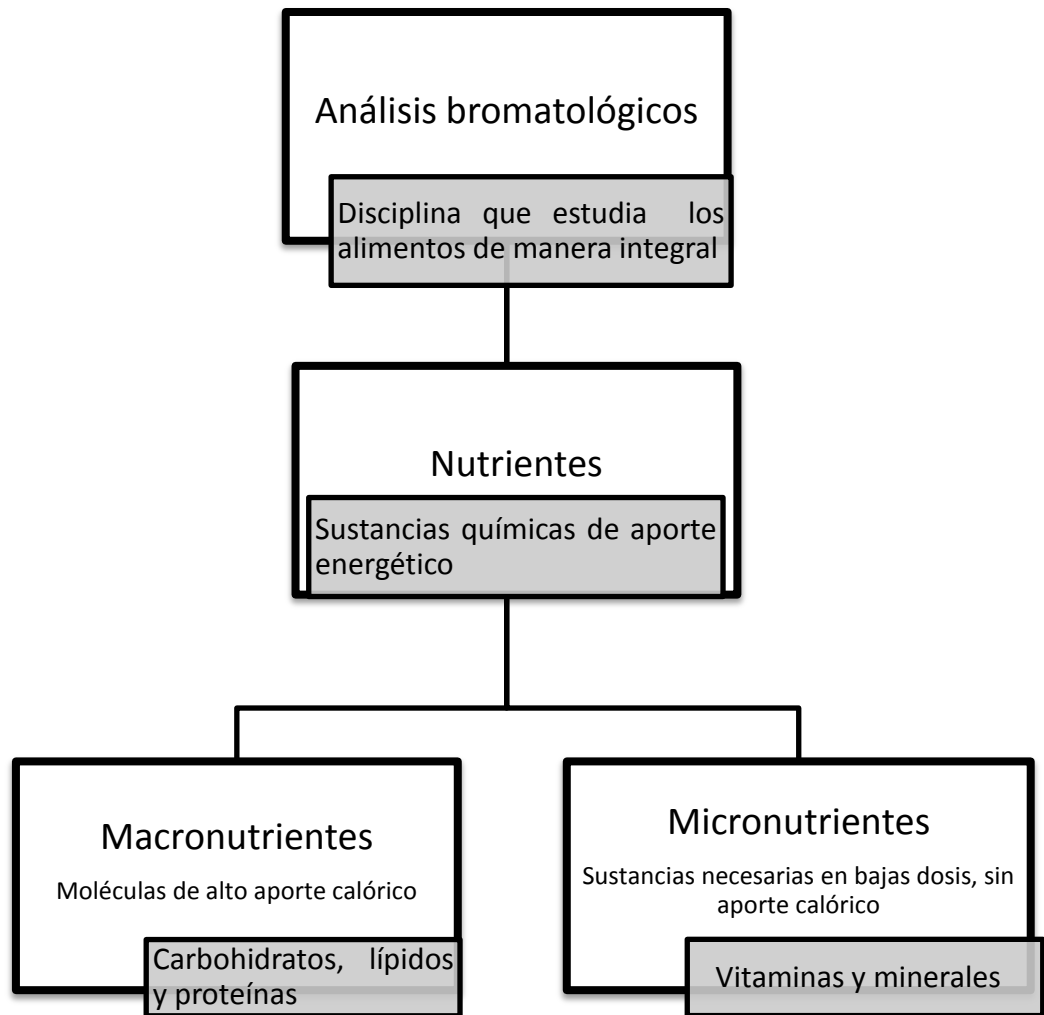


Figura 4. Bases de un análisis bromatológico, para determinación de nutrientes.

1.4.1 Carnes y aporte nutricional

La cantidad de macro y micro nutrientes presentes en los grupos alimenticios varía dependiendo de la especie, el tipo de tejido, el estadio de desarrollo, la dieta, entre otros factores; esta variación puede verse reflejada en los análisis proximales. En México existen trabajos escasos en relación con temas de aporte nutricional de moluscos; dentro de los más recientes se encuentran la determinación proximal del callo de hacha, y la del quitón (Melo *et al.*, 2011).

Los productos cárnicos son fuentes importantes de calorías y de proteínas para los consumidores nacionales. Del total de las calorías consumidas en México, el 83.5% corresponde a productos de origen vegetal y 16.5% a productos de origen animal de los cuales el contenido total de calorías de los principales tipos de carne es: cerdo, 3.1%; aves, 1.9%, bovino y ternera, 1.7%. El consumo total de proteínas deriva en 60.5% de productos de origen vegetal y en 39.5% de productos de origen animal y dentro del consumo total de proteínas de origen animal, la participación es: carne de bovino y ternera 7.8%; aves 5.3% y de cerdo 3.7% (Serra y Aranceta, 2006).

El recurso pulpo-calamar, se encuentra dentro del grupo de las carnes que son considerados de aporte proteico, oscilando entre 16% y 22% de proteína entre los diferentes organismos. Este grupo tiene un alto contenido de colágeno contenido en mayores cantidades en los músculos de los brazos y en el borde de las ventosas (Amaratunga, 1983), el cual no es digerible de manera fácil por el ser humano; para que sea consumido debe ser sometido a procesos de cocción largos y temperaturas altas (Vázquez *et al.*, 2005).

En los grupos alimenticios el contenido de lípidos pueden presentar una variación del 2% al 25% dependiendo de la especie y del alimento que se someta a estos análisis, de igual manera estos valores se pueden ver afectados de acuerdo con las partes del organismo que sean consumidas (Vázquez *et al.*, 2005). Los lípidos que forman este porcentaje de grasa animal son triglicéridos, glucolípidos, fosfolípidos y colesterol (Baeza *et al.*, 2009). El colesterol, es un derivado del ciclo pentano-perhidro-fenantreno y es el esteroide más abundante en los animales conformado por lipoproteínas de alta densidad (HDL) y lipoproteínas de baja densidad (LDL) (Masana, 2009), desarrollando múltiples funciones en el organismo; no es considerado un nutriente esencial pero es sintetizado en el hígado (Baeza *et al.*, 2009).

Los lípidos son ricos en ácidos grasos saturados de cadena larga como los ácidos esteáricos y palmíticos monoinsaturados (oleico) y pobres en ácidos grasos poliinsaturados, el tipo y proporción de grasa va a estar determinado principalmente por la dieta de los organismos, especie, sexo y estación del año (Vázquez *et al.*, 2005).

El contenido de carbohidratos en alimentos de origen animal es insignificante, y se reporta como cero para la mayoría de estos alimentos (A.O.A.C., 2005).

Los alimentos de origen animal son fuentes de vitaminas y minerales, como el hierro (Fe), potasio (K) y fósforo (P), y dentro de las vitaminas que aportan se encuentran las del grupo B particularmente B₁₂ que es inexistente en vegetales, así como gran contenido de vitamina A y D (Vázquez *et al.*, 2005).

Las proteínas presentes en el pulpo, son digeribles casi en su totalidad (94± 3%) contra una digestibilidad de las proteínas de carnes que se consumen en las dietas mexicanas que es de un 90%, sin embargo solo es asimilado el 67% de estas proteínas por el cuerpo humano tomando en cuenta que la necesidad proteica de un individuo se define como la dosis más baja de proteínas ingeridas en la dieta que compensa las pérdidas orgánicas de nitrógeno en personas que mantienen el balance de energía a niveles moderados de actividad física (FAO-OMS-ONU, 1985; Cifuentes-Lemus *et al.*, 1997).

II ANTECEDENTES

La relación entre la oferta y demanda de alimentos que tengan aporte nutricional elevado ha llevado, a la búsqueda de nuevos alimentos que cumplan con los requerimientos que la sociedad necesita. Dentro de esta búsqueda se han realizado trabajos en relación al aporte nutricional, entre los cuales destacan las determinaciones proximales para diferentes invertebrados.

Melo *et al.* (2010) Realizó estudios sobre los insectos de Xochimilco, alimento de alto contenido en proteínas, dentro del cual compara varios insectos que pueden ser consumidos en las dietas mexicanas.

Dentro de los trabajos relacionados con el aporte nutricional para el phylum Mollusca se encuentran;

Melo *et al.* (2011), quien realizó un análisis proximal de minerales, con el objetivo de dar alternativas para el consumo de alimentos que disminuyan las enfermedades crónicas causadas por la deficiencia de los mismos en las dietas mexicanas.

Este trabajo tiene como objetivo principal, analizar los valores nutricionales de diferentes especies de invertebrados, entre ellos los moluscos y difundir esta información para que tengan mayores tasas de consumo en la dieta mexicana. Para el caso de los cefalópodos no existe ningún trabajo publicado acerca de este tema.

III JUSTIFICACIÓN

En México, la seguridad alimentaria se ha convertido en prioridad nacional, puesto que se requieren nuevas opciones de alimentos que sean de buena calidad y económicos los cuales deben contar con un aporte nutricional adecuado para ser consumidos por la población. La falta de información sobre aporte nutricional adecuado en varios alimentos susceptibles al consumo dentro de la población es un nicho de oportunidad para la búsqueda de nuevas alternativas que puedan ser incluidas en las dietas mexicanas. Debido al desconocimiento que se tiene sobre aspectos básicos del aporte nutricional en las especies de pulpos pertenecientes a la clase Cephalopoda, es indispensable realizar un análisis básico de los macronutrientes entre las especies de importancia pesquera.

En México, se conocen aspectos pesqueros sobre el recurso pulpo y otros cefalópodos, sin embargo se conoce poco sobre los aspectos biológicos (ciclos de vida, vagilidad, tasas de natalidad y mortalidad) y aportes nutricionales lo cual restringe el consumo por parte de la población mexicana (Alejo-Plata *et al.*, 2008).

Este estudio busca complementar la información que se tiene sobre el consumo y la extracción sustentable de la clase Cephalopoda en las pesquerías mexicanas.

IV OBJETIVO GENERAL

Cuantificar los macronutrientes de las especies de pulpos con importancia comercial en México y realizar la comparación de éstos con otras fuentes de alimento que son consumidos en la dieta de la población mexicana.

4.1 Objetivos particulares

Estimar y comparar los macronutrientes entre las especies de pulpos identificados en este trabajo.

Analizar la relación del contenido de macronutrientes con respecto al estadio gonádico, talla, sexo y área geográfica.

Describir los diferentes artes de pesca para cefalópodos de importancia comercial en México.

Proponer cartas descriptivas para las especies de cefalópodos de importancia comercial en México.

Plantear ajustes importantes para la Carta Nacional Pesquera y los anuarios del Instituto Nacional de Pesca.

4.2 Hipótesis

Los individuos que son de la misma especie, presentarán diferencias significativas con respecto al contenido de macronutrientes, dependiendo de la talla.

Debido a que las hembras invierten más energía en la reproducción con relación a los machos, se espera que la cantidad de macronutrientes sea mayor en los individuos del sexo femenino.

Los litorales en México, diferencias oceanográficas y ambientales, por lo cual se espera que individuos de la misma especie pero dentro de regiones diferentes presenten variación de macronutrientes.

V MÉTODO

El estudio se realizó en dos fases: una de campo, para la recolección de organismos, en diciembre del año 2012, y la segunda en laboratorio para el análisis bromatológico de macronutrientes en los organismos capturados.

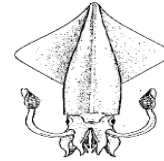
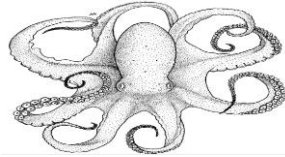
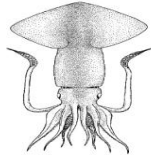
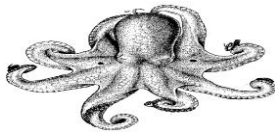
5.1 Zona de Estudio

Los organismos fueron comprados en tres localidades de México, en la zona nerítica, tomándose datos generales (Tabla 1). Se aplicaron entrevistas a los pescadores para obtener información relacionada con la actividad pesquera (Tabla 2). Una vez obtenidos los organismos, éstos se fotografiaron, midieron, pesaron y después se congelaron en bolsas individuales para su posterior identificación y análisis; para los organismos que se adquirieron congelados, la toma de fotografías, mediciones, peso e identificación se realizó de manera posterior, todos los datos de los organismos se encuentra en (Anexo II, Tabla 7).

Tabla 1. Estados de México donde fueron adquiridos los organismos y artes de pesca utilizados.

Océano Pacífico					
Especie	Localidad	Ubicación	Edo. de compra	Arte de pesca	# de organismos
<i>Octopus hubbsorum</i> Berry, 1953	Santa María Huatulco, Oaxaca	15°50'00"N, 96°19'00"O	Congelado	Gancho	3
Océano Atlántico					
<i>Amphioctopus burryi</i> (Voss 1950)	Champotón, Campeche	19° 21' 20" N, 90° 43' 24" W	Fresco	Gancho	1
<i>Octopus maya</i> Voss & Solís, 1966	Champotón, Campeche	19° 21' 20" N, 90° 43' 24" W	Fresco	Jimbia	1
<i>Octopus sp.</i>	Puerto de Veracruz, Veracruz de Ignacio de la Llave	19°26'05"N, 96°22'59"O	Fresco	Mano	1

Tabla 2. Formato de entrevista realizada a pescadores de pulpo en México.



Número de entrevista:

Localidad:

Fecha de entrevista:

Información general de la pesca

- ¿Cuál es su pesca más importante en esta temporada?
- ¿Qué especies sustituyen al calamar y al pulpo en temporada de veda?
- ¿En qué temporada se obtienen más kilos de pulpo o calamar?

Embarcación

- ¿Qué tipo de embarcación utilizan?
- ¿Cuántas personas viajan en la embarcación?
- ¿Cuántas horas de actividad pesquera tienen?
- ¿Cuál es la capacidad de la embarcación, para el almacenaje del producto?
- ¿Pescan durante la noche o el día?

Artes de pesca

- ¿Qué arte de pesca es el que se utiliza para extraer este recurso?
- ¿Qué tipo de carnada usan?

Obtención de recurso pesquero

- ¿A qué distancia de costa se extraen los pulpos y calamares?
- ¿A qué profundidad se extraen los pulpos y calamares?

Inversión

- ¿Trabajan para una cooperativa o son independientes?
- ¿A qué precio venden el producto?
- ¿Cada cuánto dan mantenimiento a la embarcación?

Elaborado por: Marbella Isela González Liano

UNAM



5.2 Trabajo de campo

Se adquirieron por compra directa con los pescadores un total de seis individuos en tres localidades; en la pescadería 15 letras en Champotón, Campeche, en la pescadería de barbas en Veracruz, Veracruz, y en “pescadería y mariscos la Güera” en Santa María Huatulco, Oaxaca.

Una vez que se obtuvieron los organismos, se fotografiaron, se registró el precio de venta por kilogramo y el periodo de captura; por ultimo las muestras se congelaron.

5.3 Trabajo de gabinete

Dentro de las actividades realizadas en gabinete se registraron los caracteres morfométricos y características cualitativas, con la finalidad de efectuar la determinación taxonómica (Fig. 5).

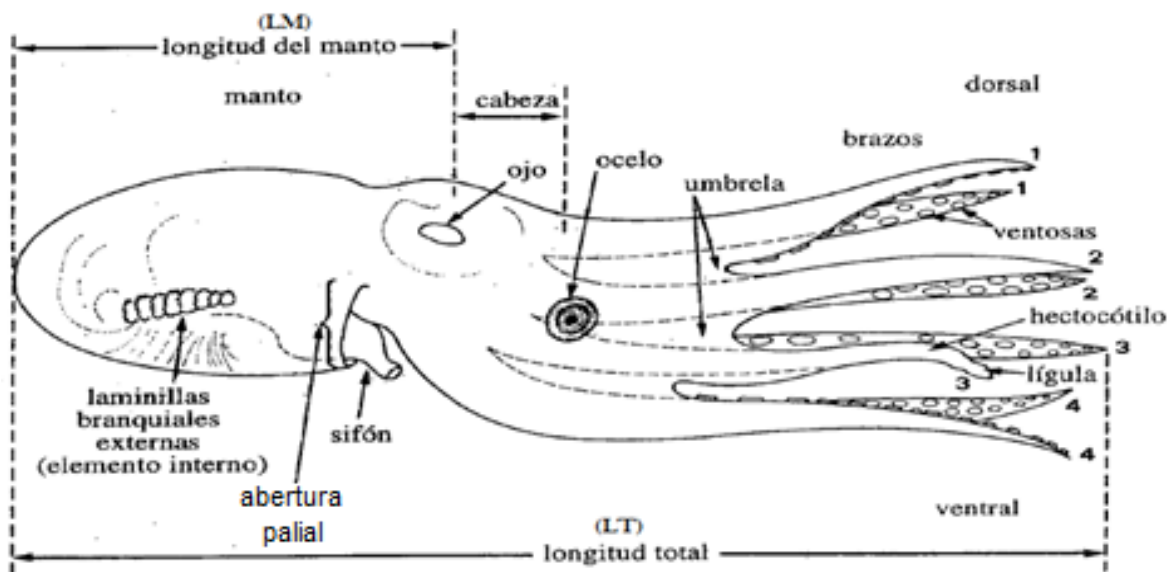


Figura 5. Estructuras y caracteres morfométricos para la clase Cephalopoda, tomado de Roper *et al.* 1995.

5.3.1 Determinación taxonómica

Los cefalópodos recolectados se identificaron con ayuda de claves, las fotografías, y los datos morfométricos (Roper *et al.*, 1995; FAO 1997, 2001), para realizar la diagnosis de las especies capturadas en este trabajo.

5.3.2 Determinación de los estadios de madurez gonádica

Se realizó una disección de los organismos para poder determinar el estadio de desarrollo gonádico y el sexo, para hacer esta parte del trabajo, se tomaron los organismos y se extrajeron las gónadas, lo cual se hizo en el laboratorio de malacología, se utilizó la escala de madurez propuesta por Sánchez y Obarti 1993, modificados por Quetglas *et al.* 1998 en (Alejo-Plata *et al.*, 2008):

Inmaduro (I): Ovario blanquecino pequeño no granuloso; en los machos órgano espermatofórico transparente.

En maduración (II): Ovario color amarillo tenue con estructuras granulares; en machos órgano espermatofórico con espermatoóforos, los cuales presentan filamentos espiral.

Maduro (III) Ovario muy grande, con abundantes huevos color crema; en machos saco espermatofórico con espermatoóforos.

Desovados (IV): Ovario color blanquecino y flácido, oviducto con algunos huevos; en machos saco espermatofórico flácido con espermatoóforos remanentes.

5.4 Trabajo de laboratorio (Determinación proximal de macronutrientes)

Para cuantificar la cantidad de macronutrientes que se encuentran en las especies de cefalópodos, se realizaron diferentes técnicas bromatológicas. El análisis se llevó a cabo en el Laboratorio de Bromatología de la Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco (UAM-X), en la sección de análisis de alimentos, bajo la supervisión de la Dra. Virginia Melo, el Biól. Juliano Palacios y la laboratorista Leticia García.

Se realizó una réplica del análisis de macronutrientes por parte del Biól. Juliano Palacios en la UAM-X ya que los algunos valores resultaron afectados por el uso de reactivos en mal estado y esto no permitía aplicar un análisis estadístico apropiado. Una vez obtenidos los datos de la réplica se compararon los valores y se usaron aquellos que no mostraban anomalías; con estos datos se llevó a cabo el resto del trabajo.

Para efectuar el análisis proximal de macronutrientes es necesario que las muestras se encuentren frescas; es decir: entre menos tiempo de extracción de su hábitat, se obtendrán resultados más fiables.

La metodología utilizada para este análisis se basó en el manual de la División de Ciencias Biológicas y de la Salud, de la UAM-X, el cual se sustenta en los protocolos aceptados por la Asociación Oficial de Química y Agricultura A.O.A.C. por sus siglas en inglés Association of Official Agricultural Chemists (A.O.A.C., 1975,1990, 1995, 2003, 2005), los cuales fueron estandarizados y ajustados a las muestras de origen marino, con la finalidad de obtener resultados confiables.

Para la cuantificación de macronutrientes, los métodos y la preservación de las muestras deben manejarse bajo estrictas medidas de control, ya que de no seguirse los protocolos se pueden presentar errores en los resultados. Entre las medidas que deben adoptarse están:

*Procesamiento o congelamiento rápido de las muestras para evitar la acción de enzimas como las cadaverinas, que afectan directamente los resultados, puesto que los nutrientes van a empezar a ser digeridos (Hernández, 2010).

*La temperatura a la que se sometan las muestras, ya que afecta directamente la degradación de macromoléculas (Voet y Voet, 2006).

En algunas determinaciones proximales se realizaron ajustes con base en la literatura, como la determinación de materia seca y húmeda.

5.4.1 Determinación de materia seca y húmeda (A.O.A.C., 1975)

Este método está basado en la evaporación de agua mediante el calor, donde se considera que la pérdida de peso es agua.

Para el tratamiento de las muestras, éstas se cortaron en fragmentos de un centímetro aproximadamente, lo cual permite ampliar el área superficial y aumentar el área de evaporación del agua (Bello-Gutiérrez, 2000); luego se pesaron 250 g (\pm 0.5) por muestra con ayuda de una balanza granataria OHAUS (sensibilidad de 0.1 mg, capacidad de 150 g) y se colocaron en charolas a peso constante.

Posteriormente se introdujeron en una estufa de cultivo marca RIOSSA para deshidratar a 60°C (± 5) por 41 h, transcurrido este tiempo se pesaron las charolas de nuevo, las muestras secas que se obtuvieron, se molieron, se pasaron por un tamiz de 5 mm de abertura y se pesaron, para después ser colocadas en bolsas de plástico identificándolas y reservándolas por separado para los análisis posteriores.

Cálculos:

Peso de muestra húmeda (PMH)

PMH = peso de la charola con muestra húmeda – peso de la charola vacía

Peso de agua evaporada = (Peso de la charola + muestra húmeda) – (Peso de la charola vacía + muestra seca)

$$\% \text{ de humedad de la muestra} = \frac{\text{Peso de agua evaporada} * 100}{\text{Peso de la muestra húmeda}}$$

$$\% \text{ de materia seca} = 100 - \% \text{ de humedad}$$

Observaciones

Con la finalidad de eliminar sólo el agua y conservar la mayor cantidad de nutrientes en las muestras, se realizaron modificaciones a dicha determinación; las muestras frescas fueron cortadas en fragmentos de un cm³ aproximadamente y no en piezas de 2 cm, esto permitió aumentar el área de evaporación.

El proceso de deshidratación se modificó ya que el tiempo inicial era de 21 h; esto se hizo tomando en cuenta ya que el lapso de tiempo necesario para deshidratar alimentos que contienen más del 50% de agua es de 41 h, a una temperatura constante de 60 °C (Voet y Voet, 2006).

Para la realización de todos los métodos de determinación de macronutrientes, una vez obtenidas las muestras en polvo, se procedió a pesar cada una de las cantidades que se iban a utilizar durante toda la fase experimental.

5.4.2 Determinación de cenizas totales y materia orgánica (A.O.A.C., 1975)

Este método está basado en someter el alimento a combustión entre 550- 600 °C; así la materia orgánica es oxidada y las cenizas resultantes son consideradas la parte mineral del alimento o muestra analizada.

Para realizar este procedimiento se utilizaron crisoles de cerámica que se encontraban a peso constante en una estufa a 100 °C (± 5), dichos crisoles se manejaron con pinzas durante toda la determinación, puesto que el contacto físico, puede alterar los resultados.

Para la determinación de cenizas totales se pesó 1g (± 0.05) de muestra molida y seca en una balanza analítica, marca Adventurer OHAUS AR3130 y se vaciaron en el crisol; después de esto se colocaron en el incinerador marca Lindberg SIB eléctrico, a una temperatura que osciló entre los 500-600 °C (± 5) durante dos horas y media; transcurrido el tiempo de incineración, se colocaron en el desecador por un periodo de 20 minutos y después se pesaron las muestras.

Cálculos:

Peso de la muestra = peso del crisol con muestra – peso del crisol vacío

Peso de las cenizas = peso del crisol con cenizas – peso del crisol vacío

$$\% \text{ de ceniza base seca} = \frac{\text{peso de la ceniza} * 100}{\text{peso de la muestra}}$$

$$\% \text{ de ceniza base húmeda} = \frac{\% \text{ de ceniza base seca} * \% \text{ de materia seca}}{100}$$

5.4.3 Determinación de extracto etéreo o grasa cruda (A.O.A.C., 1975)

Este método se basa en la extracción continua, mediante la aplicación de calor, de todas las sustancias solubles en éter de petróleo 35°-60° proveniente de muestras secas.

La razón de que esta muestra sea seca, es que el azeótropo éter-agua disuelve compuestos polares, principalmente carbohidratos solubles, los cuales al extraerse alteran el valor del extracto etéreo (un azeótropo es una mezcla de dos o más solventes en

determinada proporción, en la que el solvente puro y la mezcla destilan a la misma temperatura) (Rousseau *et al.*, 1987).

El extracto etéreo está formado principalmente por aceites y grasas, aunque también incluye otro tipo de sustancias liposolubles como vitaminas, esteroides, pigmentos, ácidos orgánicos, ceras, lecitinas, fosfolípidos, glicerol, por mencionar algunos (Nollet, 1996; Hernández *et al.*, 1999). El extracto etéreo obtenido se calienta a 100 °C durante 15 minutos para eliminar todos los compuestos volátiles.

En este método todo el material utilizado es marca LABCONCO, excepto aquellos en los que se indique lo contrario; todo se realizó utilizando pinzas, cuidando no tocar el material con las manos, ya que el resultado se podría ver afectado. Se realizaron paquetes de papel filtro pesando 2 g (± 0.05) por muestra y cerrándolos de manera que cupieran perfectamente en los cartuchos; estos cartuchos están hechos de microfibras de celulosa o cartuchos de algodón 100 %, con un grosor en sus paredes de 1.5 mm (± 0.5), que tiene una resistencia térmica máxima de 120 °C, que se utilizan en sistemas de extracción de lípidos para evitar que la muestra se salga del mismo y modifique los resultados.

Se colocaron los cartuchos, en un porta cartucho y después se colocaron en el aparato de extracción Golfisch de 115 V. En los vasos para grasa se agregaron 30 ml (± 0.5) del éter de petróleo 35°- 60° para cada muestra y se pusieron a hervir durante 4h., teniendo cuidado de que los niveles de éter no disminuyeran en ninguna de las muestras, en caso de que esto ocurriera, se agregó más éter de petróleo 35°- 60°, manteniendo siempre el mismo nivel en todas las muestras.

Transcurridas las 4 h, los porta cartuchos fueron retirados y en su lugar se colocaron los dedales de recuperación de éter, el éter recuperado se colocó en un recipiente especial que contenía el material de reúso, esto se hizo hasta que solo quedara la grasa en los vasos, después se retiraron los dedales con el éter y los vasos con grasa se dejaron a una temperatura de 100 °C (± 5) por 15 minutos.

Se colocó la muestra ya sin éter en un desecador por un periodo de 20 minutos, pasado este tiempo se pesaron los vasos de nuevo. En este procedimiento se extrajo la cantidad de grasa cruda contenida en cada una de las muestras analizadas.

Cálculos:

$$\text{Peso de grasa} = \text{Peso del vaso con grasa} - \text{Peso del vaso vacío}$$

$$\% \text{ de grasa cruda base seca} = \frac{\text{Peso de la grasa} * 100}{\text{Peso de la muestra}}$$

$$\% \text{ de grasa base húmeda} = \frac{\% \text{ de grasa base seca} * \% \text{ de materia seca}}{100}$$

5.4.4 Determinación de fibra cruda, método de Weende modificado (A.O.A.C., 1795)

Se basa en considerar la fibra como la proporción indigerible de los alimentos, al menos no para los humanos; la fibra está constituida principalmente por celulosa, hemicelulosa y lignina (Hernández *et al.*, 1999).

La celulosa y la hemicelulosa son carbohidratos estructurales que se encuentran en las paredes celulares de los vegetales. La lignina es un polímero natural que se forma a partir de la repetición de tres unidades monoméricas que son alcoholes aromáticos: sinapil, coniferil y p-cumaril (Hernández *et al.*, 1999).

Este método consiste en someter la muestra seca y desengrasada a dos procesos de digestión, una ácida y posteriormente una alcalina. La materia orgánica del residuo es considerada fibra cruda.

Para realizar la digestión ácida, se colocó 1 g (± 0.05) de muestra obtenida de la determinación de grasas y 200 ml (± 0.05) de ácido sulfúrico (H_2SO_4) a 0.255 N en los vasos Berzelius marca Kymax® 600 ml ($\pm 5\%$), que se colocaron en el digestor marca LABCONCO (1 fase, 50/60 ciclos, 18.3 Amp, 115V), por 30 minutos a partir del inicio de la ebullición. Se calentaron 100 ml ($\pm 5\%$) de agua por muestra para realizar el lavado.

Pasados 30 minutos se sacaron los vasos del digestor y se colocaron junto a los matraces Kitasato Pyrex® 500 ml ($\pm 5\%$) los cuales estaban conectados a una bomba de vacío y tenían un embudo Buchner con una de tela de algodón, que permitió filtrar las muestras, utilizando los 100 ml ($\pm 5\%$) de agua tibia; el residuo que quedó en el filtro de tela, se depositó en los mismos vasos Berzelius marca Kymax® 600 ml ($\pm 5\%$), realizando

para esto un lavado con hidróxido de sodio (NaOH) 0.313 N, y una espátula para raspar; al final se agregaron 200 ml (± 0.05) de hidróxido de sodio (NaOH) por vaso para realizar la fase de digestión alcalina las muestras fueron colocadas en el digestor de fibras y se tomó un tiempo de 30 minutos una vez iniciado el proceso de ebullición.

Se calentaron 100 ml (± 0.05) de agua por muestra para realizar el lavado, de las mismas; pasados 30 minutos, se volvió a filtrar con ayuda de los embudos, los filtros, los matraces Kitasato 500 ml ($\pm 5\%$) y la bomba de vacío; los residuos que quedaron en los filtros, se colocaron en la deshidratadora a 100 °C por 15 minutos.

Después se efectuó un raspado de la muestra, la cual se colocó en crisoles que se pusieron a incinerar en una mufla LINDBERG SIB eléctrica por 2 h, a una temperatura de 550 °C (± 5). Por último, los residuos obtenidos se pesaron y se realizaron los cálculos respectivos.

Cálculos:

***Peso de la fibra** = peso del crisol con muestra antes de incinerar – peso del crisol con la muestra después de incinerar*

$$\% \text{ de fibra cruda seca y desengrasada} = \%FCsyd = \frac{\text{Peso de la fibra} * 100}{\text{Peso de la muestra}}$$

$$\% \text{ de fibra cruda base seca} = \frac{\%FCsyd * (100 - \% \text{ grasa base seca})}{100}$$

% de fibra cruda base húmeda

$$= \frac{(\% \text{ de fibra cruda base seca}) * (\% \text{ de materia seca})}{100}$$

Observaciones

Los principales errores de este método son: la pérdida de hemicelulosa en la digestión ácida y en la reacción alcalina se pierde un poco de lignina, lo cual puede causar errores en la expresión de los resultados, esto se ve mejor en los alimentos de origen vegetal, ya que para los alimentos de origen animal no se presenta ningún error puesto que los valores que se reportan para carne son de cero (A.O.A.C., 1990;

Hernández, 2010), aun así se toma en cuenta para el estudio de los pulpos de importancia comercial, ya que no se ha realizado ningún trabajo con estos organismos.

5.4.5 Determinación de nitrógeno total y proteína cruda, método macro-Kjeldhal (A.O.A.C., 1975)

Éste se basa en dos reacciones, la primera es una reacción llamada digestión; que consiste en un proceso de óxido-reducción con ácido sulfúrico al 90.5 %.

La segunda es una reacción en la cual los compuestos que contienen carbono son oxidados a dióxido de carbono (CO_2) y agua (H_2O) por el ácido sulfúrico, el cual se reduce a bióxido de azufre (SO_2), compuesto que a su vez reduce el nitrógeno proveniente de compuestos orgánicos e inorgánicos a amoníaco (NH_3) éste en presencia del ácido sulfúrico concentrado se convierte en sulfato de amonio (NH_4)₂ SO_4 .

Esta reacción se efectúa en presencia de un catalizador de sulfato de sodio, compuesto que se emplea para incrementar el punto de ebullición del ácido sulfúrico y el sulfato de cobre ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$), que aceleran la reacción.

Obtenido el sulfato de amonio se hace reaccionar con una solución concentrada de hidróxido de sodio para formar el amoníaco (NH_3) en forma gaseosa, que posteriormente se destila por arrastre de vapor y se recibe en una solución de ácido bórico. Por cada átomo de nitrógeno se forma un ión borato que puede neutralizarse con una solución valorada de ácido clorhídrico (HCl) 0.1 N y así de forma indirecta se conoce el contenido de nitrógeno.

Cuando todo el ión borato se ha neutralizado, entonces finaliza la reacción, este término es señalado por un indicador, el cual es una mezcla de verde bromocresol y rojo de metilo. Para estimar el contenido de proteína con base en el contenido de nitrógeno, se multiplica el contenido de nitrógeno por el factor nitrógeno; el factor nitrógeno se calcula de acuerdo al contenido de nitrógeno en las proteínas.

En la mayoría de las proteínas vegetales el promedio de nitrógeno es de un 16%, esto significa que cada unidad de nitrógeno está contenida en 6.25 unidades de proteína.

Para realizar estos estimados, se pesaron 0.5 g (± 0.05) de muestra en papel copia, se colocaron en un matraz Kjeldhal, adicionando mezcla catalizadora, 25 ml (± 0.05) de ácido sulfúrico concentrado y cinco perlas de vidrio, después se colocaron las muestras en la parrilla del digestor, hasta que la solución adquiriera un color verde transparente brillante.

Los matraces Kjeldhal se colocaron en una campana de extracción, hasta que se enfriaran, después de esto se adicionó a cada matraz Kjeldhal 300 ml (± 0.05) de agua destilada, gránulos de zinc y 100 ml (± 0.05) de hidróxido de sodio al 33.3 %.

Las muestras se conectaron inmediatamente al refrigerante del destilador, hasta obtener 250 ml (± 0.05) de la solución, la cual se depositó en matraces Erlenmeyer, que fueron preparados previamente con 30 ml (± 0.05) de ácido bórico al 4% y 3 gotas de indicador de proteínas (mezcla de verde bromocresol y rojo de metilo); una vez obtenido el destilado se retiraron los matraces y se tituló la solución utilizando ácido clorhídrico 0.1 N, el cual se agregó agitando hasta que la solución virara a un color rosa claro.

Al final de la fase de destilación, se retiraron los matraces Erlenmeyer, se apagó la fuente de calor y se retiraron los matraces Kjeldhal, todo siguiendo este orden, ya que de no hacerlo así, se puede dar un “sifoneo” que derrame el destilado y afecte directamente los resultados.

Observaciones

El principal error en este método es que el contenido de proteína calculado de esta manera no puede asegurarse que provenga exclusivamente de proteínas; ya que dicha determinación se basa en la cantidad de nitrógeno, el cual corresponde a macro y micro nutrientes de manera global, es por esta razón que el resultado obtenido se llama proteína cruda según Osborne y Mendel 1914 en (Pomeranz y Meloan, 1984).

Cálculos:

$$\% \text{ de Nitrógeno} = \frac{(V) * (N) * (Meq. N) * 100}{\text{Peso de la muestra}}$$

V = Volumen ml. gastado de ácido clorhídrico en titulación

N = Normalidad real del ácido clorhídrico (siempre está anotada en el frasco)

Meq. N = miliequivalentes del nitrógeno que es 0.014

$$\% \text{ de Proteína cruda base seca} = \frac{(V) * (N) * (Meq.N) * factor * 100}{\text{peso de la muestra}}$$

% de Proteína cruda base húmeda

$$= \frac{\% \text{ de proteína cruda base seca} * \% \text{ materia seca}}{100}$$

Factor = Factor de nitrógeno para convertir proteínas

Factor = 6.25 para la mayoría de los alimentos

6.37 para la leche

5.70 para trigo (A. O. A. C. 1975).

Todos los cálculos para determinación de macronutrientes se realizaron por triplicado y se obtuvieron medias para cada valor calculado. Para comparar los valores de aporte nutricional obtenidos se tomaron en cuenta tres criterios de inclusión; primero, considerando el valor de importancia comercial pesquera: camarón, atún, mojarra y sardina (INP, 2006). Segundo, productos de origen animal de fácil acceso y más consumidos en el país; carne de puerco, res, pollo y huevo (PROFECO, 2013). Tercero otros productos de origen marino que se consumen en las dietas mexicanas.

Se realizó la comparación de alimentos con datos que se obtuvieron de manera bibliográfica, basados en la tabla de composición de alimentos de Centroamérica (INCAP, 2007).

5.4.6 Artes de pesca

Mediante una revisión bibliográfica, y con base en los datos obtenidos de las entrevistas realizadas, se describen los diferentes artes de pesca para los cefalópodos de importancia comercial en México.

5.4.7 Carta descriptiva

Ésta se elaboró con los datos obtenidos en los análisis descritos previamente, permitiendo un manejo más fácil de la información; dentro de los datos que se encuentran en dichas cartas se incluyó: especie, autoridad, diagnóstico, contenido de macronutrientes, fotografía del ejemplar, artes de pesca y periodo de veda.

5.4.8 Análisis estadísticos

Para la comparación de macronutrientes entre especies de pulpo se efectuó una prueba de varianzas con una $p=0.05$ (ANOVA por sus siglas en inglés) en IBM SPSS Statistics ver.20 (IBM, 2012), para analizar la posible diferencia en los valores de macronutrientes entre las especies.

Para analizar la relación entre el contenido de macronutrientes y las variables sexo, talla, estadio gonádico y peso, se realizaron pruebas de *t de Student* utilizando el programa estadístico JMP11 SAS Institute (JMP, 2007).

Se llevó a cabo una prueba de *t de Student* para ver la variación de macronutrientes de la especie *Octopus hubbsorum* para tres localidades del estado de Oaxaca en el Pacífico mexicano, utilizando el JMP11 SAS Institute (JMP, 2007).

VI RESULTADOS

6.1 Trabajo de campo

Se adquirieron directamente con los pescadores seis individuos que fueron capturados en la temporada de veda que se aplica en el Golfo de México, en las siguientes cooperativas; pescadería de barbas en Veracruz, “pescadería y mariscos la Güera” en Oaxaca y pescadería 15 letras en Campeche (Tabla 3).

Tabla 3. Descripción de datos a partir de los individuos adquiridos, costos de venta y especies identificadas en este trabajo.

Estado	Veracruz	Oaxaca	Campeche
No. de organismos adquiridos en campo	1 <i>Octopus</i> sp.	3 <i>Octopus hubbsorum</i>	2 <i>Octopus maya</i> y <i>Amphioctopus burryi</i>
Fotografía	Sí*		
Precio por kilogramo	\$80		
Capturado antes o después de la Veda	En el periodo de veda establecido para el Golfo de México.		
Congelado	No	Sí	No
* Las fotografías por especie se encuentran en las cartas descriptivas			

6.2 Trabajo de Gabinete

Se realizó la determinación taxonómica con base en datos morfométricos, se obtuvo el sexo y estadio de madurez gonádica (Tabla 4).

Tabla 4. Datos de los organismos adquiridos en las cooperativas pesqueras de México.

Océano Pacífico		
Especie	Sexo	Estadio de madurez gonádica
<i>Octopus maya</i> Voss & Solís, 1996	Hembra	Maduro (III): Ovario grande, con huevos color crema
<i>Amphioctopus burryi</i> Voss 1950	Macho	Desovado (IV) saco espermatofórico flácido y de color blanquecino
<i>Octopus</i> sp.	Macho	Inmaduro (I) órgano espermatofórico transparente
Océano Atlántico		
<i>Octopus hubbsorum</i> Berry, 1953	Hembra	Maduro (III): Ovario grande, con huevos color crema
<i>Octopus hubbsorum</i> Berry, 1953	Macho	Desovado (IV) saco espermatofórico flácido y de color blanquecino
<i>Octopus hubbsorum</i> Berry, 1953	Macho	Inmaduro (I) órgano espermatofórico transparente

6.3 Determinación bromatológica de macronutrientes

Para poder realizar los análisis estadísticos se agruparon los macronutrientes en un solo valor promedio, es decir, el valor conjunto de proteínas, lípidos y cenizas.

Dentro de los resultados bromatológicos obtenidos para las cuatro especies pulpos de importancia comercial en México, se puede concluir que no existe una diferencia significativa entre los valores promedio de macronutrientes (Fig. 6).

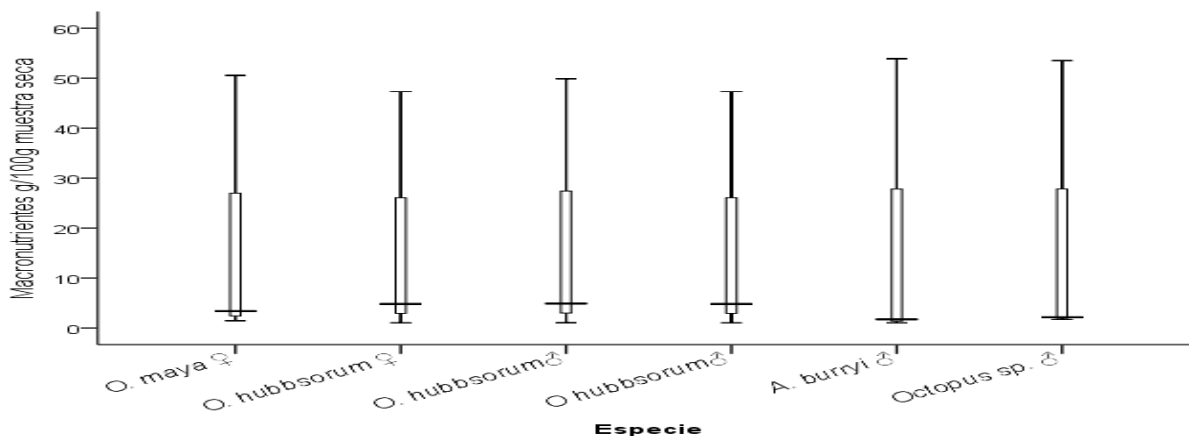


Figura 6. Promedio de los macronutrientes determinados por análisis proximal de cuatro especies de cefalópodos de importancia comercial en México, con una significancia de $N=18$, $p=1$, $F=0.001$.

Los valores obtenidos de la comparación del pulpo con respecto a las especies de importancia pesquera en México, representada por atún, camarón, mojarra y sardina; muestran que el pulpo es el alimento con mayor aporte de macronutrientes y el camarón cocido, es el que menos aporte da (Fig. 7).

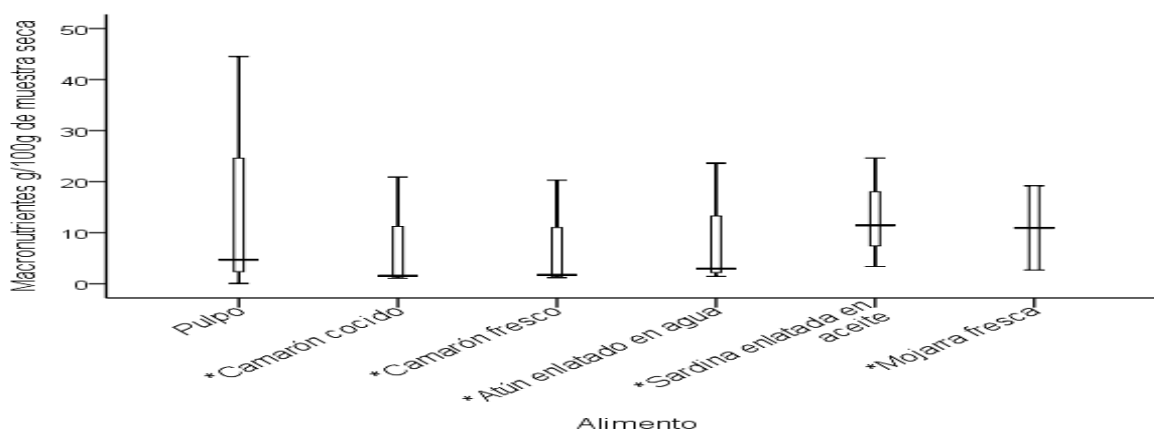


Figura 7. Promedio de macronutrientes para productos marinos de importancia comercial en México, en comparación con el pulpo (el valor reportado para este análisis es la media de los valores reportados en el análisis anterior), los alimentos que tienen asterisco (*) fueron obtenidos bibliográficamente de la tabla de composición de alimentos de Centroamérica (INCAP, 2007), obteniendo $N= 18$, $p=0.972$, $F=0.160$.

Al comparar al pulpo con otras especies de origen marino que no son especies objetivo, pero que son consumidas en México, representadas por otros moluscos y crustáceos, se obtuvo que el pulpo presenta la mayor cantidad de macronutrientes, seguido por la carne de caracol y los valores más bajos se reportaron para la carne fresca de ostra (Fig. 8).

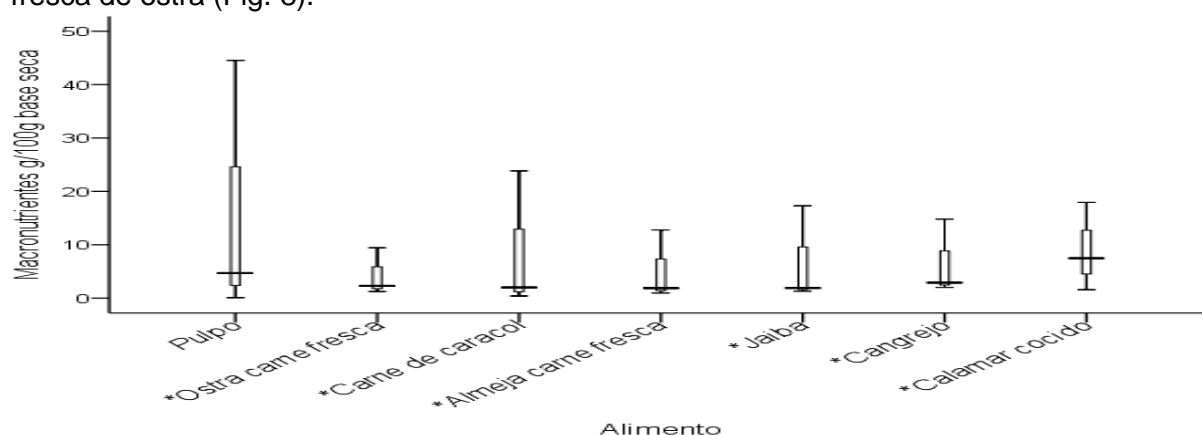


Figura 8. Promedio de macronutrientes entre especies de moluscos y crustáceos de importancia comercial en México, los alimentos que tienen * fueron obtenidos bibliográficamente de la tabla de composición de alimentos de Centroamérica (INCAP, 2007), obteniendo una $N=21$, $p=0.910$, $F=0.329$.

Los valores obtenidos comparando al pulpo con respecto a las especies de origen terrestre y de consumo en México, representadas por carne de res, pollo, cerdo, y huevo mostraron al pulpo con mayor aporte de macronutrientes, mientras que el alimento con menor aporte es el huevo (Fig. 9).

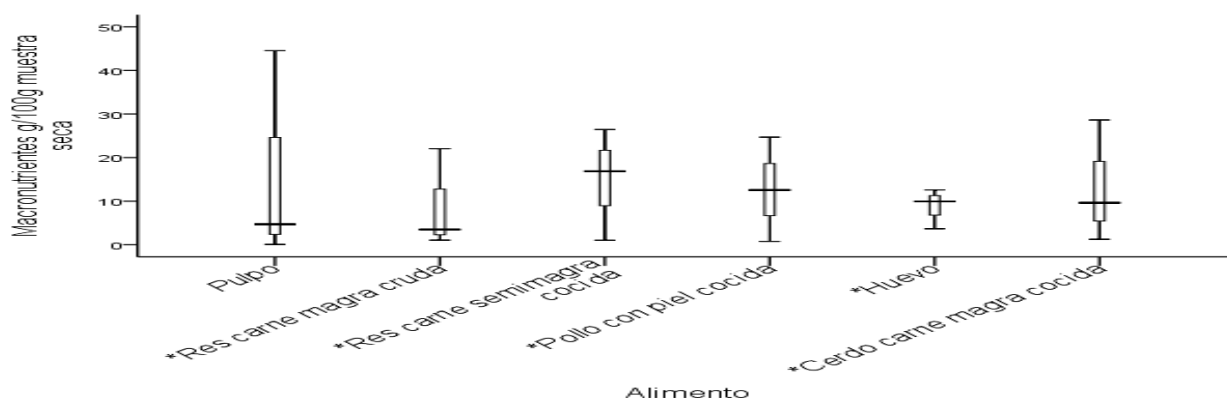


Figura 9. Promedio de macronutrientes en carnes de fácil acceso a la población mexicana, en comparación con el pulpo (este valor es la media de los valores obtenidos para los pulpos analizados en este estudio), los alimentos que tienen * fueron obtenidos bibliográficamente de la tabla de composición de alimentos de Centroamérica (INCAP, 2007), obteniendo una $N=18$, $p=0.980$, $F=0.140$.

6.4 Estadio gonádico, talla y sexo en relación al contenido de macronutrientes

Los análisis de la relación del estadio gonádico con respecto a la cantidad de macronutrientes, se obtuvieron resultados que se muestran en la Tabla 5.

Tabla 5. Relación de macronutrientes y estadio gonádico, la N =Nó. de organismos, media, DE=desviación estándar, valor de $t=0.05$ y $p=0.05$ para cada una de las comparaciones. Los valores de p que tienen un asterisco (*) representan valores significativamente diferentes.

Especie	Estadio gonádico.	N	Media	DE	Valor de t	Valor de p
<i>Octopus hubbsorum</i> ♀	III		7.36038	0.020047	0.0004*	0.5562
<i>Octopus maya</i> ♀			5.09213	0.030259		
<i>Octopus</i> sp. ♂	I	2	3.24997	0.035528	0.0070*	0.0005*
<i>Octopus hubbsorum</i> ♂*			6.75445	0.108615		
<i>Amphioctopus burryi</i> ♂	IV		1.55195	0.073891	0.0047*	<0.0001*
<i>Octopus hubbsorum</i> ♂			7.22827	0.012211		
<i>Octopus hubbsorum</i> ♀	III		1.58561	0.150397	0.5145	0.4487
<i>Octopus maya</i> ♀			2.17111	0.873246		
<i>Octopus</i> sp. ♂	I	2	2.5807	0.557674	0.1172	0.1171
<i>Octopus hubbsorum</i> ♂*			1.08752	0.565623		
<i>Amphioctopus burryi</i> ♂	IV		2.62163	0.03637	0.0551	0.0551
<i>Octopus hubbsorum</i> ♂		1	3.13466 *			
<i>Octopus hubbsorum</i> ♀	III		74.8183	1.15023	0.5645	0.5562
<i>Octopus maya</i> ♀			75.8296	1.68726		
<i>Octopus</i> sp. ♂	I	2	80.2609	0.6441	0.0695	0.0487*
<i>Octopus hubbsorum</i> ♂*			76.3723	1.08304		
<i>Amphioctopus burryi</i> ♂	IV		80.8166	1.06238	0.0544	0.0281
<i>Octopus hubbsorum</i> ♂			70.9746	2.13147		

6.5 Comparación de macronutrientes entre individuos de *Octopus hubbsorum* para Santa María, Huatulco, Oaxaca

La comparación de macronutrientes para *Octopus hubbsorum* en el estado de Oaxaca para el Pacífico mexicano, muestra diferencias significativas para el aporte de cenizas y proteínas (Tabla 6).

Tabla 6. Comparación de macronutrientes entre tres individuos de *Octopus hubbsorum* con diferente sexo, talla y estadio de madurez gonádica. N=No. de individuos, media, DE=Desviación estándar, todo calculado para un valor límite de $t=0.05$ y un valor de p para el análisis realizado con JMP11. Los valores de p que tienen un asterisco (*) representan valores significativamente diferentes. Ohh= *Octopus hubbsorum* ♀, Ohm*= *Octopus hubbsorum* ♂* y Ohm= *Octopus hubbsorum* ♂.

	Especie	N	Media	DE	Valor de t	Valor de p	Relaciones
Cenizas	<i>Octopus hubbsorum</i> ♀	2	7.36038	0.02005	3.18245	0.0025*	Ohh-Ohm*
	<i>Octopus hubbsorum</i> ♂		7.22827	0.01221		0.0051*	Ohm-Ohm*
	<i>Octopus hubbsorum</i> ♂*		6.75445	0.10862		0.1316	Ohh-Ohm
Lípidos	<i>Octopus hubbsorum</i> ♀	2	1.58561	0.1504	4.30265	0.0562	Ohm-Ohm*
	<i>Octopus hubbsorum</i> ♂	1	3.13466			0.0925	Ohm-Ohh
	<i>Octopus hubbsorum</i> ♂*	2	1.08752	0.56562		0.3519	Ohh-Ohm*
Proteínas	<i>Octopus hubbsorum</i> ♀	2	74.8183	1.15023	3.18245	0.0388*	Ohm*-Ohm
	<i>Octopus hubbsorum</i> ♂		70.9746	2.13147		0.087	Ohh-Ohm
	<i>Octopus hubbsorum</i> ♂*		76.3723	1.08304		0.385	Ohm*-Ohh

6.6 Entrevistas

Con base en la información obtenida de las entrevistas que se realizaron a los pescadores de las cooperativas en los estados de Veracruz, Campeche y Oaxaca, se obtuvieron las especies clave y las especies secundarias para la pesca (Fig. 10), y se describen también los artes de pesca más utilizados para la captura y extracción de cefalópodos dentro de las costas mexicanas (Fig. 11).

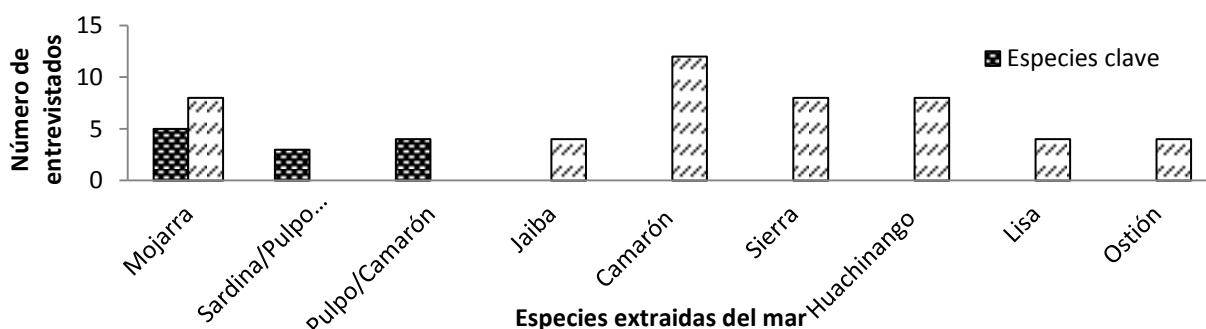


Figura 10. Especies clave y secundarias para la pesca en los estados de Campeche, Oaxaca y Veracruz.

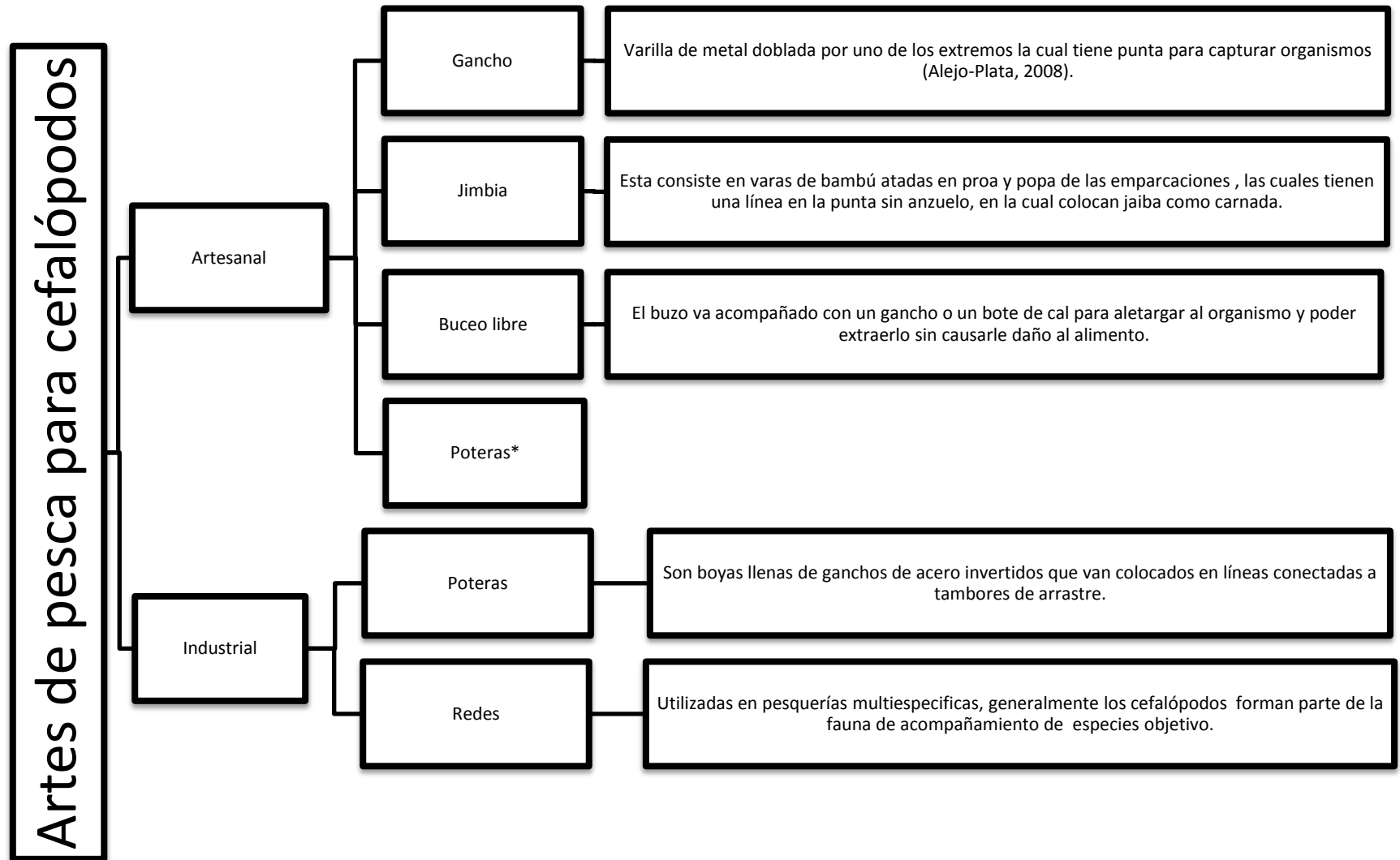


Figura 11. Artes de pesca utilizados en la captura de cefalópodos, de importancia comercial en México, (*) no se describirá por ser usado en pesquería de calamar.

6.7 Carta descriptiva

Océano Atlántico Golfo de México

Amphioctopus burryi (Voss, 1950)

Familia: OCTOPODIDAE

Diagnosis: Cuerpo redondeado, con estructuras rugosas en el manto, sifón en forma de W, los brazos presentan una línea oscura a lo largo de toda la parte dorsal, presenta dos hileras de ventosas de tamaño uniforme, sin ocelos junto a los ojos, cada hemibranchia presenta de 8 a 11 laminillas branquiales. El color no es distintivo para esta especie.

Localidad: Champotón, Campeche



Información Nutricional

Por porción 100g

	81.50 kJ
Contenido energético	(19.49 kcal)
Hidratos de carbono (Carbohidratos)	0 g
de los cuales:	
Azúcares	0 g
Fibra cruda	0 µg
Proteína	0.94 g
Lípidos (Grasas)	1.75 g
*Minerales	1.04 g
% de agua	81.5 g

* Los minerales que se tienen reportados para cefalópodos son Fe, Ca, K, Zn, Mg, Na.

Arte de pesca: Gancho

Regulación pesquera:

NOM-008-PESC-1993

NOM-009-PESC-1993

Octopus maya Voss & Solís, 1966

Familia: OCTOPODIDAE

Descripción: Cuerpo redondeado, presenta estructuras rugosas en el manto, tiene dos ocelos junto a los ojos, sifón en forma de W, saco de tinta presente, presenta entre 9 y 10 laminillas branquiales por hemibranchia y tiene las ventosas en dos hileras, el color no es un factor distintivo.

Localidad: Champotón, Campeche

Información Nutricional

Por porción 100g

	881.23 kJ (210 kcal)
Contenido energético	
Hidratos de carbono (Carbohidratos) de los cuales:	0 g
Azúcares	0 g
Fibra cruda	7.84 µg
Proteína	49.37 g
Lípidos (Grasas)	1.45 g
*Minerales	3.39 g
% de agua	85.2 g

* Los minerales que se tienen reportados para cefalópodos son Fe, Ca, K, Zn, Mg, Na.

Arte de pesca: Jimbia

Regulación pesquera:

NOM-008-PESC-1993

NOM-009-PESC-1993



Octopus sp.

Descripción: Cuerpo alargado, sin estructuras rugosas en el manto, sin ocelos junto a los ojos, sifón en forma de V, saco de tinta presente, tiene 12 laminillas branquiales por hemibranchia, los brazos son del mismo tamaño y presenta dos hileras de ventosas en zig-zag, engrandecidas y con coloración rojiza alrededor de las mismas, el color no es un carácter distintivo de la especie.

Localidad: Veracruz, Veracruz.

Familia: OCTOPODIDAE



Información Nutricional

Por porción 100g

	144.03 kJ (34.46 kcal)
Contenido energético	
Hidratos de carbono (Carbohidratos) de los cuales:	0 g
Azúcares	0 g
Fibra cruda	0 µg
Proteína	4.74 g
Lípidos (Grasas)	1.72 g
*Minerales	2.17 g
% de agua	84.7 g

* Los minerales que se tienen reportados para cefalópodos son Fe, Ca, K, Zn, Mg, Na.

Arte de pesca: Mano sin carnada

Regulación pesquera:

NOM-008-PESC-1993

NOM-009-PESC-1993

Océano Pacífico

Octopus hubbsorum Berry, 1953

Descripción: Cuerpo redondeado, brazos gruesos, de 3 a 4 veces la longitud del manto, ventosas engrandecidas en los brazos del segundo y tercer par, para ambos sexos, cada hemibranchia presenta de 8 a 10 laminillas branquiales, de color gris.

Localidad: Santa María Huatulco, Oaxaca

Información Nutricional

Por porción 100g

Contenido energético	860.92 kJ (205.96 kcal)
Hidratos de carbono (Carbohidratos)	0 g
de los cuales:	
Azúcares	0 g
Fibra cruda	0 µg
Proteína	49.37 g
Lípidos (Grasas)	0.94 g
*Minerales	4.74 g
% de agua	78.86 g

* Los minerales que se tienen reportados para cefalópodos son Fe, Ca, K, Zn, Mg, Na.

Arte de pesca: Gancho

Regulación pesquera:

NOM-008-PESC-1993

NOM-009-PESC-1993

Familia: OCTOPODIDAE



VII DISCUSIÓN

7.1 Trabajo de campo

Las actividades de campo permitieron adquirir seis organismos pertenecientes a cuatro especies (Tabla 3), e información de datos sobre pesquerías obtenidos con los pescadores (Figs. 9 y 10). La adquisición realizada en la pescadería de barbas en Veracruz, Veracruz, en la pescadería 15 letras en Champotón, Campeche y en “pescadería y mariscos la Güera” en Santa María Huatulco, Oaxaca, antes del periodo de veda, el cual sólo se establece para la extracción de pulpo en el Golfo de México.

Según los datos observados se puede decir que la pesca del recurso pulpo es ocasional y poco tecnificada, ya que los artes de pesca más utilizados son rudimentarios (Fig. 11), e infringen las normas de regulación, ya que no se respetan los periodos de veda ni las tallas de captura. Es importante señalar que el periodo de veda está basado en la biología de *Octopus maya*, lo cual es un grave error para la regulación pesquera; en el entendido de que cada especie presenta patrones biológicos únicos, por ejemplo periodos de reproducción y tasas de natalidad y mortalidad diferentes, aspectos que son objeto necesario de estudio, para poder mejorar dichas regulaciones.

7.2 Trabajo de gabinete

Se realizó la determinación taxonómica basada en datos morfométricos, sexo y estadio de madurez gonádica. No obstante, este procedimiento tiene algunos inconvenientes, tales como: el uso de caracteres , que resultan ser poco confiables, ya que se manejan datos cualitativos, y en el caso de los valores cuantitativos todo se expresa en promedios, lo cual hace la identificación confusa. Dentro de los caracteres cualitativos que se consideraron se encuentra el color, presencia o ausencia de fotóforos, ocelos, papilas sobre el tegumento; estos caracteres pueden dar una identificación errónea ya que varían dependiendo el momento y lugar de la determinación taxonómica (campo, laboratorio o gabinete). En el caso de los machos sexados en este trabajo, ninguno presentó hectocotilo, así que la determinación de sexo se realizó por medio de las gónadas.

Las claves taxonómicas para cefalópodos a pesar de ser dicotómicas deberían estar mejor sustentadas en cuanto a los caracteres que te llevan de una especie a otra, con el objetivo de lograr una identificación más confiable. Hace falta elaborar una guía para identificación en campo más completa, detallada y de fácil acceso, con el objetivo de facilitar el trabajo de los biólogos e incluso de los pescadores y representantes de las instituciones gubernamentales encargadas de la regulación pesquera de cefalópodos en México.

Para el Golfo de México, se identificaron una hembra *Octopus maya*, dos machos *Amphioctopus burryi* y *Octopus* sp., en estadios III, I y IV respectivamente (Tabla 4). Mientras que para el Pacífico mexicano se tienen tres individuos de la especie *Octopus hubbsorum*; una hembra y dos machos en estadios de madurez gonádica III, I y IV respectivamente (Tabla 4). Estos datos permiten inferir la existencia de generaciones traslapadas, ya que están representados tres de los cinco estadios de madurez gonádica. Sin embargo, es necesario ampliar el esfuerzo de muestreo, con el objetivo de conocer la estructura poblacional de los pulpos de importancia comercial e implementar mejoras para regular su de extracción en México. Es necesario establecer periodos de veda y tallas mínimas por especie, para reforzar la fase de reclutamiento de los organismos, asegurando un mayor aporte de nutrientes por parte de las diferentes especies de pulpo, a las dietas de los mexicanos.

7.3 Determinación proximal de macronutrientes

Con el objetivo de establecer puntos de comparación, se ubicó al pulpo dentro de los productos cárnicos, ya que estos alimentos tienen gran cantidad de proteínas con alto valor biológico, hierro disponible, vitaminas del grupo B, minerales y oligoelementos, los cuales desempeñan un papel fundamental en el equilibrio nutricional de los omnívoros (Salas-Salvado *et al.*, 2008). La ingesta de proteínas en México, está representada en orden de importancia por la carne de pollo, res y puerco, además de los productos marinos, dentro de los cuales el pulpo representa una parte mínima del consumo de la dieta mexicana (INP, 2012).

Los análisis proximales realizados en este trabajo, fueron modificados de los procedimientos estándar para alimentos de origen terrestre. La modificación fue con el objetivo de obtener valores comparables para alimentos de origen marino, ya que éstos tienen mayor cantidad de agua en sus tejidos y si se someten a tiempos cortos y temperaturas altas, se da una desnaturalización de proteínas (Voet y Voet, 2006).

Para la comparación de macronutrientes en cefalópodos de importancia comercial en México, no existió diferencia significativa entre las cuatro especies analizadas ($N=18$, $p=1$, $F=0.001$) (Fig. 6), lo anterior se justifica tomando en cuenta que los pulpos al igual que los otros animales, tienen un promedio de macronutrientes muy similar, de modo que las variaciones presentes serán mínimas (Hernández, 2010).

El aporte nutricional del pulpo para este trabajo fue de 49.96 g de proteína, 1.2078 g de grasas y 3.22 g de micronutrientes por cada 100 g de alimento consumido, dichos valores son los que se utilizaron para realizar los análisis estadísticos. Las comparaciones se realizaron de manera cualitativa entre el pulpo y alimentos de origen marino, alimentos de importancia pesquera en México y alimentos cárnicos terrestres, ya que los valores a comparar se obtuvieron bibliográficamente de la tabla de composición de alimentos de Centroamérica (INCAP, 2007), para los cuales solo se reporta el valor promedio para cada alimento; dicha consideración limita un análisis estadístico, aun así el valor de p se obtuvo para cada comparación.

La comparación de macronutrientes en pulpo y macronutrientes en alimentos de importancia comercial pesquera en México no mostraron diferencias significativas entre ellos ($N=18$, $p=0.972$ $F=0.160$) (Fig. 7), el alimento con un valor similar o cercano al del pulpo es la sardina enlatada en aceite; con 24.62 g de proteínas, 11.45 g de aceite, 3.38 g de micronutrientes en 100 g de alimento consumido. Para la comparación de macronutrientes del pulpo y los macronutrientes de otros alimentos de origen marino, no se encontraron diferencias significativas ($N=18$, $p=0.980$ $F=0.140$) (Fig. 8); los alimentos con un valor similar o cercano al del pulpo son: el calamar, que aporta 17.94 g de proteínas y, 7.48 g de grasas; la carne de caracol y el cangrejo, que aportan de 2 g de micronutrientes por 100 g de alimento consumido.

De la comparación entre macronutrientes del pulpo y los macronutrientes de carnes de origen terrestre, no se encontraron diferencias significativas entre ellos ($N=18$, $p=0.980$ $F=0.140$) (Fig. 9); los alimentos con un valor similar o cercano al del pulpo son: la carne de cerdo magra cocida con un aporte de 28.62 g de proteínas, la res semi magra, con 16.87 g de grasas, el huevo que aporta 3.65 g en 100 g de alimento consumido.

Esta determinación proximal muestra que de 100 g de alimento consumido, el pulpo contiene casi el 50 % de proteínas, de las cuales el 67 % va a ser asimilado por el cuerpo humano. En comparación con otros alimentos, el pulpo es una fuente de proteína que contiene los aminoácidos esenciales y es de fácil acceso a la población por su precio (Tabla 3).

Con respecto a las grasas y tomando en cuenta valores para 100 g de alimento consumido, el pulpo aporta 1.21 g, en tanto que el alimento con mayor aporte de grasas es la carne de res semi magra cocida, con 16.87 g y el alimento que menos aporte da es la carne de caracol con 0.4 g. Los lípidos contenidos en 100 g de pulpo, representan el 2 % del peso, y están compuestos por lípidos neutros, glucolípidos y fosfolípidos, de menor a mayor proporción; dentro de este valor entre 122 mg y 250 mg son de colesterol neto, es decir colesterol de baja y alta densidad (Vázquez, *et al.* 2005).

El contenido de colesterol en el pulpo (1.21 g de grasas netas) como alimento no implica que todo lo que se consuma, va a ser asimilado por el cuerpo humano, por lo que la ingesta de pulpo no implica ningún daño a la salud. Los valores normales de colesterol en sangre, son de 200 mg/dl; para el caso de las lipoproteínas de baja densidad (LDL), los valores son entre 70-130 mg/dl (los valores bajos, son mejores) y para el caso de las lipoproteínas de alta densidad (HDL) son más de 50 mg/dl (valores altos son mejores) (Masana, 2009).

En cuanto a las cenizas (los micronutrientes, formados por vitaminas y sales minerales), el pulpo aporta 3.22 g; el alimento con mayor aporte es el huevo con 3.65 g y el alimento con menos aporte es el pollo con piel y cocido con 0.76 g; estos valores son para 100 g de alimento consumido.

En términos generales el aporte del pulpo para lípidos y cenizas (micronutrientes) es bajo mientras que el aporte de proteínas es alto en comparación con otros alimentos de origen animal, lo cual le confiere la ventaja para ser considerado un alimento para consumo alternativo en las dietas mexicanas.

7.4 Estadio gonádico, talla y sexo con relación al contenido de macronutrientes

7.4.1 Estadio gonádico y cantidad de macronutrientes

Se realizó una prueba de *t de Student* para ver la relación entre el estadio gonádico y la cantidad de macronutrientes, obteniendo diferencia significativa en dos estadios; el estadio I representado por *Octopus hubbsorum* y *Octopus* sp. ($N=2$, $t=0.0070$, $p=0.0005$) y el estadio IV representado por *Amphioctopus burryi* y *Octopus hubbsorum* ($N=2$, $p<0.0001$, $t=0.0047$) (Tabla 4). En el caso del estadio III no se presenta diferencia significativa puesto que es el punto intermedio de desarrollo en el cual los organismos están listos para el proceso de reproducción, se esperaría un resultado similar para el estadio II, para el cual no se tuvo organismos en este estudio que permitieran realizar dicha comparación. La cantidad de macronutrientes va a ser diferente con entre los estadios que están a los extremos, esto porque cuentan con características muy diferentes.

7.4.2 Correlación de macronutrientes con respecto a la talla

Los pulpos adquiridos en los diferentes Estados, pertenecían a estadios de desarrollo ontogenético diferente (Tabla 4), los macronutrientes presentes para cada una de estas etapas, muestran una correlación directa entre la talla y el peso, dicha información nos permite inferir que la cantidad de macronutrientes será mayor en relación al aumento de talla y peso que presente el organismo.

Al existir una relación entre la talla y el peso, esta se verá reflejada en el aporte de nutrientes, motivo por el cual debe existir una regulación con respecto a las tallas de extracción para los cefalópodos en las costas mexicanas, ya que así se protege a las poblaciones de pulpos y se garantiza que el aporte de nutrientes será alto en tallas grandes.

7.4.3 Correlación de macronutrientes con respecto al sexo

Los pulpos presentan marcado dimorfismo sexual, una vez que alcanzan la etapa de reproducción, como aumento de tamaño y presencia del hectocotilo. Para este estudio se probó la posible diferencia de macronutrientes entre hembras y machos, sin embargo no se encontró diferencia significativa con relación a los macronutrientes ($N=18$, $p=0.097$). Esto se debe entre otros factores a que las hembras y machos utilizan su energía con fines reproductivos (Alejo-Plata *et al.*, 2008), esto no permite ver una diferencia significativa con relación al aporte de macronutrientes.

7.5 Comparación de nutrientes entre individuos de *Octopus hubbsorum* para Santa María, Huatulco, Oaxaca

La comparación de nutrientes para *Octopus hubbsorum* en el Pacífico mexicano mostró diferencia significativa para el aporte de cenizas (micronutrientes) y proteínas entre los machos de esta especie (Tabla 5). El aporte de micronutrientes presentó diferencia significativa entre un macho de estadio de madurez gonádico I y la hembra en estadio de madurez gonádica III; finalmente la comparación del aporte de lípidos entre los organismos, no mostró diferencia significativa.

En el caso de los organismos identificados para el Golfo de México, no se realizó el análisis de relación entre el área geográfica y el contenido de macronutrientes ya que no se contaba con más de tres organismos de la misma especie. La relación de nutrientes con respecto al área geográfica permite inferir la posible variación en cuanto al contenido de los mismos, aun así se necesitaría comparar entre organismos del mismo estadio de madurez gonádica para dar un resultado más contundente.

7.6 Entrevista y artes de pesca

Los artes de pesca se dividen en dos grandes grupos, artesanales e industriales, para el caso de captura de cefalópodos. El método de pesca utilizado en la captura de pulpos en el Pacífico mexicano es el gancho (Fig. 11), arte de pesca que ha sido criticado y prohibido en algunas regiones, debido a su baja selectividad, ya que genera daño en las estructuras de los organismos cuando se extraen de su refugio y aunque el pescador

seleccione las tallas permitidas, al liberar al pulpo este tendrá pocas probabilidades de supervivencia (Alejo-Plata *et al.*, 2008).

Para la pesca del recurso pulpo en el Golfo de México, los artes de pesca utilizados son la jimbía y buceo libre; la jimbía utiliza varas de bambú que se atan en proa y popa del barco, las cuales tienen una línea con plomo y carnada amarradas en la punta (Fig. 12). Esta técnica permite la obtención del organismo vivo, sin daño de estructuras y la selección de tallas permitidas, lo mismo que el buceo libre, en el cual tampoco se utiliza ningún tipo de anzuelo; con ambos artes de pesca las tasas poblacionales no se ven afectadas (INP, 2006).



Figura 12. Jimbia, arte de pesca selectiva y artesanal, modificada en diciembre 2013, <www.sistemaproductopulpo.com>

7.6.1 Reglamentación de artes de pesca

La regulación de los artes de pesca se divide en dos disposiciones que tienen como objetivo reducir la mortalidad por pesca. La primera disposición restringe el empleo de los artes más destructores, y la segunda se aplica al tamaño de las mallas que se utilizan para captura de cefalópodos (INP, 2006). Es por esto que los artes de pesca utilizados para la extracción de los cefalópodos, deben tener mayor regulación; dentro de los aspectos a legalizar son el tamaño del anzuelo, si es que se va a utilizar, el tamaño de las poteras y la apertura de malla, con el objetivo de mantener constantes las poblaciones, respetando los periodos de reclutamiento y evitando su extracción.

En la actualidad no existe un reglamento para la extracción de estos organismos y el impacto por no regularlos será negativo a largo plazo, como lo que ocurre actualmente con la captura de peces de escama.

7.7 Cartas descriptivas

En las cartas se muestra la información resumida y de fácil acceso para cada una de las especies de pulpos que se analizaron en éste trabajo; especie, familia, diagnóstico, localidad, información nutrimental, arte de pesca y regulación pesquera actual

Las cartas brindan información puntual por especie, lo cual da paso a implementar esta herramienta en todas las especies que son de importancia comercial y con un valor económico y no solo para los pulpos, siendo útil para facilitar información accesible a los interesados en las pesquerías en México.

7.7.1 Ajustes en la Carta Nacional Pesquera

En México no se tiene una reglamentación clara 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, ambientales y operativas para ambos océanos; sin embargo el periodo de veda que se implementa en el Golfo, se aplica en algunas regiones del Pacífico mexicano (Alejo-Plata *et al.*, 2008).

Para la regulación pesquera en el Golfo de México y el Pacífico mexicano, es necesario plantear nuevas técnicas y ampliar la información que permita mantener las poblaciones estables; para hacer esto, se debe conocer de manera completa el ciclo de vida de las especies de pulpos que son de importancia comercial ya que cada especie presenta diferencias entre comportamiento y épocas de reproducción (Chávez y Castro, 2008). Algunos otros factores a considerar son la variabilidad ambiental y estacional, que pueden afectar los procesos biológicos y las capturas. Se sabe que la disminución de temperatura del agua, afecta la maduración y la alimentación de los cefalópodos, siendo reflejada en la cantidad de macronutrientes que contengan y en la productividad, ya que se observan disminuciones en las capturas (Forsythe y Heukelem, 1987; Alejo-Plata *et al.*, 2008) por lo tanto debe realizarse estudio detallado que permita implementar medidas de regulación efectivas.

En términos generales, los cefalópodos presentan sensibilidad a la variación ambiental, por esto podrían ser considerados como indicadores (Boyle y Rodhouse, 2005). El factor de sensibilidad climática, debe ser de interés dentro de la evaluación de poblaciones que están sometidas a explotación pesquera en México (Agnew, *et al.*, 2002; Pierce *et al.*, 2008).

7.7.2 Regulaciones legales del recurso pulpo en México

La regulación pesquera de extracción para los cefalópodos en México tiene una norma encargada de toda la clase; sin embargo es necesario plantear nuevas normas que vayan de acuerdo a las especies que se están extrayendo en los mares mexicanos.

La norma encargada de esta regulación es la **NOM-009-PESC-1993**.

Dicha norma carece de sentido ya que la manera en que se regula la extracción de recurso pulpo no está bien fundamentada, ya que se aplica para todo el género *Octopus*. Lo anterior no satisface las necesidades básicas de regulación de las poblaciones por especie puesto que se desconocen los aspectos biológicos generales y las características oceanográficas, geomorfológicas, ambientales y operativas relevantes para la biología del recurso pulpo en los litorales mexicanos.

Se considera a los cefalópodos organismos resilientes a la presión por pesca, debido a las características de su historia de vida, incluyendo un rápido crecimiento, edad temprana de maduración y periodos de vida cortos, la mayoría de las especies viven sólo un año y mueren después del desove (Alejo-Plata *et al.*, 2008; Pierce *et al.*, 2008).

Los cefalópodos pueden ser una nueva alternativa como fuente de alimento de fácil acceso en la población mexicana, económico y que cuenta con los estándares de aporte nutricional mínimos necesarios para ser consumido. La regulación pesquera sobre explotación y extracción del recurso pulpo en las costas mexicanas aún no está bien definido y delimitado, es por eso que se tienen que buscar nuevas fuentes de información y promover el estudio acerca del impacto de esta pesquería a largo plazo, con la finalidad de lograr que este recurso se extraiga de manera sustentable.

VIII CONCLUSIONES

- ☹ Para el caso del recurso pulpo, se reporta alto contenido de proteínas y bajo contenido de lípidos y micronutrientes, no se encontró diferencia significativa entre, género, especie sexo y región con relación al aporte nutricional.
- ☹ La cantidad de macronutrientes de los pulpos de importancia comercial en México se encuentra dentro de los estándares en comparación con otros alimentos de origen animal.
- ☹ No se encontraron diferencias significativas del contenido de macronutrientes con respecto a los estadios gonádicos.
- ☹ Se muestra diferencia significativa entre la talla y el aporte de nutrientes, sin embargo no se encontró diferencia significativa entre el sexo y el área geográfica.
- ☹ Los artes de pesca que se reportan para este trabajo fueron: el gancho, la jimbia y el buceo libre. Con base en la información bibliográfica y las entrevistas realizadas en campo, se puede plantear la necesidad de artes de pesca selectivos para los cefalópodos con la finalidad de mantener tasas poblacionales constantes.
- ☹ Se realizó una nueva propuesta de carta descriptiva para mostrar la información por especie; que contiene descripción, contenido de macronutrientes y artes de pesca.
- ☹ Se deben considerar los aspectos biológicos generales por especie, las características geográficas, hidrológicas y oceanográficas ya que son diferentes entre los litorales de México lo cual servirá para la modificación de los periodos de veda.

- El pulpo representa una alternativa en la alimentación para el consumidor nacional ya que posee características nutricionales que lo distinguen de otros productos cárnicos, ubicándolo como un sustituto de estos. El valor nutritivo aunado al bajo costo hacen del pulpo un alimento de alta calidad, lo cual representa una ventaja en el mercado.

IX LITERATURA CITADA

- Agnew, D., J. Beddington y S. Hill. 2002. The potential use of environmental information to manage squid stocks. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 59: 1851-1857.
- Alejo-Plata M.C., J.L. Gómez-Marquez, S. Ramos y J.E. Herrera. 2008. Reproducción, dieta y pesquería del pulpo *Octopus (Octopus) hubbsorum* (Mollusca: Cephalopoda) en la costa de Oaxaca, México. *Revista de Biología Tropical* 57: 63-78.
- Amaratunga, T. 1983. The role of cephalopods in the marine ecosystem. In: Caddy, J.F. (Ed.), *Advances in Assessment of World Cephalopod Resources*. FAO Fisheries Technical Papers, 231: 379-415.
- A.O.A.C., Association of Official Analytical Chemists, 1975. *Official methods of analysis*, Association of Official Analytical Chemists. Editorial Arlinton, Virginia, USA.
- A.O.A.C., Association of Official Analytical Chemists, 1990. *Official methods of analysis*, Association of Official Analytical Chemists. Editorial Arlinton, Virginia, USA.
- A.O.A.C., Association of Official Analytical Chemists, 1995. *Official methods of analysis*, Association of Official Analytical Chemists. Editorial Arlinton, Virginia, USA.
- A.O.A.C., Association of Official Analytical Chemists, 2003. *Official methods of analysis*, Association of Official Analytical Chemists. Editorial Arlinton, Virginia, USA.
- A.O.A.C., Association of Official Analytical Chemists, 2005. *Official methods of analysis*, Association of Official Analytical Chemists. Editorial Arlinton, Virginia, USA.
- Arreguín-Sánchez, F., M. Solís-Ramírez y M.E. González de la Rosa. 2000. Population dynamics and stock assessment for *Octopus maya* (Cephalopoda: Octopodidae), *Revista de Biología Tropical*, 48: 35-43.

- Baeza M., Benito, M.P. y J.M. Simón. 2009. *Alimentación y nutrición familiar*, Editex, Madrid, España. 256p.
- Bello-Gutiérrez J. 2000. *Ciencia Bromatológica, principios generales de los alimentos*, Ediciones Díaz de Santos, Madrid, España. 587 pp.
- Boyle, P. y P. Rodhouse. 2005. *Cephalopods. Ecology and Fisheries Blackwell Sciences*, Oxford. 452 pp.
- Brusca, R.C. y G.J. Brusca. 2003. Phylum Mollusca pp.703-772, *In: Invertebrates*. Mc Graw Hill, New York. 1005 p.
- Campbell, N.A. y J.B. Reece. 2007. *Biología*. 7Ed., Editorial Medica Panamericana, España, 844 p.
- Chávez, E.A. y J.L. Castro O. 2008. Impacto del cambio climático sobre las pesquerías de la zona de transición templado-cálida del Pacífico Oriental Mexicano. pp. 68-81. *In: López-Martínez, J. (Ed). La Variabilidad Ambiental y las Pesquerías de México*. Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca. México. 200 p.
- Cifuentes-Lemus, J.L., Torres G.P. y M.M. Frías. 1997. *El océano y sus recursos X. Pesquerías*, en: M.A. Pulido y M.C. Farías (Coords.), *La ciencia para todos*, Fondo de Cultura Económica, México, <http://omega.ilce.edu.mx:3000/sites/ciencia/volumen2/ciencias3/081/htm/océano.htm>, consultado el 11 de junio del 2013.
- CONABIO, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 2011. 'Zona Económica Exclusiva de México'. Límite Nacional 1:250000. Modificado de Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, INEGI, Lugo-Hupb J., Vidal-Zepeda, R., Fernández-Equiarte, A. Gallegos-García, A. Zavala-H, J. González-Rivas, M. Hurtado-Chávez y A.E. Castro-Lopez 1990. 'Zona Económica Exclusiva de México'. Extraído de Hipsometría y Batimetría, I.1.1. Atlas Nacional de México. Vol. I. Escala 1:4000000. Instituto de Geografía, UNAM. México <

www.conabio.gob.mx/informacion/gis/layoutstdv250> Consultado el 10 de abril del 2013.

FAO, Food and Agriculture Organization of the United Nations. 1997. *Fishery statistics, catches and landing*, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Fish. 134, 713 p.

FAO, Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2001. *Yearbook of Fishery Statistics. Capture Production*, Roma, FAO, 8:752 p.

FAO-OMS-ONU, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación- Organización Mundial de la Salud- Universidad de las Naciones Unidas. 1985. *Necesidades de energía y proteínas. Informe de una Reunión Consultiva Conjunta FAO/OMS/ONU de Expertos*, Serie de Informes Técnicos, núm. 724, Ginebra.

Fernández-Alamo, M.A. y G. Rivas. 2007. *Niveles de Organización de animales*, Las prensas de Ciencias, UNAM, México, 254 p.

Forsythe, J.W. y V Heukelem. 1987. Growth pp. 135-156. In: P.R. Boyle (ed). *Cephalopod Life Cycles*. Academic, Londres, 264 p.

Hernández, G.A. 2010. *Tratado de nutrición. Tomo I Bases Fisiológicas y Bioquímicas de la Nutrición*. Editorial Médica Panamericana. España 145 p.

Hernández, M., G.A. Rodríguez, y G. Sastre. 1999. *Tratado de nutrición*, Díaz de Santos, Madrid España. 126-129 p.

Hickman, P., L. Roberts y A. Larson. 2002. *Integrated principles of Zoology*, Mc. Graw-Hill, México. 352 p.

IBM Corp. Released 2012. IBM SPSS Statistics for Windows, Version 21.0. Armonk, NY: IBM Corp.

- INCAP, Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá. 2007. *Tabla de Composición de Alimentos de Centroamérica*. Menchú, M.T. y Méndez, H. (Eds), Guatemala. 137 p.
- INEGI, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e informática. 2009. Pesca y acuacultura, México
- INP, Instituto Nacional de Pesca. 2001. *Sustentabilidad y pesca responsable en México. Evaluación y Manejo*. Secretaría de Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, México. 63-85, 523-543 pp.
- INP, Instituto Nacional de Pesca. 2004. *Sustentabilidad y Pesca Responsable en México. Evaluación y Manejo*. Secretaría de Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, México. 70-105, 357-439 pp.
- INP, Instituto Nacional de Pesca. 2006. *Sustentabilidad y Pesca Responsable; Evaluación y Manejo*. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. México. 523 p.
- INP, Instituto Nacional Pesca. 2010. *Carta Nacional Pesquera*, Secretaría de Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. México.70-86 pp.
- INP, Instituto Nacional de Pesca. 2012. *Carta Nacional Pesquera*, Secretaría de Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. México, 38-39,119-120 pp.
- JMP®, Version <11>. SAS Institute Inc., Cary, NC, 1989-2007.
- Masana, M.L. 2009. *Comprender el Colesterol*. 4ª Ed., Editorial Amat, Barcelona, 11-28 pp.
- Melo R. V., N.M. García, M.L Machado y A.H. Jiménez. 2010. Los insectos de Xochimilco alimento de alto contenido en proteínas. *Revista de Enfermería Neurológica*. 9; (2): 86-89.

- Melo, V., T. Quirino, S. Macín, M. García, C. Calvo y B. Miramontes. 2011. The Chiton articulatus source of minerals for human health, *Emirates. Journal of food and Agriculture*. 2011. 23 (6): 490-494.
- Mille, P.S. 2007. *Invertebrados*. Instituto Politécnico Nacional, México. 491-575 pp.
- Nollet, M. L. 1996. *Handbook of food analysis*, New York. 235-250 pp.
- Osborne, T.B. y L.B. Mendel. 1914. *Nutritive properties of proteins of the maize kernel*, *Journal Biological Chemistry*. 18 (1) no tengo la cita original buscar de donde la puse =D
- Payne, A.I.L., M.R. Lipinski, M.R. Clarke & M.C. Roeleveld, 1998. Cephalopod biodiversity, ecology and evolution. *South African Journal of Marine Science*, 20: 469.
- Pierce, G.J. y A. Guerra. 1994. Stock assessment methods used for cephalopod fisheries. *Fisheries Research Journal*. 21: 255-285.
- Pierce, G. J., D. Vasilis, A. Guerra, P. Jereb, L. Orsi, J. Bellido, I. Katara, U. Piatkowski, J. Pereira, E. Balgueriras, I. Sobrino, E. Lefkaditou, J. Wang, M. Santurtun, P. Boyle, L. Hastie, C. MacLeod, J. Smith, M. Viana, A. González y A. Zuur. 2008. A review of cephalopod-environment interactions *In: European Seas Hydrobiologia*. 612: 49-70.
- Pomeranz, Y. y C. Meloan. 1984. *Food Analysis Theory and Practice*. 3ª Ed., Chapman & Hall, United States of America. 356 p.
- Ponder W. F. y D. R. Lindberg. 2008. Molluscan evolution and Phylogeny: an Introduction pp. 1-18 *In: Phylogeny and Evolution of the Mollusca*. University California Press, Los Angeles. 469 p.

PROFECO, Procuraduría Federal del Consumidor. 2013. Quien es quien en los precios de carne de pollo, cerdo, res, pescados y mariscos < www.profeco.gob.mx/precios/canasta/default.aspx> Consultado el 22 de abril del 2013.

Rocha, F. 2003. *Biología, ecología, cultivo y pesquerías de cefalópodos*. Curso de postgrado, Universidad Austral de Chile, España. 235p.

Rousseau, R., R. James y W. Fair. 1987. Handbook of separation process technology. Wiley-IEEE, España. 261–262 pp.

Roper, C.F.E., M.J. Sweeney y F.G. Huchberg., 1995. Cephalopodos, *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. 305-355 pp.

SAGARPA, Secretaría de Agricultura Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. 2002. *Anuario Estadístico de Pesca 2002, Comisión Nacional de acuicultura y pesca*, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Acuicultura, México. 266 pp.

SAGARPA, Secretaría de Agricultura Ganadería, desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. 2011. *Anuario estadístico de Acuicultura y Pesca*, Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca, México. 34 pp.

Salas-Salvado, J., S. A. Bonada, C. R. Trallero, S. M. Saló y R. P. Burgos. 2008. *Nutrición y dietética clínica*. 2ª Ed., ELSEVIER MASSON, España. 58 pp.

Serra M.L. y J. B. Aranceta. 2006. *Nutrición y Salud Pública, Métodos, Bases Científicas y Aplicaciones*. 2ª Ed., Masson, España 15 pp.

- SEPESCA, Secretaría de Pesca y Acuicultura. 1987. *Pesquerías Mexicanas, Estrategias para su administración*, Secretaría de Pesca, México. 1061 p.
- SE, Secretaría de Economía. 2013. Reporte de precios para pescados y mariscos. En; PROFECO, Procuraduría Federal del Consumidor. 2013. Especial de precios de pescados y mariscos; quien es quien en los precios, temporada de semana santa, <http://www.profeco.gob.mx/encuesta/brujula/bruj_2012/bol213_pescados.asp> Consultado el 21 de marzo del 2013, en; SE, Secretaría de Economía. 2013.
- SEGOB, Secretaría de Gobernación. 2012. DOF, Diario Oficial de la Federación. <<http://www.dof.gob.mx/index.php>> Consultado el 11 de febrero del 2014, en; SEGOB, Secretaría de Gobernación. 2014.
- Solís-Ramírez, M. 1994. Mollusca de la Península de Yucatán, México, *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. 13-32 pp.
- Vázquez, C., A.I. de Cos y C. López-Nomdedeu. 2005. *Alimentación y Nutrición Manual Teórico-Práctico*, 2ª Ed., Ediciones Díaz de Santos, Madrid, España, 25 pp.
- Voet, D. y J. Voet, 2006. *Bioquímica*, 3ª Ed., Editorial Médica Panamericana, España, 166 pp.

ANEXO I

Sistemática y taxonomía

Se presenta la lista taxonómica de las cuatro especies cefalópodos incluidos en dos géneros y una familia que se registran para los estados de Veracruz, Campeche y Oaxaca en el presente estudio.

Esta clasificación se basa en las claves (FAO, 1997; FAO, 2001; Roper, 1995), para hacer la descripción de las especies capturadas en dicho estudio.

Phylum MOLLUSCA, Linnaeus, 1758

Clase CEPHALOPODA Cuvier 1797

Subclase COLEOIDEA, Bather, 1888

Superorden OCTOPODIFORMES, Berthold & Engeser, 1987

Orden OCTOPODA, Leach, 1818

Suborden INCIRRATA Grimpe, 1916

Superfamilia OCTOPODOIDEA d'Orbigny, 1839 en Ferrusac y d'Orbigny 1834-1848

Familia OCTOPODIDAE, d'Orbigny, 1839

Género *Octopus* Cuvier, 1797

Octopus hubbsorum Berry, 1953

Octopus maya Voss & Solís, 1966

Octopus sp.

Género *Amphioctopus* P. Fischer, 1882

Amphioctopus burryi (Voss 1950).

ANEXO II

Tabla 7. Localidad, tallas, pesos y estadios de desarrollo gonádico, para los organismos de dicho estudio.

Océano Pacífico							
Especie	Localidad	LM (mm)	LT (mm)	Peso completo (g)	Peso de los brazos (g)	Sexo	Estadio de desarrollo
<i>Octopus maya</i> Voss & Solís, 1996	Champotón, Campeche	95	320	350	250	Hembra	En maduración (II) ovario color amarilla tenue con estructuras granulares
<i>Amphioctopus burryi</i> Voss 1950	Champotón, Campeche	90	324	350	250	Macho	Desovado (IV) saco espermatofórico flácido y de color blanquecino
<i>Octopus</i> sp.	Veracruz, Veracruz	100	340	450	400	Macho	Inmaduro (I) órgano espermatofórico transparente
Océano Atlántico							
<i>Octopus hubbsorum</i> Berry, 1953	Santa Cruz, Huatulco Oaxaca	110	410	1200	800	Hembra	Maduro (III) Ovario muy grande, con huevos color crema
<i>Octopus hubbsorum</i> Berry, 1953	Santa Cruz, Huatulco Oaxaca	95	320	650	500	Macho	Desovado (IV) saco espermatofórico flácido y de color blanquecino
<i>Octopus hubbsorum</i> Berry, 1953	Santa Cruz, Huatulco Oaxaca	95	330	500	423	Macho	Inmaduro (I) órgano espermatofórico transparente

LM= Longitud del manto, LT= Longitud total