



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE CIENCIAS

**CEFALÓPODOS COMERCIALIZADOS EN EL
MERCADO “LA NUEVA VIGA”, CIUDAD DE MÉXICO**

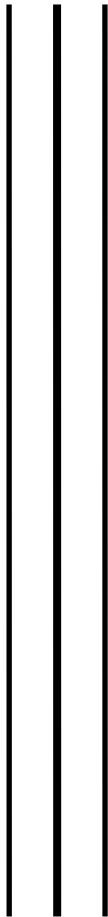
T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

BIÓLOGO

P R E S E N T A:

OSCAR ISAAC DIEZ DE BONILLA JIMÉNEZ



DIRECTOR DE TESIS:

DR. RICARDO PLIEGO CÁRDENAS

Ciudad Universitaria, Cd. Mx., 2021



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.

Agradecimientos

Agradezco a todo aquellos quienes aportaron, de manera sincera, a mi trabajo de tesis; aunque los haya olvidado, les agradezco enormemente.

A mi alma máter, la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México por darme el privilegio de ser acogido en sus instalaciones durante mi proceso de formación profesional y a todos mis profesores de la Facultad de Ciencias, cuyo aporte supone los cimientos sobre los cuales se construyó la tesis.

Agradezco especialmente al Dr. Ricardo Pliego Cárdenas, por ponerme enfrente la idea que originó esta tesis, por ofrecerme los medios para desarrollar con éxito este proyecto y por disponerme sus conocimientos y su experiencia, con paciencia y profesionalismo, siempre que los necesitaba.

A la Dra. Edna Naranjo García por la confianza y la paciencia en mi proyecto, y por compartir los materiales y los principios técnicos para la revisión de ejemplares en el laboratorio que encabeza en la Colección Nacional de Moluscos del IB UNAM.

A la Dra. Irene de los Ángeles Barriga Sosa por brindarme el apoyo necesario para la secuenciación genética de las muestras, por el valioso tiempo que me otorgó y por permitirme el acceso al laboratorio de genética de la Planta Experimental de Producción Acuícola (PExPA) de la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa (UAM-I)

A la Dra. Jazmín Deneb Ortigosa y la Dra. Jazmín Aristeo Hernández por su accesibilidad, por la claridad en sus críticas durante mis exposiciones y la objetividad en la revisión del escrito de esta tesis.

A la Dra. Martha Reguero y la M. en C. Xochitl Guadalupe Vital Arriaga por recibirme con tanta amabilidad y ofrecerme su apoyo para finalizar este trabajo con éxito.

A mis compañeros del laboratorio de la Colección Nacional de Moluscos del taller “Moluscos de México”, que me ayudaron de una u otra manera a culminar este proyecto: Fernanda, Bruno, Juan, Fabi, María y Noemí.

A los comerciantes y el resto de la comunidad trabajadora del mercado de La Nueva Viga, por la información brindada durante la realización de este proyecto.

Dedicatoria

Estoy muy orgulloso de poder hacer mención de todos a quienes dedico esta meta tan anhelada que representa mi título profesional a través de este trabajo de tesis.

A mis padres Mariano y Rebeca, por apoyarme brindando la voluntad, la fuerza y los apoyos incondicionales que fueron fundamentales para la culminación de mi tesis, sus arduos esfuerzos son impresionantes y su amor es para mí invaluable.

A mis hermanos Adrián y Mariano por transmitirme su sabiduría en todo momento, por los buenos ratos compartidos y por ser buenos perros.

A mis abuelos, tíos, primos y sobrinos, quienes conforman a la genial familia que llena de alegría cada convivencia y no dejaron de dedicarme apoyo constante.

Le dedico esta tesis especialmente a mis primos Sandra y Roberto, quienes fueron los familiares, después de mis padres, que más me procuraron a lo largo del proceso de elaboración de esta tesis. Me enseñaron muchas cosas vitales; muchos de los logros se los debo a ustedes. A mi tía Aurora, mi segunda madre; mi tío Juan, que en paz descansa, a quien quise muchísimo; mi tía Teresa, quien siempre cumple todos mis caprichos; mi tía Laura, con quien he tenido gratas charlas y quien ha puesto mucho esmero en los deliciosos alimentos que me mantuvieron sano y fuerte durante la carrera; mi tía Sandra, quien me ha procurado mucho, y mi tía Catalina, quien es muy linda y amorosa.

A todas aquellas personas interesadas en contribuir a la conformación de este trabajo. Sobre todo a los amigos que me acompañaron a lo largo de la carrera, cuyos gestos de cortesía fueron indispensables. Reciban una dedicación especial mis colegas y amigos: Fernanda "sauria", "El Buen" Fer, Sandra Berenice, Ángel "Viejo" Samaniego, Israel "Junior" y Uziel; gracias por hacer de este viaje, de risas y lágrimas, algo divertido.

A mis amigos del Colegio de Ciencias y Humanidades Plantel Naucalpan (CCH-N):
Angel "Ito" Rivera, Velia, Brenda y Aline.

A mi colega y amiga Itzel Ramírez López.

Dirijo muchas dedicatorias al equipo "Judo UNAM Carlos Espinoza", a los *senseis* Julio Sosa, Federico Vizcarra y Marco Aurelio Ortiz, quienes me formaron con la disciplina de "caer y levantarse", la cual en todo momento está conmigo ayudándome a aprender de mis errores y a no cometerlos otra vez.

Por último, dedico esta tesis a mis *sempaís*, quienes me aportaron individualmente cosas sumamente importantes que servirán para toda mi vida. Especialmente les agradezco a Emilio Zavala *wiking panzerssoldaten*, Yeri Ariadna Pérez, Marco "Marx" Polo Álvarez, Ariel Reyes Jiménez, Kevin "Knight", Eric "Capi", Ireric, Jessy y Sergio "Pequeñitus" por estar presentes en la evolución y posterior desarrollo total de mi tesis. Los quiero. Me honran todos ustedes por contribuir con mi formación.

CONTENIDO

ÍNDICE DE FIGURAS	1
ÍNDICE DE CUADROS	5
GLOSARIO	6
RESUMEN	10
ABSTRACT	11
I. INTRODUCCIÓN	12
1.1 Características generales de los coleoideos.....	13
1.2 Interés comercial.....	14
1.3 Pesquerías y comercialización de cefalópodos en México	15
II. ANTECEDENTES	17
2.1 Cefalópodos capturados en el mundo.....	17
2.2 Cefalópodos capturados en México	18
2.2.1 Calamares capturados	19
2.2.2 Pulpos capturados.....	21
2.3 Marcadores moleculares para la identificación de productos comerciales de cefalópodos	25
2.4 Estudios biológicos previos en el mercado “La Nueva Viga”	28
III. JUSTIFICACIÓN	29
IV. OBJETIVO	30
V. ÁREA DE ESTUDIO	31
5.1 Historia del mercado “La Nueva Viga”	31
5.2 Ubicación geográfica.....	32
5.3 Descripción del mercado	32
5.4 Productos comercializados	33
VI. MATERIALES Y MÉTODOS	34

6.1 Obtención del material biológico	34
6.2 Identificación morfológica	37
6.3 Identificación genética mediante el código de barras de ADN.....	42
6.3.1 Obtención de tejido	43
6.3.3 Análisis genético.....	44
6.4 Elaboración del catálogo taxonómico.....	46
VII. RESULTADOS	48
7.1 Muestreo e identificación morfológica	48
7.2 Identificación genética	51
7.3 Catálogo sistemático.....	56
VIII. DISCUSIÓN.....	83
8.1 Especies de cefalópodos comercializadas en el mercado La Nueva Viga.....	83
8.2 Comercialización de cefalópodos en La Nueva Viga	86
IX. CONCLUSIONES.....	89
X. PERSPECTIVAS Y RECOMENDACIONES.....	90
XI. REFERENCIAS.....	91

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Serie histórica de la producción de calamar (2009-2018) en toneladas. Obtenido de CONAPESCA (2018).....	16
Figura 2. Serie histórica (2009-2018) de la producción de pulpo en toneladas. Obtenido de CONAPESCA (2018).....	16
Figura 3. Localización del mercado La Nueva Viga en Ciudad de México. De izquierda a derecha: Ciudad de México (rojo), Iztapalapa (en azul), central de abasto (círculo amarillo), vista aérea de La Nueva Viga (19°22'11.269"N 99°5'50.755"W) (Google Earth, 2017).....	32
Figura 4. Caracteres diagnósticos morfológicos de un calamar. Modificado de Vecchione <i>et al.</i> (1989).....	35
Figura 5. Características diagnósticas de un pulpo incirrin. Modificado de Vecchione <i>et al.</i> (1989).....	36
Figura 6. Mediciones más comunes para la descripción de calamares y pulpos. Obtenido de Vecchione <i>et al.</i> (1989).....	37
Figura 7. Esquema del proceso para la identificación de especies mediante el código de barras de ADN. Modificado de iBOL (2019).....	43
Figura 8. Árbol Neighbor-Joining de secuencias de COI de cefalópodos obtenidos en la Nueva Viga (colores verde y azul), construido utilizando el modelo de sustitución Kimura 2-parámetros. El árbol fue colapsado para una mejor representación y se dejaron los clados con soporte mayor a 80.....	54

Figura 9. Vista dorsal de <i>Doryteuthis opalescens</i> . Obtenido de United States Fish Commission (1881).....	56
Figura 10. Vista dorsal de un ejemplar macho, etiquetado como “calamar americano” (<i>Doryteuthis opalescens</i>), comercializado por Golden Pacific Seafoods.....	58
Figura 11. Ventosas papilares en la punta del brazo hectocotilizado de <i>Doryteuthis opalescens</i>	58
Figura 12. Vista ventral (izquierda) y lateral de la maza tentacular de <i>Doryteuthis opalescens</i> , donde se observan las 2 filas centrales de ventosas con un tamaño mayor que las ventosas en las filas laterales.....	59
Figura 13. Anillo de las ventosas en el brazo de <i>Doryteuthis opalescens</i> , con 10 dientes romos.....	59
Figura 14. Anillos de las ventosas en la maza tentacular de <i>Doryteuthis opalescens</i> , con 30 dientes serrados.....	60
Figura 15. Distribución geográfica de <i>Doryteuthis opalescens</i> . Obtenido de Jereb <i>et al.</i> (2010).....	61
Figura 16. Vista dorsal de <i>Dosidicus gigas</i> . Obtenido de Pfeffer (1912).....	63
Figura 17. “Lonja” (nombre comercial del manto dorsal con las aletas) de “calamar jumbo” o “calamar peruano”. Fotografiado en el mercado “La Nueva Viga”, Ciudad de México.....	64
Figura 18. Vista ventral de la punta del hectocótilo de <i>Dosidicus gigas</i> . Obtenida de Roeleveld (1988).....	65
Figura 19. Maza tentacular de <i>Dosidicus gigas</i>	65

Figura 20. Anillo extraído de la ventosa de los tentáculos de <i>Dosidicus gigas</i>	66
Figura 21. Distribución geográfica de <i>Dosidicus gigas</i> . Obtenido de Jereb y Roper (2010).....	67
Figura 22. Vista dorsal de <i>Amphioctopus neglectus</i> . Obtenido de FAO (2010).....	68
Figura 23. Vista dorsal de un ejemplar de <i>Amphioctopus neglectus</i> comercializado en La Nueva Viga.....	69
Figura 24. Lígula de un ejemplar de <i>Amphioctopus neglectus</i> obtenido en el mercado “La Nueva Viga”.....	70
Figura 25. Anillo azul/púrpura iridiscente de un falso ocelo de <i>Amphioctopus neglectus</i>	71
Figura 26. Distribución geográfica de <i>Amphioctopus neglectus</i> . Obtenido de FAO (2016 c).....	72
Figura 27. Vista dorsal de <i>Octopus maya</i> . Obtenido de FAO (2010).....	73
Figura 28. Ejemplar macho de <i>Octopus maya</i>	74
Figura 29. Distribución geográfica de <i>Octopus maya</i> . Obtenido de FAO (2016 c).....	75
Figura 30. Vista dorsal de <i>Octopus mimus</i> . Obtenido de FAO (2010).....	77
Figura 31. Vista dorsal del ejemplar de <i>Octopus mimus</i> obtenido en La Nueva Viga...	78
Figura 32. Falso ocelo de un ejemplar de <i>Octopus mimus</i> , proveniente del mercado La Nueva Viga.....	79
Figura 33. Aspecto de las papilas carnosas (círculos rojos) dispuestas en el manto de <i>Octopus mimus</i>	79

Figura 34. Vista oral del ejemplar de *Octopus mimus*. Como en otros ejemplares de la especie, las ventosas están agrandadas en las posiciones 10-15 de los brazos (2° y 3° izq.; 2° der.).....80

Figura 35. Distribución geográfica de *Octopus mimus*. Modificado de FAO (2016 c)....81

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Resumen de caracteres morfológicos de pulpos y calamares.....	14
Cuadro 2. Caracteres morfométricos y merísticos utilizados para la identificación taxonómica.....	38-41
Cuadro 3. Muestras etiquetadas de cefalópodos recolectados en La Nueva Viga...48-49	
Cuadro 4. Inventario de las especies de cefalópodos comercializados en el mercado La Nueva Viga, durante el periodo junio de 2017 a mayo de 2018.. ..	50
Cuadro 5. Valores del análisis BLAST y distancias genéticas de las secuencias del gen COI obtenidas de las muestras de los cefalópodos comercializados en La Nueva Viga.....	51-52

GLOSARIO

Anillos de ventosas: las ventosas de Decapodiformes tienen dos tipos de anillos duros y córneos. Uno, el anillo interior, se encuentra alrededor de las paredes internas del acetábulo y, a menudo, tiene dientes. El otro, el anillo exterior, está compuesto por numerosas plaquetas y se encuentra en la superficie del infundíbulo.

Carpo: es la “muñeca” (región proximal) de la maza tentacular y, a su vez, la región distal del tallo tentacular (Young *et al.*, 2000).

Código de barras de ADN: conjunto de herramientas basadas en la biología molecular en la que, a través del análisis y anotación de las secuencias de fragmentos cortos y estandarizados de ADN (marcador molecular), se identifica a una especie (iBOL, 2019).

Coleoideo: miembro de la subclase Coleoidea, un grupo de la clase Cephalopoda, que incluye a todos los cefalópodos existentes, a excepción de los nautiloideos (subclase Nautiloidea) (Nixon y Young, 2003). Engloba a los órdenes actuales Decapodiformes (sepias y calamares) y Octopodiformes (pulpos).

Dáctilo: porción estrecha y distal en la maza tentacular de algunos Decapodiformes. Se caracteriza, generalmente, por la expansión de la parte ventral en esa región de la maza tentacular, la disposición asimétrica de las ventosas y la ausencia de una membrana protectora dorsal (Young *et al.*, 2000).

Falso ocelo: mancha circular pareada, generalmente de color claro pero a menudo con pigmentación compleja y de función desconocida, que se encuentra en la superficie de la umbrela, debajo de cada ojo en algunos pulpos (Young *et al.*, 1999).

Gen citocromo c oxidasa subunidad I (COI): Secuencia de ADN mitocondrial, que codifica una proteína denominada citocromo c oxidasa I (COX1 o MT-CO1), relacionada

a la cadena transportadora de electrones. Esta secuencia es utilizada como marcador molecular para identificar especies, mediante el uso de código de barras de ADN (Hebert y Gregory, 2005).

Hectocótilo: brazo modificado, presente en los machos de muchas especies de cefalópodos (Hanlon y Messenger, 2018), especializado para la fertilización, con el cual transfieren paquetes de espermatozoides (espermatóforos) desde la cavidad del manto a la cavidad palial de la hembra (Guerra, 1992). En pulpos incirrados, el hectocótilo es uno del tercer par de brazos, mientras que en los decapodiformes con frecuencia se modifican uno o ambos miembros del par de brazos IV (Young *et al.*, 1999).

Laminilla branquial o primaria: componente individual de un conjunto branquial complejo, que se extiende perpendicularmente al eje de la branquia y contiene el epitelio respiratorio (Young *et al.*, 1999).

Lígula: porción terminal sin ventosas del hectocótilo en muchos octópodos incirrados que, generalmente, es alargada y ranurada longitudinalmente (Young *et al.*, 1999).

Manto: cuerpo de los moluscos (saquiforme o tubular en cefalópodos) que cubre la masa visceral en la posición dorsal. En cefalópodos, el manto es la región posterior, después de la cabeza; por ejemplo, en un calamar la pared exterior del cuerpo y las aletas son parte del manto (Young *et al.*, 1999).

Mano: porción próxima y ancha en la maza tentacular, que generalmente está expandida por igual en los márgenes dorsal y ventral y, a menudo, incluye ventosas agrandadas (Young *et al.*, 2000).

Maza tentacular: porción en el extremo distal del tentáculo, posterior al pedúnculo o tallo, en donde se encuentran las ventosas (Jereb y Roper, 2010).

Norma Oficial Mexicana (NOM): regulación técnica de observancia obligatoria expedida por las dependencias competentes, que establece las características, reglas y especificaciones aplicables a un producto, servicio o método de producción (DOF, 2017).

Octópodo: miembro del orden Octopoda que consta de, aproximadamente, 300 especies (Jereb *et al.*, 2014).

Papilas carnosas: también denominados “cirros” (estructura homónima, pero no sinónima a las que se encuentran en los brazos de algunos octopodiformes). Son protuberancias alargadas, en la piel de ciertos calamares y octópodos (Young *et al.*, 1999 a).

Plan de Manejo Pesquero (PMP): conjunto de acciones encaminadas al desarrollo de la actividad pesquera de forma equilibrada, integral y sustentable; basadas en el conocimiento actualizado de los aspectos biológicos, pesqueros, ambientales, económicos, culturales y sociales que se tengan de ella (INAPESCA, 2019 a).

Tallas Mínimas de Captura (TMC): este tipo de regulación pesquera está basada en la talla de primera madurez sexual (TPM), un parámetro biológico básico que garantiza que los animales marinos puedan dejar descendencia antes de ser pescados (DOF, 2018).

Tallo del tentáculo: también denominado pedúnculo, es la región proximal de la maza tentacular. Generalmente está desnudo (sin dientes ni ganchos quitinosos), pero en algunas especies lleva ventosas y protuberancias (es decir, el aparato de bloqueo del carpo) y, en pocas especies, ventosas sin protuberancias (Young *et al.*, 2000).

Trabéculas: estructuras cónicas y musculares que surgen lateralmente, debajo del epitelio superficial, en los brazos y tentáculos de algunos Decapodiformes (Young *et al.*, 1999).

Umbrela: Estructura compuesta por redes musculares, en forma de paraguas, que conecta brazos adyacentes desde la base bucal (Young *et al.*, 1999).

Veda: periodo en el cual se restringe, temporal o espacialmente, la pesca de ciertas especies animales marinas o terrestres (WWF, 2020), establecido mediante acuerdos administrativos o normas oficiales, con el fin de resguardar los procesos de reproducción y reclutamiento de una especie (DOF, 2018).

RESUMEN

Fundado hace 25 años, el mercado “La Nueva Viga”, ubicado al oriente de la Ciudad de México, es considerado como el centro de abasto de pescados y mariscos más grande de Latinoamérica y el segundo más importante a nivel mundial por manejo de volumen, solo por debajo del mercado Toyosu, en Japón. Los cefalópodos, en los últimos años, representan uno de los recursos pesqueros más importantes en el mundo, cuya demanda va en aumento. México no es la excepción, aunque la captura de calamar se ha reducido, esto no ha sido así con la demanda de pulpo. Aunque se conoce muy bien qué especies de cefalópodos se capturan en costas mexicanas, no se tiene conocimiento exacto de cuáles son las que llegan a “La Nueva Viga”. En la presente contribución se evaluó la composición específica de calamares y pulpos que se comercializan en este mercado, para identificar a las especies comercializadas, su presencia/ausencia durante un año, el origen de su captura y nombre común con el que se comercializa. Para ello se llevaron a cabo veinte visitas, entre junio de 2017 y mayo de 2018; periodo en que fueron obtenidos 10 ejemplares. La identidad específica de los organismos recolectados fue determinada mediante caracteres diagnósticos morfológicos, con el uso de claves especializadas para la identificación de cefalópodos, y la identificación genética utilizando el código de barras de ADN, mediante la búsqueda de secuencias homólogas del gen mitocondrial citocromo oxidasa subunidad I (COI), amplificado por medio de la cadena en reacción de la polimerasa (PCR). Los resultados obtenidos a través de la identificación morfológica y genética soportaron la presencia de 5 especies de cefalópodos en el mercado: los calamares *Doryteuthis opalescens* y *Dosidicus gigas*, y los pulpos *Amphioctopus neglectus*, *Octopus maya* y *Octopus mimus*. A diferencia de los calamares, que son comercializados todo el año, los pulpos son vendidos por temporada.

Palabras clave: Cefalópodos, pesquerías, taxonomía, código de barras de ADN.

ABSTRACT

Founded 25 years ago, “La Nueva Viga” market, located east of Mexico City, is considered the largest fish and seafood supply center in Latin America and the second most important worldwide by volume management, just below the Toyosu market in Japan. Cephalopods, in recent years, represent one of the most important fishery resources in the world, whose demand is increasing. In Mexico, this is not the exception, although the squid catch has been reduced, this has not been the case with the demand for octopus. Although it is well known which species of cephalopods are captured in Mexican coasts, there is no knowledge about which species are sold in "La Nueva Viga". In this contribution, the specific composition of the commercialized squids and octopuses in this market was evaluated to identify which species are commercialized, their presence/absence in the market throughout the year, the origin of their capture and their common name in the market. Twenty visits were carried out, between June 2017 and May 2018; in this period, 10 specimens were obtained. The specific identity of the collected organisms was determined by morphological diagnostic characters, with the use of specialized keys for the identification of cephalopods, and genetic identification using DNA barcoding, by searching for homologous sequences of the mitochondrial gene cytochrome oxidase subunit I (COI), amplified by polymerase chain reaction (PCR). The results obtained through morphological and genetic identification supported the presence of 5 species of cephalopods in the market: the squids *Doryteuthis opalescens* and *Dosidicus gigas*, and the octopuses *Amphioctopus neglectus*, *Octopus maya* and *Octopus mimus*. The squids are sold throughout the year, while octopuses are sold in seasons.

Keywords: Cephalopods, fisheries, taxonomy, DNA barcoding.

I. INTRODUCCIÓN

En México, existen más de 2 mil establecimientos donde se comercializan pescados y mariscos (supermercados, mercados públicos y pescaderías), incluidos calamares y pulpos, y el más importante de todos es el mercado “La Nueva Viga” (SAGARPA, 2019), debido a su variedad de oferta pesquera y por su ubicación cercana a la Central de Abastos de la Ciudad de México (López-Tostado, 2013). No obstante, no se tiene conocimiento de cuántas y cuáles especies son comercializadas ahí.

Conocer las especies de cefalópodos que son comercializadas es importante porque han sido documentados errores en la identificación de especies en algunas de sus pesquerías (Jereb y Roper, 2010; Lima *et al.*, 2017; Flores-Valle *et al.*, 2018). Una mala identificación de un recurso puede llevar a un mal manejo sustentable del mismo (Marín *et al.*, 2018). Sin embargo, a medida que se documente el conocimiento sobre la biología, ecología y taxonomía de cefalópodos, el recurso experimentará un óptimo desarrollo sustentable, con la consecuente disminución de su sobreexplotación (Jereb y Roper, 2010).

La experiencia obtenida de errores cometidos en el manejo de recursos pesqueros ha sido de ayuda para evitar posibles fallas en la explotación de cefalópodos (FAO, 1999, 2008; Cochrane, 2005). Para ayudar a prevenir dichas fallas se requieren resultados refinados de identificación taxonómica, así como una recopilación más detallada y precisa de información sobre especies de cefalópodos que incluya su descripción, distribución, biología y pesca (Jereb y Roper, 2010).

Cuando se dificulta la diferenciación morfológica, los datos moleculares pueden ayudar a obtener nuevas conclusiones o dar soporte a las ya hechas (Hebert *et al.*, 2003). Las técnicas moleculares han permitido la determinación correcta de especies de cefalópodos (Barriga-Sosa *et al.*, 1995; Colombo *et al.*, 2002; Chapela *et al.*, 2003,

2006; Rasmussen y Morrissey, 2009; Dai *et al.*, 2012; Badhe *et al.*, 2013) porque su identificación es difícil por el gran polifenismo que presentan (Roper *et al.*, 1969, 1984). Los códigos de barras genéticos han sido empleados para identificar pulpos (Undheim *et al.*, 2010; Allcock *et al.*, 2011; Kaneko *et al.*, 2011; Jaramillo-Roldán *et al.*, 2014; Domínguez-Contreras, 2015) y calamares (Granados-Amores, 2013; Díaz-Santana-Isturrios, 2014), igualmente para determinar a las especies que son comercializadas en mercados (Chapela *et al.*, 2006; Espiñeira y Vieites, 2012; Debenedetti *et al.*, 2014; Wen *et al.*, 2017; Yu *et al.*, 2019).

Debido a todo lo anterior, la presente tesis tiene como objetivo identificar las especies comercializadas en La Nueva Viga, mediante caracteres diagnósticos morfológicos y utilizando secuencias del gen COI, el cual ha evidenciado ampliamente su veracidad para la identificación taxonómica de cefalópodos (Strugnell *et al.*, 2009). En la primera parte del escrito, se presentan los organismos recolectados y las especies que fueron identificadas con base en sus características morfológicas. Posteriormente, se muestra el análisis genético para confirmar identificación de las especies. Finalmente, se presenta un catálogo con información sobre la posición taxonómica y las características morfológicas de cada especie.

1.1 Características generales de los coleoideos

La subclase Coleoidea pertenece a la clase Cephalopoda del phylum Mollusca, que incluye a todos los cefalópodos existentes, a excepción de los nautiloideos (subclase Nautiloidea) (Nixon y Young, 2003). La subclase engloba a los superórdenes actuales Decapodiformes (sepias y calamares) y Octopodiformes (pulpos). El superorden Decapodiformes comprende a las especies con cuatro pares de brazos y un par de tentáculos (calamares y sepias) (Young *et al.*, 2001, 2019). Octopodiformes comprende a los órdenes Octopoda (pulpos) y al monotípico Vampyromorphida (el “calamar

vampiro” *Vampyroteuthis infernalis* Chun, 1903). Los miembros de este grupo tienen ocho brazos (Young *et al.*, 2015). Ambos grupos se distinguen fácilmente por los caracteres morfológicos externos, resumidos en el cuadro 1:

Cuadro 1. Resumen de caracteres morfológicos de pulpos y calamares.

Grupo	Estructuras				
	Forma (cuerpo)	Corona braquial	Umbrella o redes	Ventosas (Brazos)	Anillos quitinosos
Calamares	Cilindrico	Ocho brazos y dos tentáculos más largos, engrosados en el extremo distal (maza tentacular)	Ausente	Dos hileras. Pedunculadas	En brazos; aglomerados en maza tentacular
Pulpos	Corto y globoso	Ocho brazos; sin tentáculos	En la base de los brazos	Sésiles	Ausentes

1.2 Interés comercial

Los cefalópodos cubren el 2% del consumo de proteína animal por el hombre (Mouritsen y Styrbæk, 2018). Para el ser humano, los cefalópodos representan un alimento muy importante y, por ende, es de igual importancia el interés pesquero hacia varias especies (Roper *et al.*, 1995). Recientemente, el consumo de cefalópodos ha cobrado mayor importancia a nivel mundial (Castillo-Rodríguez, 2014; FAO, 2011).

La reducción en las capturas de pesquerías tradicionales ha llevado a incrementar el esfuerzo pesquero de muchas pesquerías no tradicionales, especialmente de invertebrados como los cefalópodos (Hunsicker *et al.*, 2010). A medida que las capturas de peces han disminuido históricamente, las capturas mundiales de cefalópodos han

ido incrementándose, parcialmente por la reducción de sus principales depredadores (los peces) a causa de las actividades humanas de las últimas décadas y, sustancialmente, por un conjunto único de peculiaridades biológicas de los cefalópodos que les han permitido adaptarse rápidamente al acelerado cambio climático que ha modificado los procesos biogeoquímicos en el ambiente oceánico (Doubleday *et al.*, 2016).

En las últimas seis décadas, las poblaciones globales de cefalópodos costeros y continentales han aumentado (Sauer *et al.*, 2019). La combinación de esta tendencia con el desarrollo gastronómico y el aumento de las poblaciones mundiales de cefalópodos indican una promesa interesante para el futuro (Mouritsen y Styrbæk, 2018).

La falta de información y la pesca descontrolada en aguas internacionales hacen muy difícil la tarea de conocer o predecir situaciones futuras, lo cual complica la gestión en los recursos pulpo y calamar, pero se ha estimado que la perspectiva global sobre los cefalópodos como recurso se encuentra en una situación favorable (FAO, 2016 a).

1.3 Pesquerías y comercialización de cefalópodos en México

Aunque los cefalópodos son comercializados en todo el mundo, siendo los calamares los más importantes (Sauer *et al.*, 2019), en México no existe una tradición de la pesca de calamar. De hecho, en el país, esta pesquería ocupa la posición 49 por su volumen y el lugar 51 por su valor, ambas posiciones por debajo de la cintilla (CONAPESCA, 2018 a). Las capturas han sido intermitentes y, en los últimos 10 años, ha tenido una tasa media de crecimiento anual negativo de producción de -37.59% (Fig. 1).

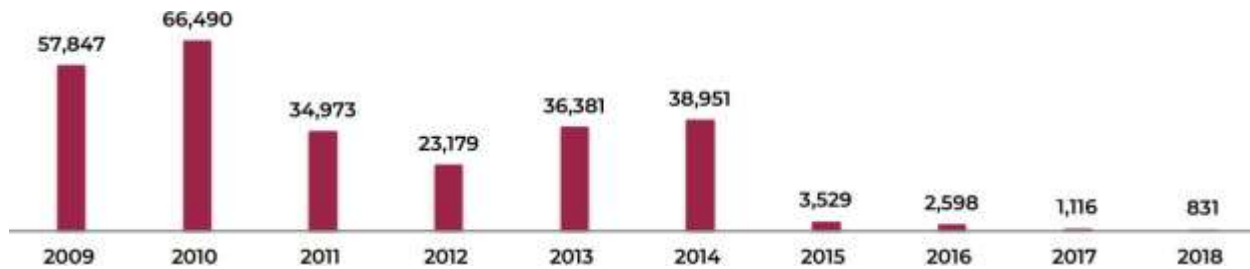


Figura 1. Serie histórica de la producción de calamar (2009-2018) en toneladas. Obtenido de CONAPESCA (2018).

En México, a diferencia de la pesquería de calamar, en México, la pesquería de pulpo es una de las más importantes (DOF, 2014). México es el mayor productor de pulpo en América (FAO, 2016 b) y el tercer productor a nivel mundial (CONAPESCA, 2017 c; FAO, 2018). La pesquería de pulpo en México se encuentra en la posición 5 por su volumen (2% de la producción nacional pesquera) después de la macarela y en la posición 4 por su valor, después del atún (CONAPESCA, 2018 a). Las capturas de pulpo han sido intermitentes y, en los últimos 10 años, ha tenido una tasa media de crecimiento anual de producción de 9.21% (Fig. 2).

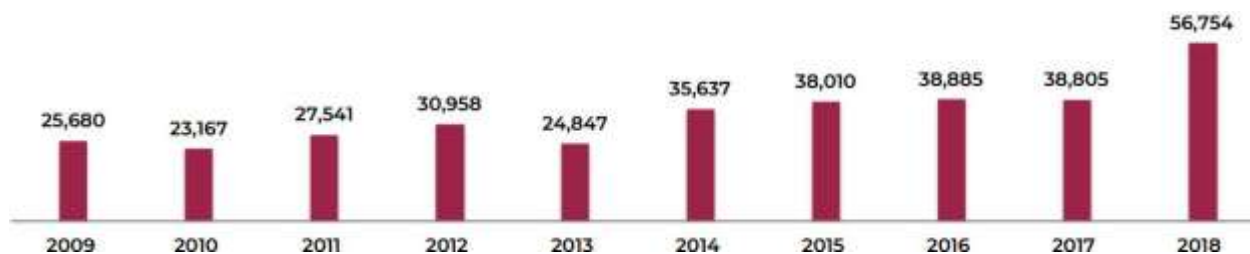


Figura 2. Serie histórica (2009-2018) de la producción de pulpo en toneladas. Obtenido de CONAPESCA (2018).

II. ANTECEDENTES

2.1 Cefalópodos capturados en el mundo

En 2014, el mayor volumen histórico de capturas de cefalópodos fu registrado (4.8 millones de toneladas) en el mundo (FAO, 2019). Sin embargo, las capturas de cefalópodos experimentaron una reducción entre 2015 y 2016, hasta que permanecieron estables en 2017 (FAO, 2018). Actualmente, los cefalópodos representan el 5% del volumen total de capturas mundiales y el 4% del volumen total de comercio pesquero mundial (Arkhipkin *et al.*, 2020). El total del suministro de cefalópodos se incrementó de 2% a 5% de 1960 a 2014, aunque siguen representando una pequeña parte del total de los desembarques mundiales de productos pesqueros (Arkhipkin *et al.*, 2020). Las capturas de cefalópodos disminuyeron a aproximadamente 3.6 millones de toneladas en 2017 y 2018 (FAO, 2020).

Los 11 países con mayor producción de cefalópodos en el mundo son Argentina, Chile, Perú, EE.UU., Mauritania, Senegal, Sudáfrica, India, Tailandia, Indonesia y el mayor productor es China. Los principales consumidores de cefalópodos son España, Italia y Japón; siendo el recurso calamar, el recurso de mayor importancia, seguido del pulpo y la sepia (FAO, 2016 a).

La pesca de calamar domina los desembarques mundiales con el 80% de las capturas de cefalópodos (Sauer *et al.*, 2019). China es el principal productor de calamar (FAO, 2020). *Dosidicus gigas*, el “calamar gigante”, es la especie de invertebrado marino con mayor volumen de capturas, las cuales representan el 15% de la producción pesquera mundial de especies de invertebrados marinos (FAO, 2020).

La mayor parte de las capturas de calamares están compuestas por 30 a 40 especies de las familias Ommastrephidae (calamares oceánicos) y Loliginidae (calamares costeros), pero solo 28 de estas tienen capturas oficiales (Arkhipkin *et al.*, 2015 a; FAO, 2019). Recientemente, ha sido documentada una disminución de las capturas de las tres principales especies de calamares comerciales: *Dosidicus gigas*, *Illex argentinus* y *Todarodes pacificus*, las tres de la familia Ommastrephidae, probablemente por la variabilidad ambiental en los ecosistemas marinos (FAO, 2020).

A diferencia de los calamares, más de veinte especies de pulpo descritas son capturadas en 90 países. Éstas, junto con las sepias, representan aproximadamente el 10% de las capturas mundiales de cefalópodos (Sauer *et al.*, 2019). China y Marruecos son los principales productores de pulpo (FAO, 2020). Las pesquerías de pulpo registradas en el mundo etiquetan comúnmente a las capturas bajo el nombre de *Octopus vulgaris* (Rathjen, 1991), una especie exclusiva de las costas del mar Mediterráneo y el Atlántico oriental (catalogueoflife.org, 2018).

Las estadísticas de captura reportadas por la FAO contemplan solamente cuatro especies: *Octopus vulgaris*, *O. maya*, *Eledone cirrhosa* y *E. moschata* (FAO, 2016 b). La alta demanda de estas especies llevó a un incremento en sus precios en los últimos años, lo cual derivó en una búsqueda de alianzas comerciales entre los principales países importadores de Asia y Europa con los principales países productores como Marruecos, Mauritania y México (Roccliffe y Harris, 2016; Kazmierczak *et al.*, 1997; CONAPESCA, 2017 a).

2.2 Cefalópodos capturados en México

México ocupa el 17° lugar a nivel mundial en producción pesquera y contribuye con el 1.1% de la producción mundial. En los litorales y cuerpos de agua del país habitan más

de 300 especies de pescados y mariscos comestibles, de las que aproximadamente 200 son consumidos regionalmente y alrededor de un centenar se comercializan solo en su temporada de producción (INEGI, 2019).

La Carta Nacional Pesquera (DOF, 2018) es el documento que resume la actividad pesquera en México; dentro de la misma se listan las especies capturadas en cada litoral y se estipula que a lo largo de los litorales mexicanos se capturan al menos 7 especies de cefalópodos. En el litoral del Pacífico han sido registradas dos especies de calamares y tres especies de pulpos; mientras que en el Atlántico mexicano (golfo de México y mar Caribe) no existe la pesca dirigida a calamares y son capturadas dos especies de pulpos. A continuación, se presenta la información biológico-pesquera más relevante y regulaciones pesqueras, extraídas de la Carta Nacional Pesquera, sobre las especies de cefalópodos oficialmente capturadas en México:

2.2.1 Calamares capturados

En el mundo, son reconocidas 24 familias de calamares, de las cuales 22 familias se encuentran en México (Jereb y Roper, 2010). Bravo-Muñoz *et al.* (2020) sugieren que hay 117 especies de calamares en mares mexicanos.

En México son capturados 6 géneros de calamares: *Doryteuthis*, *Lolliguncula*, *Illex*, *Ommastrephes*, *Symplectoteuthis* y *Dosidicus*, la mayoría de los cuales se pesca de forma incidental y sólo *Dosidicus gigas* y *Doryteuthis opalescens* son especies objetivo y son capturadas en el Pacífico mexicano (Névarez-Martínez *et al.*, 2014; DOF, 2018). En el golfo de México, no existe pesquería de calamar, aunque hay registros de que existía una pesquería del calamar *Doryteuthis plei* (FAO, 1984).

La participación de la producción de calamar ocurre principalmente en Sinaloa (67%), Sonora (17%) y Baja California Sur (6%) (CONAPESCA, 2018 a). La Carta Nacional

Pesquera vigente lista las siguientes especies (DOF, 2018) de calamar que son capturadas en México:

1) *Dosidicus gigas* (d'Orbigny, 1835)

En 2011 hubo una disminución de la disponibilidad de este recurso, pero en 2013 ocupó el 10° lugar de producción pesquera por volumen y el 24 por su valor económico. *D. gigas* es uno de los recursos pesqueros más rentables del país, pero su importancia es principalmente en el golfo de California y, recientemente, en la costa occidental de Baja California. Era, hasta hace poco, la única especie de calamar comercialmente explotada en México. No tiene norma oficial, periodo de veda, ni cuota establecida, lo cual indica que la pesquería de calamar no está debidamente regulada (DOF, 2018).

2) *Doryteuthis opalescens* (Berry, 1911)

En México, su captura es exclusiva de Baja California, hasta los 31° de latitud norte. Las capturas fluctúan en función de su disponibilidad. En la península de Baja California, la pesca es principalmente en verano y otoño, cuando las épocas son más cálidas. En Ensenada el mayor rendimiento ocurre en junio y octubre. Las capturas más bajas se registraron en 2009 (90 t) y las más altas en 2013 (7,796 t) (DOF, 2018).

No existe ordenamiento pesquero para alguna especie de calamar en los mares mexicanos (DOF, 2018; CONAPESCA, 2020).

2.2.2 Pulpos capturados

En México se distribuyen al menos 50 especies de pulpos, pero se desconoce la posición sistemática de muchas de ellas (Pliego-Cárdenas, comunicación personal). Cinco especies de pulpos cuentan con capturas oficiales en México, dos en el Atlántico y tres en el Pacífico (DOF, 2018). Mientras que en el Atlántico la captura de pulpo es para su exportación y consumo nacional, en el Pacífico es para consumo local (CONAPESCA, 2018 a).

Todas las especies de pulpo con capturas oficiales en México pertenecen al género *Octopus*, el cual era considerado el más especioso de los pulpos, con más de cien especies (Gofas, 2013), pero ahora se considera que comprende entre 11-12 especies (Amor *et al.*, 2016; Avendaño *et al.*, 2020).

La producción de pulpo ocurre principalmente en Yucatán (65%) y Campeche (26%) (CONAPESCA, 2018 a). En el golfo de México y mar Caribe mexicano, correspondientes al área 31 de la FAO (FAO, 1976), dos especies, que conforman la mayor parte de la pesquería de pulpo en el Atlántico mexicano, son capturadas (DOF, 2018):

1) *Octopus maya* Voss y Solís-Ramírez, 1966

También es comúnmente conocido como “pulpo mexicano de cuatro ojos”. Habita en praderas de pastos marinos y arrecifes de coral que se encuentran en aguas someras, de 3 a 25 m de profundidad (Pech-Puch *et al.*, 2016), del océano Atlántico occidental tropical. Su parecido externo con *Octopus vulgaris* hizo que fuera agrupado erróneamente con esta especie (Voss y Solís-Ramírez, 1966).

Octopus maya se distingue por su gran falso ocelo, compuesto por un doble anillo color marrón rojizo oscuro. El manto es musculoso, largo y con forma ovoide. Las hembras

suelen ser más grandes que los machos (Markaida *et al.*, 2017). Es un pulpo endémico de la plataforma continental de la península de Yucatán en el golfo de México (Pech-Puch *et al.*, 2016).

La pesca de esta especie representa el 74% de las capturas de pulpo en el golfo de México y mar Caribe (DOF, 2018; INAPESCA, 2019 b).

2) *Octopus vulgaris* Cuvier, 1797 (ahora *Octopus insularis* y *Octopus americanus*)

Hace algunos años se creía que esta especie era cosmopolita (Norman, 2003). Una de las cuestiones más investigadas se ha referido a la verdadera extensión geográfica de *Octopus vulgaris*. De hecho, los primeros estudios moleculares para investigar esto apoyaron la eliminación de la sinonimia de *Octopus mimus* (distribuido en Centro y Sudamérica) y *Octopus vulgaris* (Söller *et al.*, 2000; Warnke *et al.*, 2000).

Ahora se sabe que *Octopus vulgaris* es una especie que habita el mar Mediterráneo y el Atlántico oriental (Amor *et al.*, 2017; Avendaño *et al.*, 2020). Recientemente ha sido demostrado, por caracteres morfológicos y moleculares, que las especies comerciales que habitan el golfo de México y el caribe mexicano, además de *O. maya*, son *O. insularis* y *O. americanus*; y, por lo tanto, *O. vulgaris* no existe en el golfo de México (Flores-Valle *et al.*, 2018; González-Gómez *et al.*, 2018; Avendaño *et al.*, 2020). La pesca del pulpo patón "*O. vulgaris*" (complejo conformado por *O. americanus* y *O. insularis*) representa el 26% de las capturas de pulpo en el golfo de México y mar caribe (DOF, 2018; INAPESCA, 2019 b).

Para fines prácticos, y debido al desconocimiento de qué especie es capturada en algunas regiones del golfo de México, las referencias a *O. vulgaris* en el presente estudio serán mencionadas como "*O. vulgaris*" para indicar que podría tratarse de *O. insularis* u *O. americanus*.

La captura anual promedio de *O. maya* y "*O. vulgaris*" comprende 95% de la producción nacional de pulpo en solo tres estados: Yucatán (27,035 t), Campeche (9,460 t) y Quintana Roo (819 t).

El gobierno mexicano publicó la Norma Oficial Mexicana NOM-008-SAG/PESC-2015, cuyo propósito es inducir el aprovechamiento sostenible y contribuir en la conservación y protección de las especies de pulpo en el golfo de México y mar Caribe, las cuales tienen un periodo de veda temporal fijo del 16 de diciembre al 31 de julio en Campeche, Yucatán y Quintana Roo para *O. maya* y "*O. vulgaris*" y, del 1 de enero al último día de febrero y, del 1 de agosto al 30 de agosto, en el Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano para *O. insularis* (DOF, 2018; Flores-Valle *et al.*, 2018; González-Gómez *et al.*, 2018; CONAPESCA, 2020).

La talla mínima de captura (TMC) está establecida en 110 milímetros de longitud del manto (LM) en machos y 140 mm en hembras de *O. insularis* (en el Parque Nacional Arrecifal Veracruzano) y, 100 mm para la captura, de ambos sexos, de todas las especies de pulpo en las aguas de jurisdicción federal del golfo de México y mar Caribe (DOF, 2018; INAPESCA, 2019 a).

La pesquería de pulpo en el Pacífico mexicano abarca desde Baja California hasta Oaxaca, siendo el principal productor Jalisco (28%), seguido de Baja California Sur (26%), Sonora (15%), Baja California (11%), Guerrero (9%), Oaxaca (6%), Colima (2%), Michoacán (2%) y Nayarit (1%) (CONAPESCA, 2017 a). La pesquería recae en tres especies objetivo (DOF, 2018; INAPESCA, 2019 b):

- 1) *Octopus bimaculatus* Verrill, 1883

Se distribuye en el Pacífico oriental, desde EE. UU., hasta el golfo de California, México (Norman, 2000). También es conocido como pulpo café, por su típica coloración

marrón, o como pulpo de dos manchas porque tiene dos falsos ocelos azul y negro, uno debajo de cada ojo (Hanlon, 1996). La longitud del manto LM es de aproximadamente 200 mm y la longitud de brazos es de hasta 800 mm (Norman, 2000). Es morfológicamente similar a *Octopus bimaculoides*, especie con la cual es comúnmente confundido (Hamilton y Swope, 2014), pero se distingue de esta última especie, principalmente, por su mayor tamaño y el mayor tamaño de sus huevos (Norman, 2000).

2) *Octopus bimaculoides* Pickford & McConnaughey, 1949

El rango de distribución de esta especie se extiende desde la zona intermareal hasta la submareal a 20 m de profundidad en el océano Pacífico oriental, a lo largo de la costa del centro y sur de California y en el lado occidental de la península de Baja California (Jereb *et al.*, 2014). La LM es de hasta 175 mm y la longitud de brazos es de 580 mm. También se conoce como pulpo ocelado enano por sus falsos ocelos y menor tamaño que *O. bimaculatus* (Hofmeister, 2015).

3) *Octopus mimus* Gould, 1852

Su distribución comprende desde Baja California, Mexico, hasta Chile. En México, esta especie anteriormente era conocida como *O. hubbsorum* pero actualmente ha sido sugerido que es un sinónimo junior de *O. mimus* con base en evidencia genética y morfológica (Pardo-Gandarillas *et al.*, sin publicar). *O. mimus* es la base de la pesquería artesanal de pulpo en el Pacífico oriental tropical (Pliego-Cárdenas *et al.*, 2020).

La pesca de pulpo tiene un periodo de veda temporal fijo del 1 de agosto al 30 de noviembre en Bahía de los Ángeles, Baja California para las especies “pulpo café”

(*Octopus bimaculatus*) y “pulpo verde” (*O. mimus*) (CONAPESCA, 2017 c, 2020; DOF, 2018). No hay plan de manejo pesquero para la pesca de pulpo en el Pacífico mexicano (DOF, 2018).

2.3 Marcadores moleculares para la identificación de productos comerciales de cefalópodos

Tradicionalmente, la clasificación de cefalópodos se ha basado en caracteres morfológicos (Roper *et al.*, 1969). Actualmente, las herramientas de biología molecular se han incorporado a estudios de taxonomía y sistemática (Roper *et al.*, 1984). El ADN mitocondrial se usa en diversos estudios taxonómicos, ya que cumple características idóneas, como una tasa de sustitución nucleotídica mayor (5-10%) que el ADN nuclear (Strugnell y Lindren, 2007) y una escasa o nula recombinación (Brown *et al.*, 1979). Se han utilizado, principalmente, 12 genes para distinguir entre diferentes grupos de cefalópodos, seis mitocondriales: 12S ARNr, 16S ARNr, citocromo b, citocromo c oxidasa subunidad I (COI) y subunidad III (COIII); y seis nucleares: 18S ARNr, 28S ARNr, histona H3, ODH, rhodopsina y pax6 (Allcock *et al.*, 2014).

Para resolver relaciones filogenéticas en el orden Octopoda, a nivel interfamilia, ha sido utilizado el gen 16S (Collins y Villanueva, 2006). De la misma manera, se han utilizadas las secuencias de COI para resolver clados de especies estrechamente relacionadas dentro de *Octopus* s.l. Este gen parece ser particularmente útil a este nivel: claramente discrimina especies estrechamente relacionadas de *Amphioctopus* (Kaneko *et al.*, 2008, 2011; Dai *et al.*, 2012), *Callistoctopus* (Kaneko *et al.*, 2008, 2011), *Cistopus* (Zheng *et al.*, 2012 b) y puede ser útil para detectar especiaciones crípticas (p. ej., Toussaint *et al.*, 2012).

En otros estudios, se ha utilizado una combinación múltiples secuencias de genes mitocondriales (COIII y citocromo b), con genes de ADN nuclear (“factor de

alargamiento 1- α ”), obtenidas de diversas especies de pulpos de distintos géneros estrechamente relacionados, para identificar y delimitar grupos monofiléticos en cada género; y revelar las relaciones filogenéticas entre ellos, con una alta resolución (Guzik *et al.*, 2005).

Por su parte, la distinción entre los 14 representantes del orden Oegopsida, a nivel interfamilia, se ha basado en cinco genes: tres genes nucleares (18S ARNr, 28S ARNr, histona H3) y dos genes mitocondriales (COI, 12S ARNr) (Lindgren, 2010). En el caso particular de la familia Ommastrephidae, cuando los caracteres morfológicos no son útiles para separar a las especies, se han utilizado secuencias de COI para resolver la identidad de las especies, que reflejaron más o menos las hipótesis morfológicas (Wakabayashi *et al.*, 2006). A nivel de especie, los análisis de datos basados en el gen COI han permitido indicar que existe una sola población homogénea de *Dosidicus gigas* en la corriente oceánica de Humboldt o corriente peruana, pero que ha experimentado una expansión poblacional significativa desde el Último Máximo Glacial (Ibáñez *et al.*, 2011).

En el caso de los estudios que incluyeron el uso de marcadores moleculares aplicados a la biología pesquera, se sabe que el aumento en el consumo y la variedad de productos del mar procesados han propiciado el aumento de fraude comercial. Además, la enorme cantidad de productos procesados para introducirlos al mercado ha ocasionado que la aplicación de los sistemas de identificación clásicos (morfológicos) no sean llevados a cabo y es necesario el desarrollo de nuevos métodos de autenticación (Popping, 2002; Primrose *et al.*, 2010; De Battisti, 2014). La correcta identificación de especies comercialmente importantes, indistinguibles por su procesamiento, se realiza mediante la obtención de secuencias de ADN mitocondrial amplificadas, provenientes de la extracción de tejido fresco (Murgia *et al.*, 2002, Ram *et al.*, 1996).

El código de barras de ADN es el mejor método forense para identificar especies en productos pesqueros comerciales (Dawnay *et al.*, 2007). Particularmente, la identificación de especies empleando secuencias del gen COI, con longitud de 350 a 800 pares de bases (pb), ha demostrado ser útil para identificar 167,944 especies animales (Lanteri, 2007; Lara-Lorenzo, 2008), y su uso ha sido extendido para la identificación de especies comercializadas en mercados de consumo y ornamentales (García-Dávila *et al.*, 2017). Ha sido eficaz para identificar moluscos (Márquez-Becerra, 2015), para los cuales se ha reportado una alta tasa de mutación en COI, comparada con la de otros metazoarios bilaterales (Strugnell y Lindgren, 2007); incluidos gasterópodos (Romero y Ramírez, 2011).

En la base de datos GenBank se encuentran secuencias COI de, aproximadamente, el 30% de las especies conocidas de cefalópodos, gracias a lo cual el “código de barras de cefalópodos” (cephalopod BoLD) tiene un gran potencial (Strugnell y Lindgren, 2007) para identificar coleoideos (Dai *et al.*, 2012; Badhe *et al.*, 2013), tanto pulpos (Undheim *et al.*, 2010; Allcock *et al.*, 2011; Kaneko *et al.*, 2011; Jaramillo-Roldán *et al.*, 2014; Domínguez-Contreras, 2015), como calamares (Granados-Amores, 2013; Díaz-Santana-Iturrios, 2014).

El uso de marcadores moleculares para la identificación y validación de los productos pesqueros comercializados al público es, actualmente, una práctica común en varias partes del mundo (Carvalho *et al.*, 2015; Cutarelli *et al.*, 2015; Chuang *et al.*, 2016; Abbadi *et al.*, 2017; Hu *et al.*, 2018; Tinacci *et al.*, 2018). Este auge de estudios moleculares aplicados a recursos pesqueros toma mucha relevancia por tres aspectos: 1) evitar el fraude en la compra de productos, 2) monitorear a las especies que son capturadas por la pesca e 3) identificar especies que estén siendo ilegalmente comercializadas (Marín *et al.*, 2018).

Son varios los estudios que han identificado a los productos de cefalópodos procesados (anillos y filetes) y enteros que son comercializados (Chapela *et al.*, 2006; Espiñeira y

Vieites, 2012; Debenedetti *et al.*, 2014; Wen *et al.*, 2017; Yu *et al.*, 2019). En todos estos trabajos el resultado común fue el etiquetado incorrecto de varios productos empaquetados, pues sus identidades correspondían a especies diferentes a lo especificado. Por ejemplo, en China *Dosidicus gigas* es comercializado, ya que tiene menor valor comercial, como trozos de sepia y pulpo (Wen *et al.*, 2017).

También se ha utilizado el gen COI, con soporte del trabajo morfológico, para diferenciar especies asiáticas y europeas de importancia comercial, estrechamente relacionadas, de los géneros *Uroteuthis* (Sin *et al.*, 2009) y *Alloteuthis* (Anderson *et al.*, 2008). En ambos casos, este marcador molecular permitió evaluar la confiabilidad de los caracteres morfológicos utilizados con fines de identificación y, así mismo, ha sido útil para identificar varias especies de la familia Loliginidae (Dai *et al.*, 2012).

2.4 Estudios biológicos previos en el mercado “La Nueva Viga”

Por la gran cantidad de especies nacionales e internacionales que son comercializadas en La Nueva Viga, varios estudios biológicos han utilizado material proveniente del mercado para desarrollar diferentes temas. La mayoría de los trabajos tienen un enfoque hacia la salud pública. García-Mariscal (2008) y Vega-Martínez (2013), identificaron y clasificaron parásitos en tejidos de pescados que son comercializados en La Nueva Viga. García-Reyes y Sánchez-Sánchez (2001) cuantificaron la incidencia de *Vibrio cholerae* en los bivalvos que son comercializados en el mercado. Similarmente, Cerón-Rosas (2006) identificó y evaluó las posibles causas de contaminación bacteriana en cinco especies de bivalvos. El único trabajo taxonómico es el realizado por Ballesteros-Hernández *et al.* (2019) quienes evaluaron, a partir de caracteres morfológicos, la composición específica de los condriactios (tiburones y rayas) comercializados en el mercado.

III. JUSTIFICACIÓN

El manejo de los recursos pesqueros requiere de esfuerzos que aporten información sobre las especies que están siendo capturadas tanto legal como ilegalmente. Aunque, en México existen datos oficiales sobre las especies de cefalópodos que son pescadas, no se tiene el conocimiento preciso de aquellas que son comercializadas. En este sentido, conocer las especies de cefalópodos que se comercializan en el mercado de La Nueva Viga, que es el principal centro de distribución de pescados y mariscos en México, puede aportar datos complementarios sobre las especies que son explotadas en el país y sobre aquellas que son importadas.

IV. OBJETIVO

OBJETIVO GENERAL

- Sintetizar el conocimiento de la comercialización, periodos de venta y algunos datos biológico-pesqueros relevantes de las especies de cefalópodos comercializados en el mercado de pescados y mariscos “La Nueva Viga”, de la Ciudad de México, mediante la elaboración de un catálogo sistemático.

OBJETIVOS PARTICULARES

- Identificar las especies de cefalópodos que se comercializan en el mercado “La Nueva Viga” con base en caracteres morfológicos y genéticos, utilizando el código de barras de ADN.
- Actualizar la información taxonómica de las especies comercializadas.
- Describir los caracteres diagnósticos morfológicos de las especies.

V. ÁREA DE ESTUDIO

5.1 Historia del mercado “La Nueva Viga”

La Ciudad de México ha sido, históricamente, el centro económico del país. Aunque no es una ciudad costera, desde tiempos prehispánicos los mariscos, y otros productos del mar, han llegado o transitado por este territorio. A lo largo del tiempo hasta épocas recientes, esta ciudad ha encabezado la distribución de recursos pesqueros, y los habitantes de la conurbación, constituida por la Ciudad de México y el área metropolitana adyacente, están acostumbrados a beneficiarse de los productos pesqueros provenientes de casi todos los estados costeros, por lo que la demanda de mariscos es mayor aquí que en el resto del país (Mónaco-Felipe, 2008).

Durante muchos años, el principal centro distribuidor de este tipo de productos fue el mercado de La Viga, ubicado cerca del canal de La Viga, en la actual alcaldía Iztacalco. A mediados de la década de 1990, la demanda de productos del mar al mayoreo superó la capacidad de distribución de este antiguo mercado tradicional (Seafood Today, 2008). En esa misma década, fue establecido La Nueva Viga (Arellano, 2010). Actualmente, el antiguo mercado de La Viga vende generalmente por mayoreo, pero sus clientes son principalmente locales, como minoristas y restaurantes de la Ciudad de México (Guzmán-Roque, 2011).

La Nueva Viga es el centro comercializador de pescados y mariscos más grande en Latinoamérica (SAGARPA, 2019) y el segundo más importante del mundo por manejo de volumen (Seafood Today, 2008), después del mercado de Toyosu en Japón. Es un centro distribuidor de productos del mar, frescos y congelados, donde se maneja un gran volumen diariamente (Mónaco-Felipe, 2008).

5.2 Ubicación geográfica

La Nueva Viga se ubica en la colonia San José Aculco, Prolongación Eje 6 Sur, Andamio 560, Área Federal Central de Abastos, Iztapalapa, Ciudad de México, en la parte suroeste de la Central de Abasto (Fig. 3). Coordenadas: 19°22'11.269"N 99°5'50.755"W.

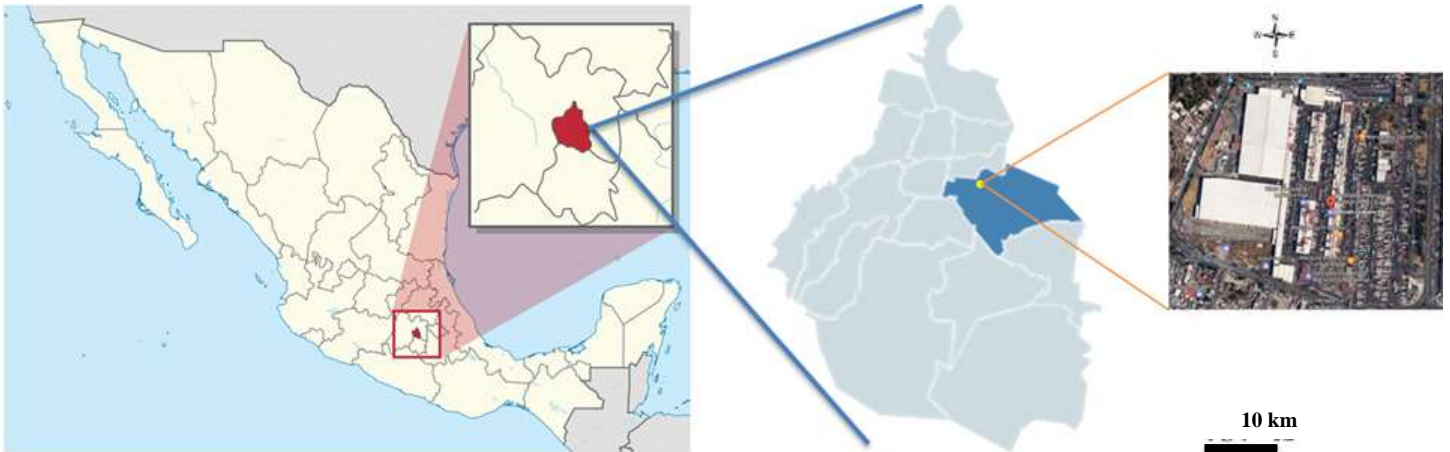


Figura 3. Localización del mercado La Nueva Viga en Ciudad de México. De izquierda a derecha: Ciudad de México (rojo), Iztapalapa (en azul), central de abasto (círculo amarillo), vista aérea de La Nueva Viga (19°22'11.269"N 99°5'50.755"W) (Google Earth, 2017).

5.3 Descripción del mercado

El mercado mide 9.2 ha (90,215 m²) donde se distribuyen 202 almacenes mayoristas y 55 almacenes minoristas, en los cuales trabajan aproximadamente 165 comerciantes que atienden diariamente entre 20,000 y 25,000 clientes (López-Tostado, 2013).

5.4 Productos comercializados

En este mercado se adquiere diariamente un total estimado de 500 toneladas de pescado fresco y 1000 toneladas de productos congelados, pertenecientes a cerca de 500 especies marinas “mexicanas” y 100 especies importadas que se comercializan todos los días en este centro de suministro. Los productos nacionales provienen principalmente de Baja California, Oaxaca y Veracruz. En La Nueva Viga es encontrada la mayor variedad de productos oceánicos en México (López-Tostado, 2013; PROFECO, 2017). Aquí se comercializa 65% de la producción nacional de escama y un importante volumen de crustáceos y moluscos, con lo cual genera un flujo de intercambio económico más intenso que muchos puertos de México (SAGARPA, 2017). El periodo con mayor intensidad de ventas en el año se registra durante Cuaresma y Semana Santa (finales de febrero a inicios de abril), temporada en la cual se comercializa un estimado mayor a 9,000 toneladas de productos del mar (CONAPESCA, 2011; SAGARPA, 2017, 2019; SAGARPA-CONAPESCA, 2020; PROFECO, 2017).

La mayor parte de los productos provienen de las costas del golfo de México (Veracruz y Tamaulipas) (El Informador, 2010), pero se pueden encontrar productos importados de los cinco continentes. Debido a los acuerdos del Tratado de Libre Comercio, los productos del mar importados de países como China, Panamá y Chile llegaron a acaparar, como mínimo, 10% de las ventas en el mercado. Las especies importadas más comunes incluyen tilapia, tiburón, pargo y carpa (Archundia, 2003).

En la página web del Sistema Nacional de Información e Integración de Mercados (SNIIM) se encuentra un inventario dedicado a los productos pesqueros comercializados en la Nueva Viga. El catálogo se agrupa en cuatro categorías: pescados marinos, pescados de agua dulce, crustáceos, moluscos y otros. Esta página se actualizaba diariamente hasta el 10 de junio de 2007 (SNIIM, 2007).

VI. MATERIALES Y MÉTODOS

6.1 Obtención del material biológico

Durante un periodo de doce meses, que abarcó de junio de 2017 a mayo de 2018, 20 visitas al mercado “La Nueva Viga” fueron realizadas. Se hizo un recorrido mensual en los meses junio y julio de 2017 y, enero y mayo de 2018, y dos recorridos mensuales en el resto de los meses; la mayoría de los cuales ocurrieron alrededor de las 06:00 y 10:00 am. Fueron obtenidos productos frescos y congelados que representaron diversas especies de cefalópodos y, se dio seguimiento a su presencia/ausencia durante las visitas realizadas. Se seleccionaron aquellos especímenes que podían ser diferenciados por su morfología externa y su patrón de coloración, considerando que dichas diferencias representaban distintas identidades a nivel específico. El tamaño de muestra se limitó a un ejemplar o un paquete comercial por cada identidad específica, excepto en tres casos: 1) donaciones adicionales por parte de los comerciantes, 2) si se encontraban ejemplares provenientes de una pesquería no registrada anteriormente y 3) si el ejemplar era comercializado en periodo de veda.

Se obtuvo un total de 10 especímenes de cefalópodos para su posterior examinación en laboratorio. Durante esta obtención de muestras, se hicieron entrevistas cortas con preguntas semi-estructuradas a los comerciantes, dueños de los locales y cargadores. Las entrevistas incluyeron las siguientes preguntas, con el fin de extraer información sobre los productos adquiridos y sobre las especies: (1) ¿Cuál es el nombre comercial del producto? (2) ¿Cuál es el nombre común del producto? (3) ¿Cuál es el origen de la pesca? (4) ¿Cuándo es el periodo de comercialización? y (5) ¿Existen regulaciones pesqueras para el producto?

En relación a los calamares adquiridos, estos fueron visualmente distinguidos por su cuerpo cilíndrico y la modificación del cuarto par de brazos en tentáculos (Young *et al.*, 2019) y otros caracteres diagnósticos morfológicos que se ilustran en la figura 4.

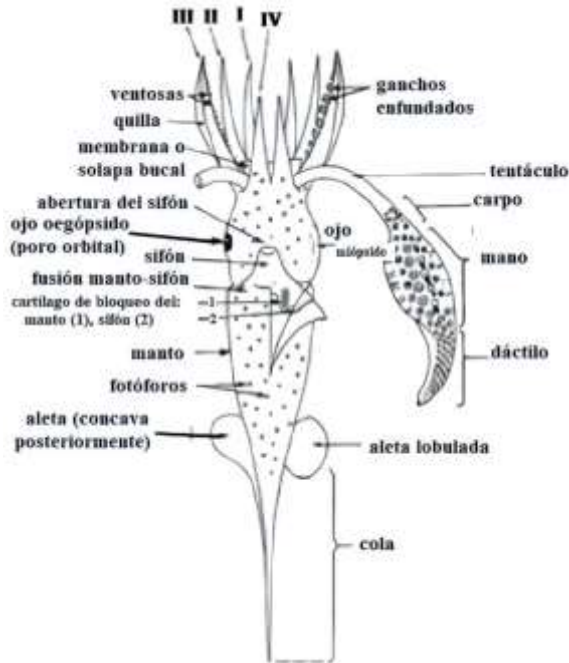


Figura 4. Caracteres diagnósticos morfológicos de un calamar. Modificado de Vecchione *et al.* (1989).

Para diferenciar entre calamares de los órdenes Myopsida y Oegopsida, el rasgo característico distintivo más evidente se encuentra en la estructura de los ojos. En los calamares miópsidos, los ojos están cubiertos por una membrana córnea transparente, cuya única abertura consiste en un poro microscópico, a diferencia de los oegópsidos, cuyos ojos están expuestos directamente al agua. Además, las ventosas en las extremidades (brazos y maza tentacular) de los calamares miópsidos nunca presentan ganchos o garfios, solo los oegópsidos presentan dichas estructuras (Vecchione y Young, 2016 a y b).

Así mismo, los pulpos adquiridos, correspondieron al orden Octopoda, cuyos miembros se distinguen por los caracteres diagnósticos morfológicos, ilustrados en la figura 5.

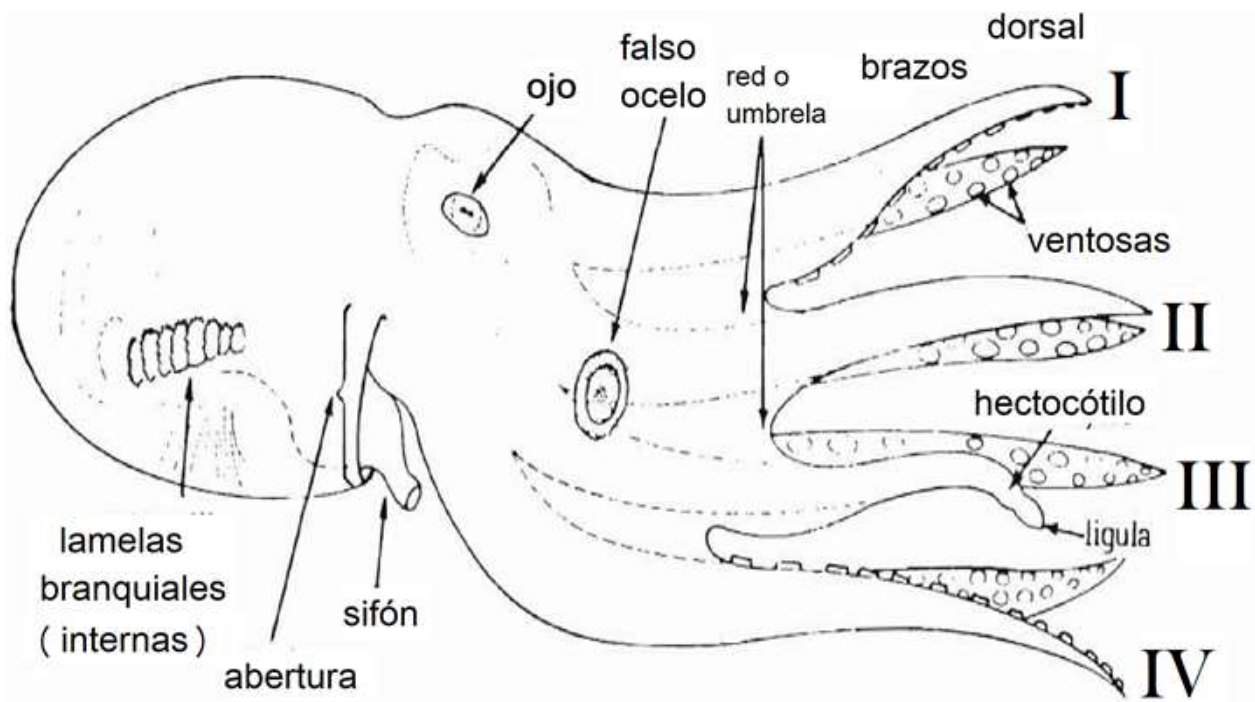


Figura 5. Caracteres diagnósticos morfológicos de un pulpo incirino. Modificado de Vecchione *et al.* (1989).

Todos los ejemplares obtenidos estaban frescos o descongelados, y fueron adquiridos enteros o en partes (manto y extremidades). Se omitieron los productos procesados, es decir, aquellos que se comercializaban precocidos, fileteados o en trozos. La obtención de ejemplares cesó cuando ya no se observaron especies de cefalópodos distintas a las que ya habían sido previamente obtenidas.

6.2 Identificación morfológica

Las medidas morfológicas estándar en cefalópodos coleoideos, reportadas casi universalmente en la literatura científica de cefalópodos, fueron asentadas por Roper y Voss (1983): de estas, solo se consideraron aquellas que eran diagnósticas para describir a los especímenes presentados en esta tesis. Los caracteres morfológicos son ilustrados en la figura 6 y descritos en el cuadro 2.

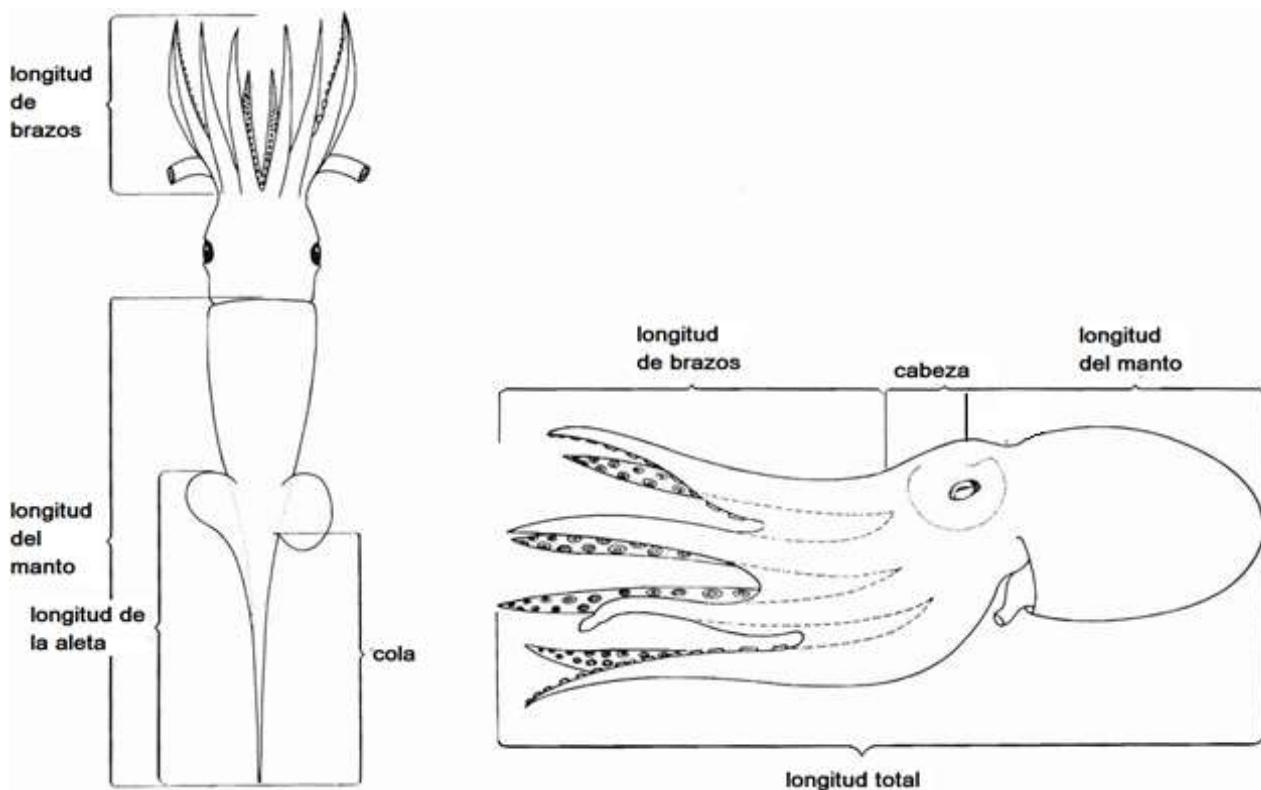


Figura 6. Mediciones más comunes para la descripción de calamares y pulpos. Modificado de Vecchione *et al.* (1989).

Cuadro 2. Caracteres morfométricos y merísticos utilizados para la identificación taxonómica.

Organismo	Abreviatura	Medida/índice/atributo	Descripción
	LT	Longitud total	Medición en línea recta sobre el eje del cuerpo, que se mide a lo largo de la línea media dorsal con las extremidades extendidas. Es la mayor extensión medible de un cefalópodo desde el extremo posterior del manto o las aletas, o la cola, si está presente, hasta el extremo distal del brazo más largo (Arkhipkin <i>et al.</i> , 2015 b).
Ambos	LM	Longitud del manto	En calamares, se mide desde el borde anterior del manto (cerca de la cabeza), hasta el extremo posterior del manto o el ápice de las aletas fusionadas, cualquiera que sea más largo (Glaubrecht y Salcedo-Vargas, 2004). En pulpos, el borde anterior del manto no está claramente delimitado dorsalmente debido a la fusión avanzada de la cabeza y el manto, por lo que la longitud del manto se toma desde el punto medio entre los ojos hasta el extremo posterior del

manto (Roper y Voss, 1983).

FB	Fórmula de brazos	La fórmula de los brazos se obtiene de los tamaños relativos de los brazos ordenados según su longitud (LB). El brazo más largo se indica primero y el más corto al final. Un ejemplo de una fórmula de los brazos es IV > III = II > I. Aquí, el brazo IV es el más grande, seguido del brazo III, que es del mismo tamaño que el brazo II y ambos son más grandes que el brazo I (Young <i>et al.</i> , 1999).
LB	Longitud del brazo más largo	Esta medida se toma desde la base del brazo con la mayor longitud, desde las solapas bucales hasta la punta del mismo brazo.
NVB	Número de ventosas en el brazo más largo	Se registra contando las ventosas a lo largo de todo el brazo, desde las que están cerca de la boca hasta la última ventosa ubicada en la porción distal.

	AM	Ancho de manto	La longitud transversal entre los márgenes laterales del manto (Young <i>et al.</i> , 1999).
	LA	Longitud de aleta	Medida dorsal sobre el eje longitudinal a partir del ápice posterior de la aleta hasta el margen anterior donde se forma el ángulo que une las aletas con los márgenes laterales del manto (Young <i>et al.</i> , 2001).
Calamares	AA	Ancho de aleta	La longitud entre los bordes laterales de ambas aletas (Young <i>et al.</i> , 1999).
	LTt	Longitud de tentáculos	Longitud que parte desde la base del tentáculo hasta la punta de la maza tentacular.
	NVTt	Número de ventosas en el tentáculo	Conteo de las ventosas a lo largo de la maza tentacular, desde las que están en el carpo hasta la última ventosa ubicada en la punta del dactilo.

	LHc	Longitud del brazo hectótilizado	Longitud desde la base, en la solapa bucal, del brazo hectocotilizado hasta la punta del mismo brazo.
Pulpos	NVHc	Número de ventosas en el brazo hectocotilizado	Conteo de las ventosas a lo largo del brazo hectocotilizado, desde las que están cerca de la boca hasta la última ventosa ubicada en la porción distal.
	ILI	Índice de longitud de la lígula	Relación entre la longitud del hectocótilo y la longitud de la lígula, expresada en porcentaje.

A menos que se indique lo contrario, todas las medidas están en milímetros (mm) y los índices en porcentaje (%). Además, fueron contados el número de dientes en los anillos de las ventosas de los brazos (NDB) y el número de dientes en los anillos de las ventosas de la maza tentacular. Fue realizado un registro fotográfico de las especies para describir y documentar las características anatómicas que fueron útiles para su identificación.

La identificación morfológica de los ejemplares examinados fue determinada con la ayuda de catálogos ilustrados, claves taxonómicas y guías especializadas para identificar especies de cefalópodos (Norman, 2000 y 2003; FAO, 2010 y 2016 b; Jereb y Roper, 2010; Jereb *et al.*, 2014; Hanlon *et al.*, 2018).

6.3 Identificación genética mediante el código de barras de ADN

El proceso para identificar especies mediante “códigos de barras” consta de cuatro pasos básicos (iBOL, 2019), ilustrados en la figura 7. Paso 1: Recolección del espécimen y aislamiento del ADN de la muestra biológica. Paso 2: Amplificación (obtención de una gran cantidad de copias) de la región del código de barras del ADN objetivo (“*target*”) mediante reacción en cadena de la polimerasa (PCR). Paso 3: Secuenciación de los productos de PCR del código de barras (es decir, saber la composición y el orden en el que están dispuestas las bases nitrogenadas (pares de bases) que constituyen a los nucleótidos en el fragmento amplificado de ADN). Paso 4: Inspección, edición, comparación y alineamiento de las secuencias resultantes con aquellas secuencias de referencia, previamente depositadas en bases de datos bioinformáticas (por ej. GenBank), para encontrar las especies coincidentes a través de la búsqueda de homologías (Blast) y la construcción de la filogenia molecular.

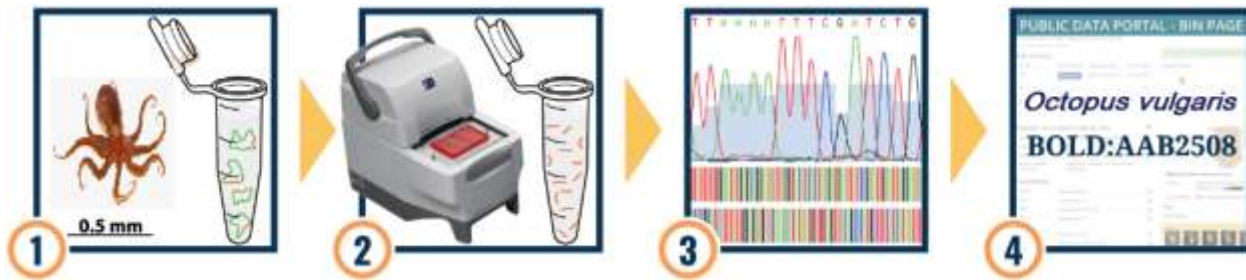


Figura 7. Esquema del proceso para la identificación de especies mediante el código de barras de ADN. Modificado de iBOL (2019).

6.3.1 Obtención de tejido

El tejido se obtuvo de una porción distal de un brazo de cada organismo, previo a su identificación morfológica. Estos fragmentos fueron almacenados y etiquetados de manera individual en frascos con etanol al 96%. Las muestras fueron depositadas en el laboratorio de Genética y Biología Molecular de la Planta Experimental de Producción Acuícola (PEXPA) de la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa (UAM-I). La extracción y purificación de ADN se realizó empleando el kit de purificación Quick Wizard SV Genomic DNA Purification System (PROMEGA WIZARD®), siguiendo el protocolo incluido en el manual elaborado por el fabricante.

6.3.2 Extracción, amplificación y secuenciación de ADN

La correcta extracción de ADN se determinó mediante una electroforesis usando un gel de agarosa al 1.5%. El ADN extraído se usó como plantilla para la amplificación vía reacción en cadena de la polimerasa (PCR) de un fragmento del gen citocromo c oxidasa subunidad I (COI), con una longitud esperada de 648 pb, conocido como región “Folmer” (Strugnell y Lindgren 2007). La reacción empleó un volumen de 25 μ l, que contenía 13.85 μ l de agua bidestilada, 5 μ l de tampón *Taq* 5x, 2 μ l de $MgCl_2$ 25mM, 1 μ l

de cada cebador (10mM), 1 µl de dNTPs (nucleótido trifosfato) 10mM, 1 µl de ADN polimerasa GoTaq Green Master Mix (Promega) y 1 µl de ADN extraído. Los cebadores utilizados fueron los propuestos por Folmer *et al.* (1994) para invertebrados: LCO 1490 (5'-GGTCAACAAATCATAAAGATATTGG-3') y HCO 2198 (5'-TAAACTTCAGGGTGACCAAAAAATCA-3').

El protocolo general para las condiciones térmicas consistió en una desnaturalización inicial a 94 °C por 5 minutos, seguido de 35 ciclos a 94 °C por 45 s, 49 °C por 45 s y una extensión a 72 °C por 1.5 min, y luego una extensión final de 5 min a 72 °C. Los productos de PCR se cargaron en un gel de agarosa al 1% con gel red y se visualizaron en un iluminador UV (SYNGENE). Los amplificados fueron purificados y secuenciados por Macrogen Inc. (Seúl, Corea del Sur) en ambos sentidos.

6.3.3 Análisis genético

Lectura, edición y comparación de secuencias

Las secuencias obtenidas y los electroferogramas de las secuencias fueron inspeccionados y editados con el programa MEGA X Versión 10.1.8 (Kumar *et al.*, 2018). Con las secuencias resultantes, se hizo una búsqueda de secuencias homólogas, realizada en la base de datos Genbank (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/Genbank/>) utilizando la herramienta BLASTn (Basic Local Alignment Search Tool (Altschul *et al.*, 1990) para encontrar aquellas de mayor similitud. Se consideró como secuencia válida a aquellas secuencias que mostraron un porcentaje de similitud significativo (>90%) o alto (>95%) en BLAST.

Debido a los pocos estudios que se han realizado al respecto, no parece haber un consenso en la tasa de evolución de COI en cefalópodos, ya que existe una amplia

variabilidad en las tasas reportadas (Strugnell *et al.*, 2007). Por ello, para la identificación a nivel de especie se tomó en cuenta la información proporcionada por Carlini y Graves (1999), quienes reportaron que se presenta una mayor variación interespecífica en las secuencias de COI dentro de los Octopodiformes (divergencia media = 5.9%) que dentro de los Decapodiformes (divergencia media = 2.3%).

Análisis de distancias genéticas y relaciones evolutivas

Además de las 15 secuencias, obtenidas de las muestras amplificadas, en ambos sentidos de la cadena de ADN, excepto de la muestra C1, de la cual solo se obtuvo en un sentido (cuadro 3), se incluyeron otras 20 secuencias de COI, las cuales fueron aquellas que presentaron mayor similitud en BLAST con las secuencias generadas (cuadro 4), disponibles en Gen Bank. Se omitieron las secuencias que tenían una longitud menor a 550 pb, debido a que las distancias genéticas se calculan considerando las variaciones para cada uno de los sitios nucleotídicos.

Se seleccionaron 15 secuencias adicionales, incluyendo una de *Nautilus* sp., que fue utilizada como grupo externo, para la construcción de la filogenia molecular, considerando que representaban especies de importancia comercial o pertenecían a grupos taxonómicos cercanos a las especies identificadas. Estas secuencias pertenecen a las especies de calamares *Doryteuthis pealeii*, *Doryteuthis pleii*, *Loligo vulgaris*, *Sthenoteuthis oualaniensis*, *Todarodes pacificus* y *Todarodes sagittatus*; y a las especies de pulpos *Amphioctopus aegina*, *Amphioctopus burryi*, *Amphioctopus kagoshimensis*, *Amphioctopus marginatus*, *Enteroctopus dofleini*, *Octopus bimaculatus*, *Octopus bimaculoides* y *Octopus insularis*.

En total, se recopilaron 50 secuencias resultantes, que fueron alineadas con Clustal W (Thompson *et al.*, 1994) y editadas para procurar que todas tuvieran una longitud igual o aproximada a 612 pares de bases (pb).

La construcción del árbol fue realizada con el método de distancia con “el vecino más cercano” Neighbour-Joining (NJ) (Tamura *et al.*, 2011) utilizando el modelo de Kimura 2 parámetros (K2P) (Kimura, 1980). La robustez de los grupos formados en el árbol fue soportada por un análisis *bootstrap* empleando 1,000 permutaciones. Todos estos análisis fueron realizados en MEGA X.

6.4 Elaboración del catálogo taxonómico

La información organizada en el catálogo contiene la lista de taxones y su estructuración sigue el orden taxonómico propuesto por Young *et al.* (2019) y Young *et al.* (2015). La ubicación taxonómica y los nombres fueron corroborados en World Register of Marine Species (WoRMS). El nombre comercial y el origen de la pesquería de las especies *Dosidicus gigas*, *Octopus maya* y *O. mimus* fueron identificados con la información obtenida en las entrevistas semi-estructuradas realizadas a los trabajadores del mercado. El nombre comercial hace referencia a la denominación con la cual es conocida la especie entre los comerciantes de La Nueva Viga o, en su caso, el nombre designado en la etiqueta elaborada por la empresa responsable de empaquetar y distribuir el producto. Igualmente, son presentadas las referencias bibliográficas que fueron utilizadas para la identificación y descripción de los organismos.

En el apartado “Material examinado” se reportan las medidas e índices diagnósticos (ver “cuadro 2”) de las especies analizadas. Así mismo, son indicados los meses en que son comercializadas las especies. En “Origen de pesca” se da a conocer el lugar de

procedencia del producto, ya sea por la leyenda del etiquetado en el caso de los empaquetados o por la información expuesta por los comerciantes del local.

El catálogo incluye evidencias fotográficas de los ejemplares. Es importante señalar que para algunas muestras fue imposible observar ciertos caracteres por las malas condiciones del ejemplar. Para estas situaciones se utilizó la descripción morfológica bibliográfica correspondiente a la especie. En el caso particular del calamar “jumbo”, fue problemática la documentación fotográfica, ya que no fue posible la obtención de un ejemplar completo y en el sitio de estudio solamente fue permitida la toma de fotografías, pero no de medidas, ya fuera por normatividad del local, tiempo o disposición de los locatarios. Además, las capturas fotográficas de algunos caracteres de esta especie no contaban con una buena resolución que permitiera su apreciación, por lo cual estas fueron sustituidas o comparadas con imágenes publicadas por otros autores (United States Fish Commission, 1881; Pfeffer, 1912; FAO, 2010).

En los apartados “Diagnosis” y “Distribución” se describen, respectivamente, las características más representativas de los ejemplares examinados y la distribución geográfica actualmente conocida para cada especie. Finalmente, datos sobre la importancia del recurso son presentados en “Información comercial y pesquera”.

VII. RESULTADOS

7.1 Muestreo e identificación morfológica

Durante el muestreo realizado en el mercado La Nueva Viga, fueron adquiridos 10 organismos (cuadro 3) que pudieron identificarse con base en sus características morfológicas (ver cuadro 2) y fueron asignados a 5 especies pertenecientes a 4 géneros, 3 familias y 3 órdenes. Los órdenes representados fueron Myopsida (1 especie) y Oegopsida (1 especie) en el caso de los calamares, y Octopoda (3 especies) para los pulpos. La familia con mayor número de especies fue Octopodidae (3); y el género más representado fue *Octopus* (2). Las especies identificadas fueron: los calamares *Doryteuthis opalescens* y *Dosidicus gigas* y, los pulpos *Octopus maya*, *O. mimus* y *Amphioctopus neglectus* (cuadro 4).

Cuadro 3. Muestras etiquetadas de cefalópodos recolectados en La Nueva Viga.

Nombre de la muestra	Código de registro	Fecha de recolección	Presentación / Marca	Origen de pesca
Calamares				
Calamar 1	C1	Jue., 1 jun. 2017	Golden Pacific Seafoods (Caja de 1kg)	California, E.U.A.
Calamar 2	C2	Jue., 1 jun. 2017	Golden Pacific Seafoods (Caja de 1kg)	California, E.U.A.
Calamar 3	C3	Jue., 16 nov. 2017	Manto, brazos y tentáculos (frescos)	Perú
D. opalescens	DO	Lun., 2 oct. 2017	Seafood Creek (Empaque)	China
Seafood Creek	SC	Lun., 2 oct. 2017	Seafood Creek (Empaque)	China



Pulpos				
Pulpo	P1	Jue., 1 jun. 2017	Fresco entero	Campeche o Yucatán
Pulpo 2	P2	Jue., 1 jun. 2017	Fresco entero	Chile
Pulpo 3	P3	Mar, 11 jul. 2017	Congelado (Bolsa de 1 kg)	Vietnam
Pulpo maya	PM	Dom., 17 sept. 2017	Fresco entero	Campeche
Pulpo de Yucatán	PY	Dom., 17 dic. 2017	Fresco entero	Yucatán

Las cinco especies estuvieron presentes de junio a octubre de 2017. Los calamares son comercializados durante todo el año. La venta de los pulpos maya y negro (*O. maya* y *O. mimus*, respectivamente) solo ocurre durante el segundo semestre del año. El, denominado localmente, en La Nueva Viga, pulpo baby (*Amphioctopus neglectus*), etiquetado como *Octopus vulgaris*, solamente no se comercializó en tres meses (cuadro 4).

Las encuestas realizadas a los comerciantes en La Nueva Viga y el etiquetado de los paquetes obtenidos fueron la fuente de información de las localidades de procedencia de los organismos. Las especies de cefalópodos son principalmente importadas y provienen de Estados Unidos, Chile, China y Vietnam. El aporte pesquero nacional de cefalópodos corresponde a dos estados (Campeche y Yucatán) del Atlántico mexicano.

Cuadro 4. Inventario de las especies de cefalópodos comercializados en el mercado La Nueva Viga, durante el periodo junio de 2017 a mayo de 2018.

Taxón	2017						2018					Nombre comercial en La Nueva Viga	
	junio	julio	agosto	septiembre	octubre	noviembre	diciembre	enero	febrero	marzo	abril		mayo
CLASE CEPHALOPODA													
Subclase Coleoidea													
Superorden Decapodiformes													
Orden Myopsida													
Familia Loliginidae													
<i>Doryteuthis opalescens</i>	X				X								Calamar americano
Familia Omunastrephidae													
<i>Dosidicus gigas</i>						X							Calamar jumbo/peruano
Superorden Octopodiformes													
Orden Octopoda													
Familia Octopodidae													
<i>Amphioctopus neglectus</i>		X											Pulpo baby
<i>Octopus maya</i>	X			X			X						Pulpo maya/rojo/de Campeche/ de Yucatán
<i>Octopus mimus</i>	X												Pulpo negro/chileno

 Mes con presencia de la especie
  Mes con ausencia de la especie
 X Mes de recolección

 Mes de veda para *O. maya* (DOF, 2018)
  Mes de veda para *O. mimus* (SUBPESCA, 2018)

7.2 Identificación genética

Se generaron 8 secuencias consenso, depositadas en GenBank con los números de acceso MZ557348, MZ557349, MZ557350, MZ557351, MZ557352, MZ557353, MZ557354 y MZ557355; provenientes de 8 individuos de la subclase Coleoidea. Las secuencias, de acuerdo con los resultados obtenidos del BLAST (cuadro 5), mostraron una mayor similitud (90–100%) con *Dorytheutis opalescens*, *Dosidicus gigas*, *Amphioctopus membranaceus*, *Amphioctopus neglectus*, *Octopus hubbsorum*, *Octopus maya* y *Octopus mimus*. Las secuencias con menor similitud fueron, respectivamente, 90% y 95%, entre la secuencia P3 y las secuencias de *A. membranaceus* y *A. cf. neglectus*. Los valores de las distancias genéticas, en general, fueron iguales o muy cercanos a “0”, lo cual indica la poca o nula diferenciación genética entre las secuencias obtenidas y las secuencias de referencia (cuadro 5).

Cuadro 5. Valores del análisis BLAST y distancias genéticas de las secuencias del gen COI obtenidas de las muestras de los cefalópodos comercializados en La Nueva Viga.

Identificación genética de los cefalópodos comercializados en el mercado de pescados y mariscos La Nueva Viga				
Muestras	Taxón	Distancias COI (MEGAX)	Similitud del BLAST (%)	Referencia (BLAST)
C1, C2, Do	<i>Dorytheutis opalescens</i>	0.0 (JF730687, KF009587, MN138387)	99.68 - 100	Elliger <i>et al.</i> (2011) Spielmann <i>et al.</i> (2018) Yambot <i>et al.</i> (2014)
C3	<i>Dosidicus gigas</i>	0.0 (JN802509, FJ153073, KY446804, MF980600, MH194533,	99.03 - 100	Braid <i>et al.</i> (2012) Staaf <i>et al.</i> (2010) Zhang y Kong (2017)

		MN977153)		Fernández-Alvarez <i>et al.</i> (2018) Marin <i>et al.</i> (2018) Velasco <i>et al.</i> (2020)
Pm, PY	<i>Octopus maya</i>	0.0 (KF774310, MH293050, MT919754)	99.50 - 99.84	Ibáñez (2013) Maggioni <i>et al.</i> (2018) Velasco <i>et al.</i> (2020)
P2	<i>Octopus mimus</i>	0.0 (GU355926, KF774308, MH194545, MN977146)	98.50- 99.84	Acosta-Jofré <i>et al.</i> (2012) Ibáñez (2013) Marin <i>et al.</i> (2018) Velasco <i>et al.</i> (2020)
	<i>Octopus hubbsorum</i>	0.01 (KF225002)	98.06 - 99.03	Pliego-Cárdenas <i>et al.</i> (2014) Díaz-Santana-Iturrios (2014)
	<i>Amphioctopus membranaceus</i>	0.0 – 0.01 (MN977147, LC121545)	90.42 - 99.84	Velasco <i>et al.</i> (2020) Hwang <i>et al.</i> (2016)
P3	<i>Amphioctopus cf. neglectus</i>	0.04 (AB385872)	95.79 - 100	Kaneko <i>et al.</i> (2011) Tang <i>et al.</i> (2020) Xu (2020)

Por otro lado, las secuencias obtenidas se agruparon en el árbol NJ dentro de cinco clados con altos valores de soporte (bootstrap>98) y que corresponden a las especies *Dosidicus gigas*, *Doryteuthis opalescens*, *Amphioctopus sp.*, *Octopus maya* y *O. mimus* (Fig. 8).

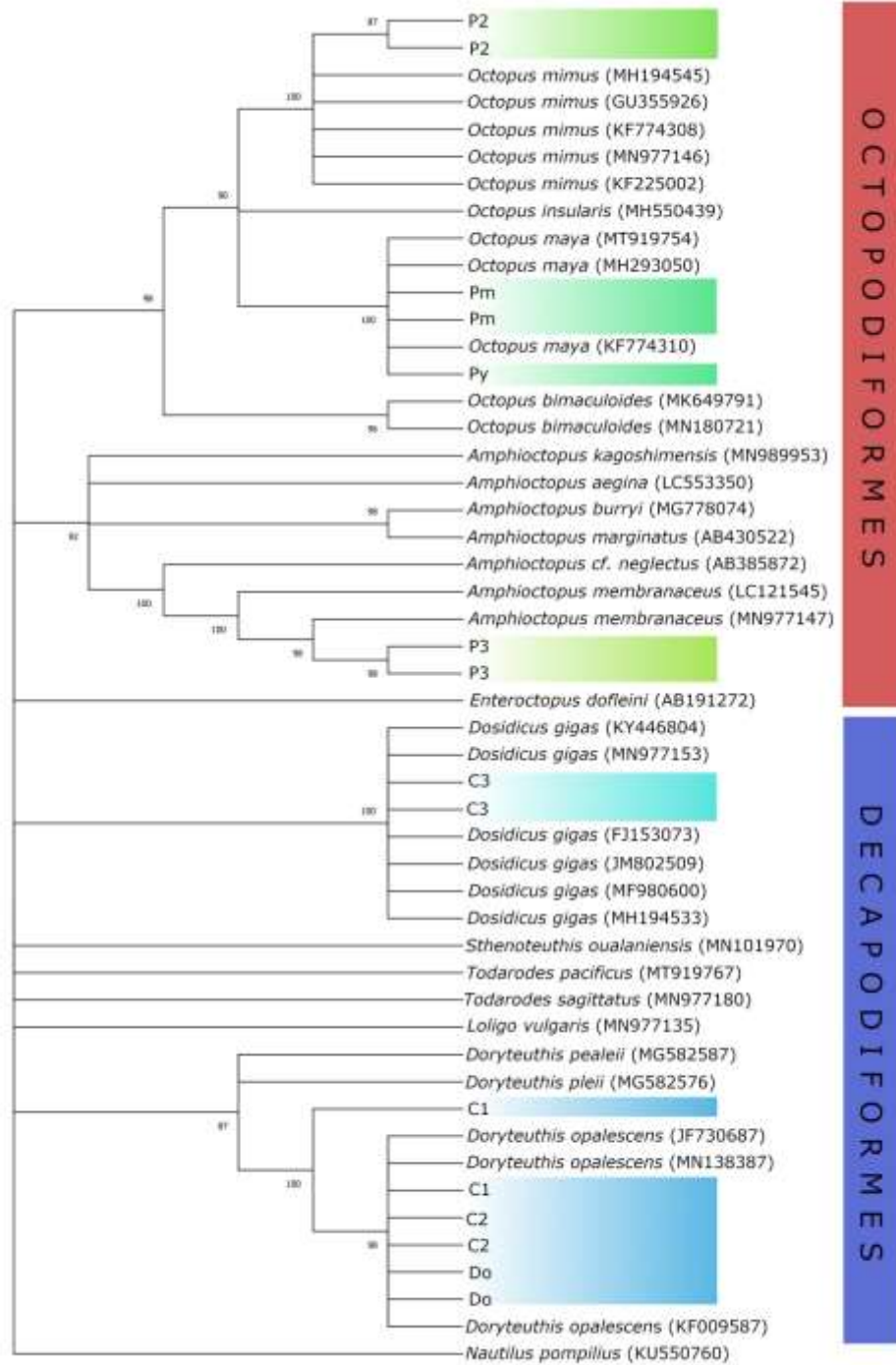


Figura 8. Árbol Neighbor-Joining de secuencias de COI de cefalópodos obtenidos en la Nueva Viga (colores verde y azul), construido utilizando el modelo de sustitución Kimura 2-parámetros.

El árbol fue colapsado para una mejor representación y se dejaron los clados con soporte mayor a 80.

7.3 Catálogo sistemático

Clase Cephalopoda Cuvier, 1798

Subclase Coleoidea Bather, 1888

Orden Myopsida Orbigny, 1845

Familia Loliginidae Lesueur, 1821

Género *Doryteuthis* Naef, 1912

***Doryteuthis opalescens* (Berry, 1911) (Fig. 9)**

Nombre comercial: Calamar americano, calamar loligo.

Referencias para la identificación y descripción del taxón: Morris *et al.* (1980), Jereb y Roper (2010 a, 2010 b), Vecchione y Young (2010 b), Finn (2016).

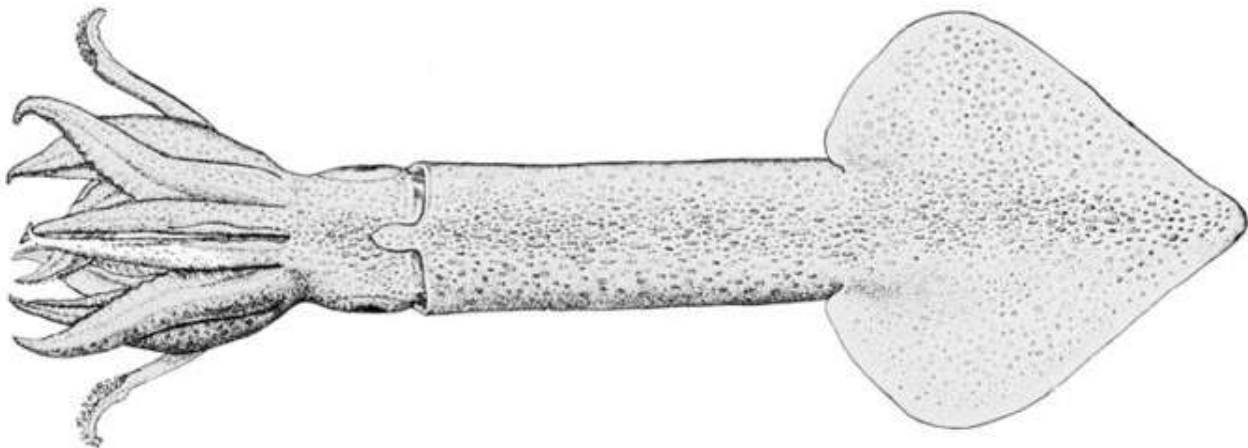


Figura 9. Vista dorsal de *Doryteuthis opalescens*. Obtenido de United States Fish Commission (1881).

Material examinado: 1.-♂ LT 170 mm, LM 116 mm, AM 38 mm, LA 38 mm, AA 40 mm, LB 54 mm, LTt 74 mm. 2.-♀ LT 200 mm, LM 122 mm, AM 39 mm, LA 41 mm, AA 41 mm, LB 58 mm, LTt 80 mm. 3.-♂ LM 138 mm, AM 40 mm, LB 58 mm.

Periodo cuando se comercializa: todo el año.

Procedencia: Golden Pacific Seafoods (empresa de California, Estados Unidos) o Seafood Creek (empresa de China).

Diagnosis: Es un calamar de tamaño pequeño (LM aprox. de 190 mm). Las aletas son romboidales, forman una punta en la parte posterior y sus bordes son ligeramente cóncavos; el AA y la LA son aproximadamente iguales. El borde del manto no está fusionado a la cabeza (Fig. 10). En los machos, el brazo ventral izquierdo está hectocotilizado a lo largo del primer tercio distal con ventosas reducidas en tamaño y con tallos alargados, como papilas (Fig. 11). Los brazos son cortos y solamente presentan dos filas de ventosas alternadas a lo largo de toda la extremidad. Las mazas tentaculares son estrechas, no están expandidas; tienen 4 filas de ventosas, las 2 filas centrales presentan ventosas grandes y las filas laterales presentan ventosas más pequeñas (Fig. 12). Los anillos de las ventosas en los brazos presentan de 9 a 12 dientes romos (Fig. 13) y en las mazas tentaculares presentan una apariencia serrada con 30 dientes puntiagudos (Fig. 14).

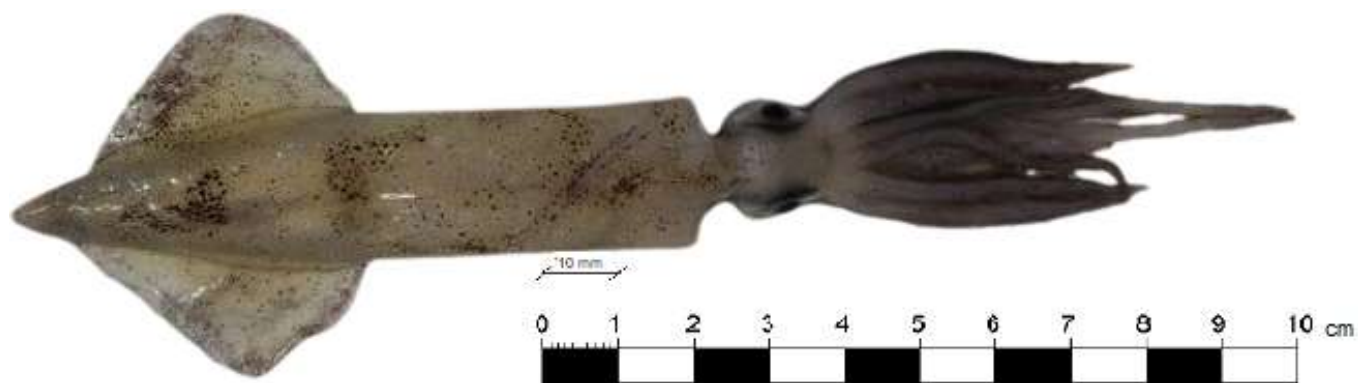


Figura 10. Vista dorsal de un ejemplar macho, etiquetado como “calamar americano” (*Doryteuthis opalescens*), comercializado por Golden Pacific Seafoods.

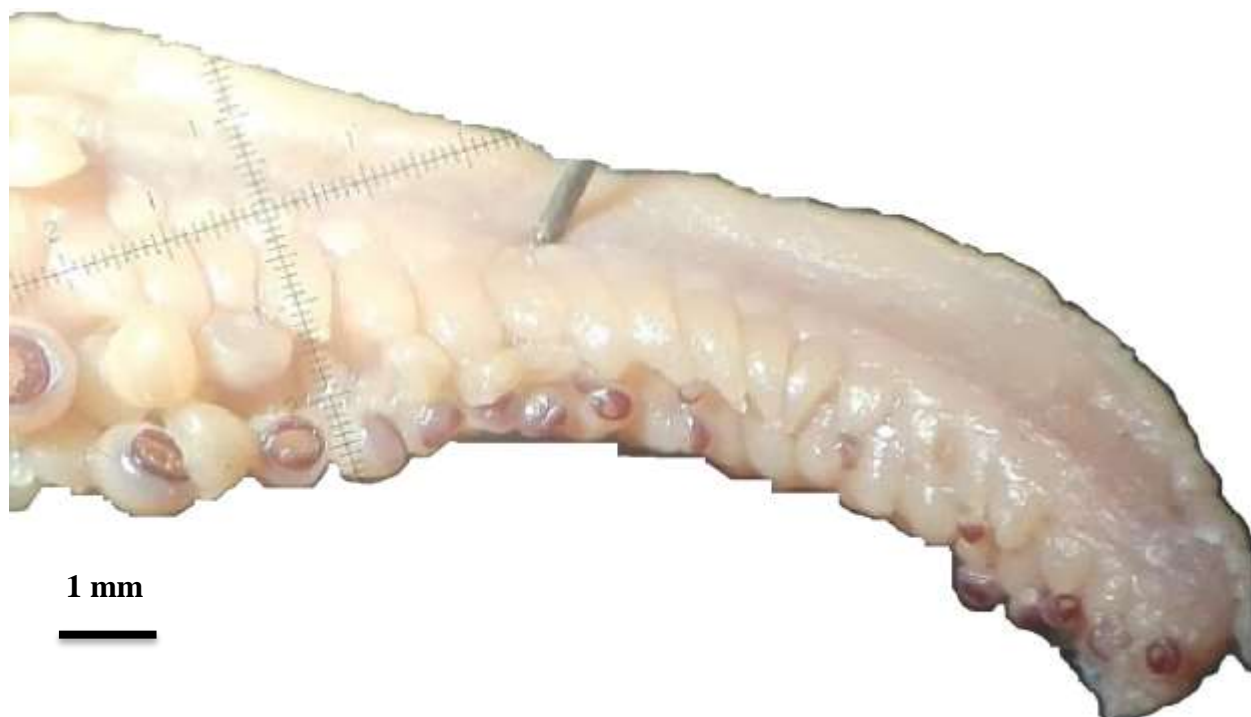


Figura 11. Ventosas papilares en la punta del brazo hectocotilizado de *Doryteuthis opalescens*.

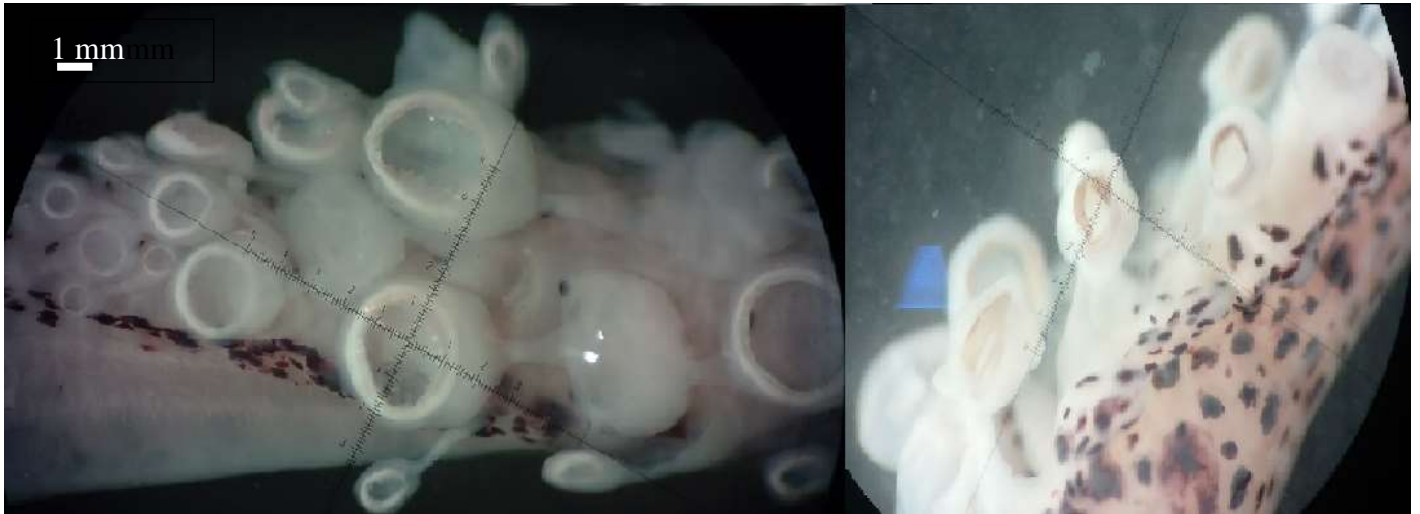


Figura 12. Vista ventral (izquierda) y lateral de la maza tentacular de *Doryteuthis opalescens*, donde se observan las 2 filas centrales de ventosas con un tamaño mayor que las ventosas en las filas laterales.

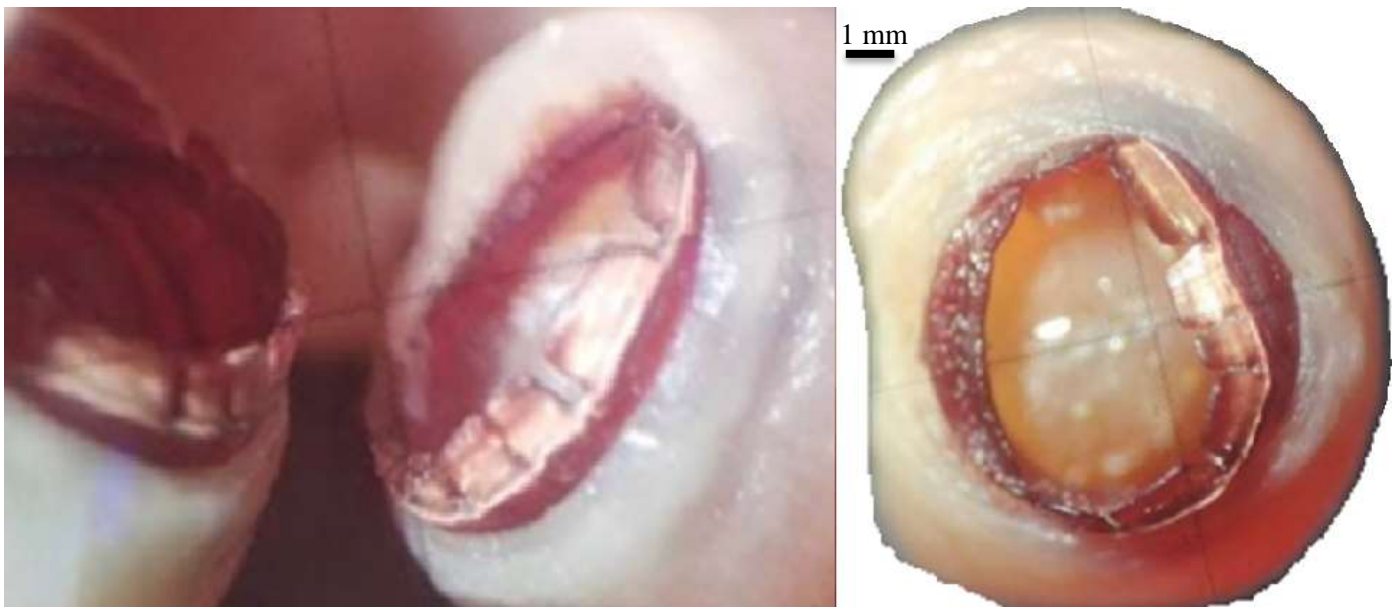


Figura 13. Anillo de las ventosas en el brazo de *Doryteuthis opalescens*, con 10 dientes romos.

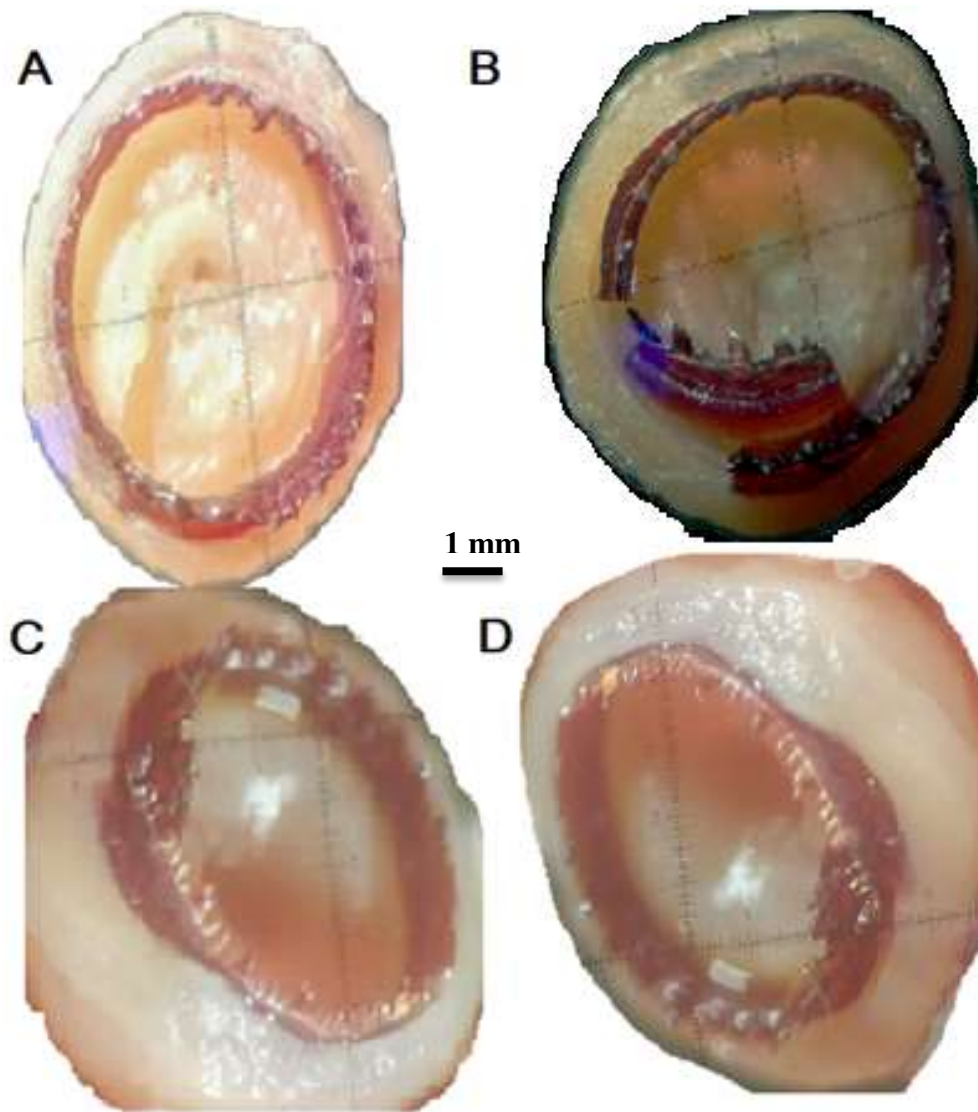


Figura 14. Anillos de las ventosas en la maza tentacular de *Doryteuthis opalescens*, con 30 dientes serrados.

Distribución geográfica: Es una especie endémica de la corriente de California, en el este del océano Pacífico norte, al oeste de Norteamérica, desde el sudeste de Alaska, Estados Unidos (58°N) hasta el extremo sur de Baja California, México (22° N) (Fig. 15).

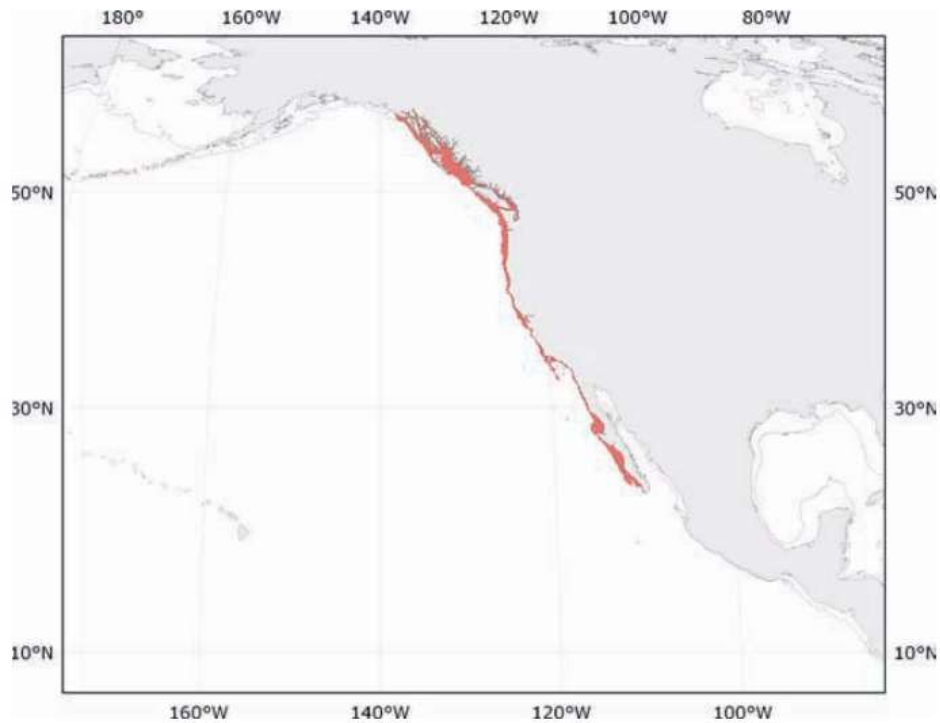


Figura 15. Distribución geográfica de *Doryteuthis opalescens*. Obtenido de Jereb *et al.* (2010).

Información pesquera y comercial: Esta especie es común en aguas costeras del continente americano y es objetivo de importantes pesquerías (Vecchione y Young, 2010 a).

Desde 1993, la pesquería de *D. opalescens* ha sido la principal pesquería en California. La población fluctúa de acuerdo a cómo se presenta la oscilación del sur El Niño. Durante esa época, con aguas cálidas y escasos nutrientes, no han sido registradas capturas de esta especie en ciertas áreas (thecephalopodpage.org, 1992-2021). Actualmente, la mayor parte de la pesca de este calamar (90%) se lleva a cabo en la plataforma continental de California, Estados Unidos (FIS, 2018).

Existe una variedad de políticas de gestión pesquera para este recurso en Estados Unidos, que incluyen un límite anual de desembarques, cierre de fin de semana, entrada limitada de embarcaciones y cierres espaciales en hábitats clave de desove, pero no se emplean métricas ambientales o biológicas para la gestión de este recurso (Zeidberg, 2013).

Orden Oegopsida Orbigny, 1845

Familia Ommastrephidae Steenstrup, 1857

Género *Dosidicus* Steenstrup, 1857

***Dosidicus gigas* (Orbigny, 1835) (Fig. 16)**

Nombre comercial: Calamar jumbo, calamar peruano.

Referencias para la identificación y descripción del taxón: Nigmatullin *et al.* (2001), Glaubrecht y Salcedo-Vargas (2004), Jereb y Roper (2010), Imka (2019), Young y Vecchione (2019).

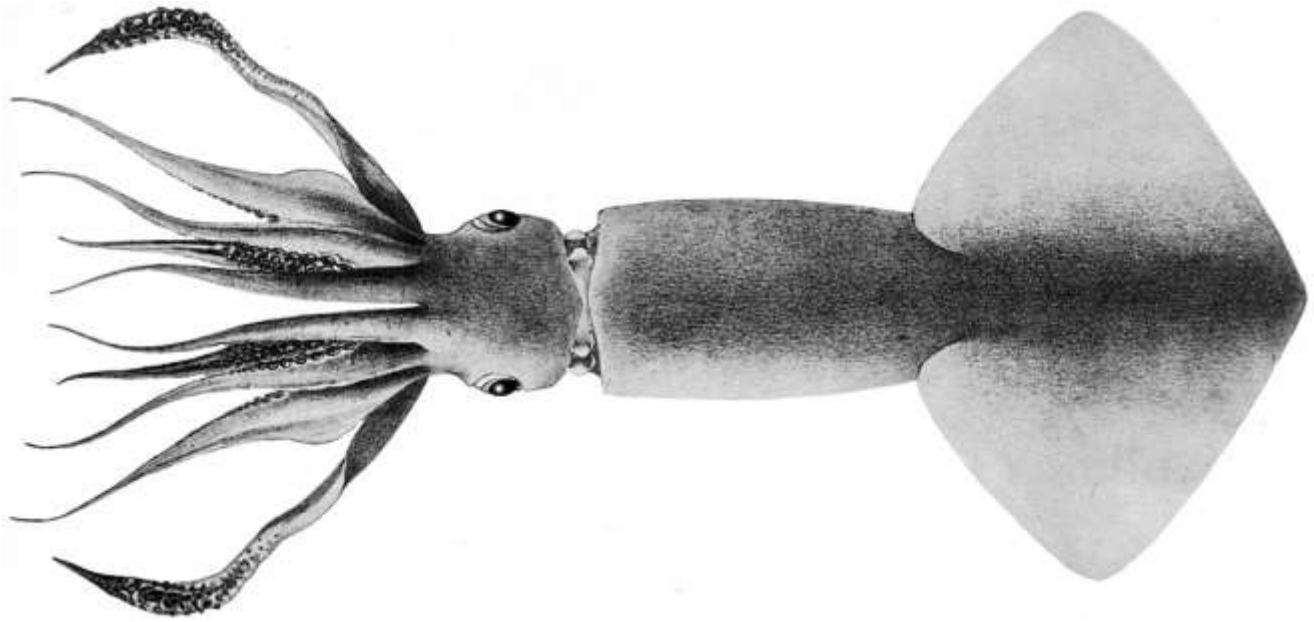


Figura 16. Vista dorsal de *Dosidicus gigas*. Obtenido de Pfeffer (1912).

Material examinado: 1.- ♀ LM 900 - 1000 mm, LB 440 mm, LTt 600 mm, NVB 180-200, NVTt 150-180.

Periodo cuando se comercializa: todo el año.

Procedencia: Perú.

Diagnosis. Los ejemplares de la especie son grandes, ya que algunos individuos miden hasta 2.5 m de LM. Las aletas son romboidales, muy musculosas (Fig. 17). Las puntas de los brazos se vuelven más delgadas hacia la parte más distal. Las trabéculas de las membranas protectoras dorsales de los brazos se proyectan hacia el exterior de la membrana. Los brazos presentan aproximadamente 180-200 ventosas. Tiene 120 o más ventosas diminutas, cercanas entre sí, en la parte distal de los brazos. En los individuos machos, el cuarto brazo derecho o izquierdo está hectocotilizado (Fig. 18). La maza tentacular tiene aproximadamente de 150 a 180 ventosas; el carpo está presente,

la mano está expandida y el dátilo es estrecho. Presenta cuatro series longitudinales de ventosas (Fig. 19). Las ventosas más grandes en los brazos y tentáculos tienen aproximadamente 30 dientes puntiagudos ordenados en cuadrantes y compuestos por un diente largo y dos o tres dientes pequeños (Fig. 20).



Figura 17. “Lonja” (nombre comercial del manto dorsal con las aletas) de “calamar jumbo” o “calamar peruano”. Fotografiado en el mercado “La Nueva Viga”, Ciudad de México.

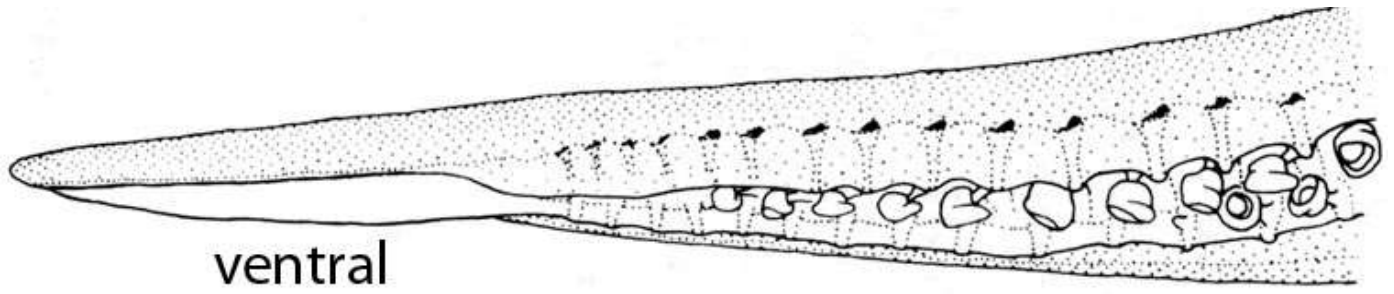


Figura 18. Vista ventral de la punta del hectocótilo de *Dosidicus gigas*. Obtenida de Roeleveld (1988).



Figura 19. Maza tentacular de *Dosidicus gigas*.

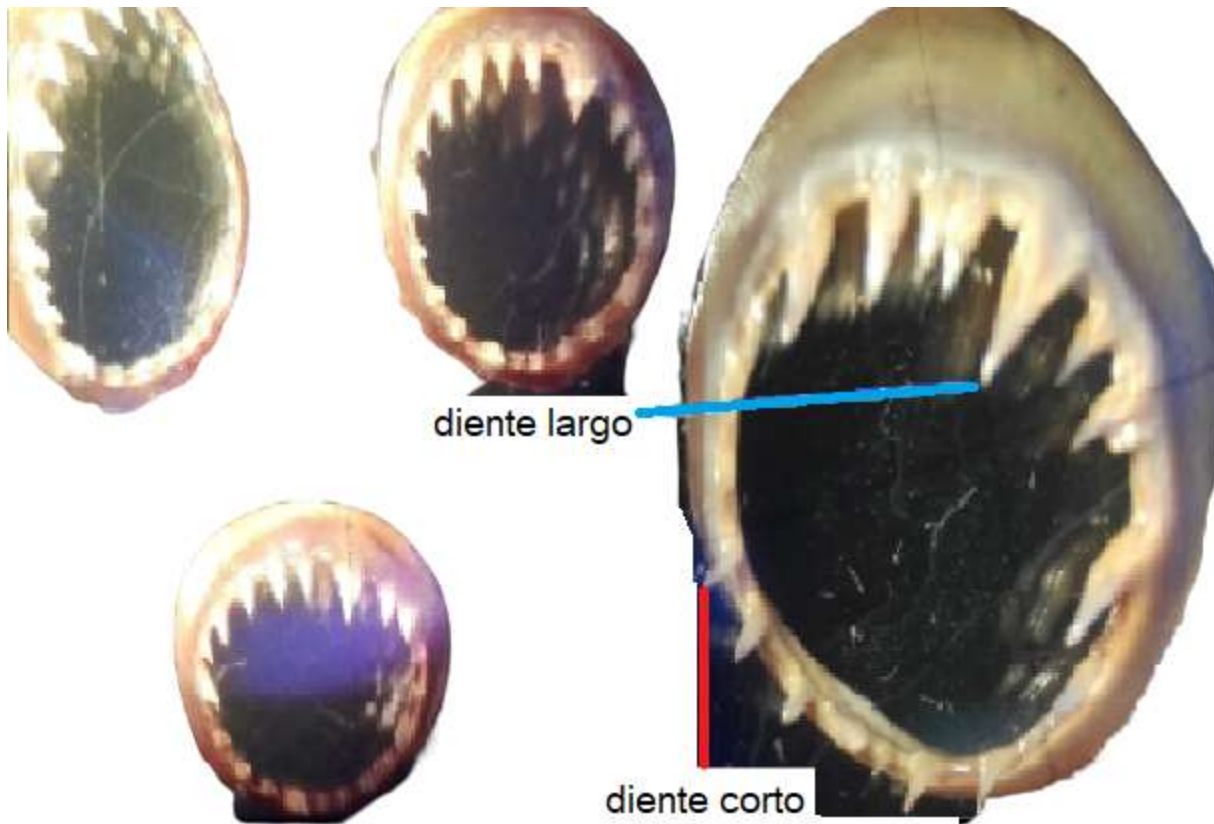


Figura 20. Anillo extraído de la ventosa de los tentáculos de *Dosidicus gigas*.

Distribución geográfica: Esta especie de calamar es migratoria y habita a profundidades de 200 a 700 m, desde las aguas de Oregon, Washington, Columbia Británica y Alaska, en el noroeste del Pacífico, hasta el sur de Chile (Zeidberg y Robinson, 2007) (Fig. 21).



Figura 21. Distribución geográfica de *Dosidicus gigas*. Obtenido de Jereb y Roper (2010).

Información comercial pesquera: *Dosidicus gigas* no es solamente la especie de cefalópodo más capturada, también es el invertebrado que representa mayor volumen de pesca en el mundo en los últimos años (FAO, 2020). Es la segunda pesquería más importante de Perú, tanto en términos de volumen de captura (PRODUCE, 2019), como en términos de valor exportado (PROMPERU, 2014). Esta especie, conocida en Perú como “pota”, no cuenta con un periodo de veda establecido, solamente tiene una suspensión de la actividad extractiva cuando se alcance la cuota anual establecida por el Ministerio de la Producción (PRODUCE, 2020).

Orden Octopoda

Familia Octopodidae Orbigny, 1839

Género *Amphioctopus* Fischer, 1882

***Amphioctopus neglectus* (Nateewathana y Norman, 1999) (Fig. 22)**

Nombre comercial: Pulpo baby.

Referencias para la identificación y descripción del taxón: Norman (2003), Huffard y Hochberg (2005), Norman y Hochberg (2005), Vijayamma *et al.* (2012), Jereb *et al.* (2014), FAO (2016 c).

Material examinado: 1.- ♂ LT 207 mm, LM 60 mm; LB 134 mm, LBHc 130 mm, FB 4 = 3> 2> 1, NVB 115, NVHc 60, ILL 15.4%. FB 4 = 3> 2> 1.

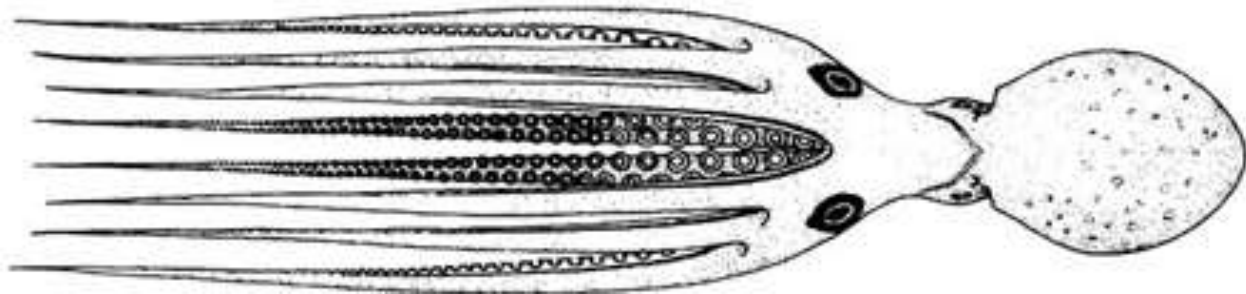


Figura 22. Vista dorsal de *Amphioctopus neglectus*. Obtenido de FAO (2010).

Periodo de comercialización: Casi todo el año, de febrero a marzo y de junio a noviembre

Procedencia: Empaque de 1 kg sin marca (Lot. no.: 02TT-DIS/2016, Código de planta: DL 385). Origen: Vietnam. Pesca Extractiva (Wild catching FAO. 71).

Diagnosis: Manto ovalado y brazos relativamente delgados. Brazos de longitud moderada, de 2 a 3 veces la longitud del manto (Fig. 23). Brazos laterales más largos. La profundidad de la umbrela es moderada, los sectores más profundos son alrededor del 20% de la longitud del brazo más largo. Dos hileras de ventosas en cada brazo. Alrededor de 110 a 125 ventosas en cada brazo normal. Cuatro ventosas agrandadas presentes en machos maduros en los brazos II y III, comenzando alrededor de la sexta ventosa proximal. Tercer brazo derecho de los machos hectocotilizado; la longitud es de 75 a 100% del brazo opuesto y, con 50 a 70 ventosas. La lígula es delgada y larga, con una longitud de 15.4% del hectocótilo (Fig. 24). Presenta manchas oculares (falsos ocelos) característicos, que consisten en un anillo sencillo color azul iridiscente (Fig. 25), por el cual también recibe el nombre común de “pulpo ocelado enano”.

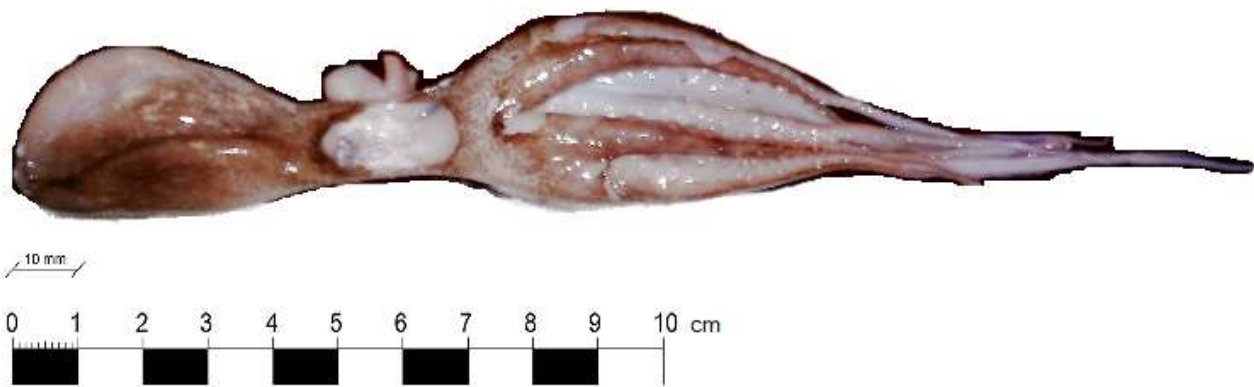


Figura 23. Vista dorsal de un ejemplar de *Amphiocopus neglectus* comercializado en La Nueva Vega.



Figura 24. Lígula de un ejemplar de *Amphioctopus neglectus* obtenido en el mercado “La Nueva Viga”.



Figura 25. Anillo azul/púrpura iridiscente de un falso ocelo de *Amphioctopus neglectus*.

Distribución geográfica: Mar de Andaman, golfo de Tailandia, Camboya, Vietnam y Taiwán (provincia de China), al oeste de Kerala, India (Fig. 26). (FAO, 2016 b).

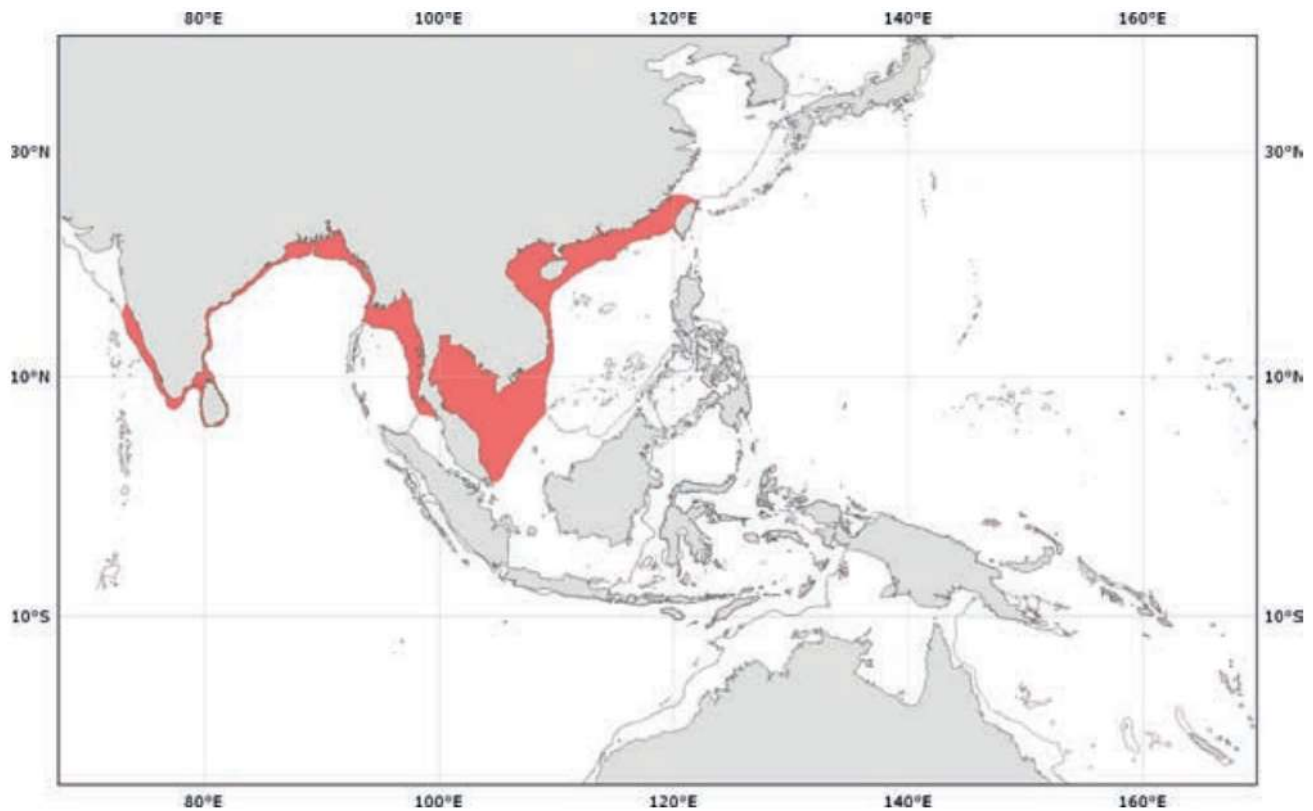


Figura 26. Distribución geográfica de *Amphiocopus neglectus*. Obtenido de FAO (2016 c).

Información pesquera y comercial: Las especies de este género de pulpos comúnmente se comercializan en todo el mundo con el nombre de 'bebé pulpo' (FAO, 2016 b). Esta especie, así como otras del género *Amphiocopus*, es objetivo de captura en el sudeste asiático (FAO, 2016 b). No hay estadísticas disponibles acerca de su captura comercial (FAO, 2016 b).

Género *Octopus* Cuvier, 1797

***Octopus maya* Voss y Solís, 1966 (Fig. 27)**

Nombre comercial: Pulpo de Campeche, pulpo de Yucatán, pulpo rojo, pulpo maya, pulpo de cuatro ojos.

Referencias para la identificación y descripción del taxón: Solís-Ramírez *et al.* (1997), Bouchet (2014, 2015), Jereb *et al.* (2014), Markaida, *et al.* (2017).

Material examinado: 1.- ♀LT 660 mm, LM 120 mm, LB 480 mm, NVB 240. 2.- ♂ LT 567 mm, LM 100 mm; LB 450 mm, NVB 230, NVHc >130, IL 0.2%. 3.- ♀LT 640 mm, LM 125 mm, LB 500 mm, NVB 220. **En todas las muestras FB 4=3=2=1**

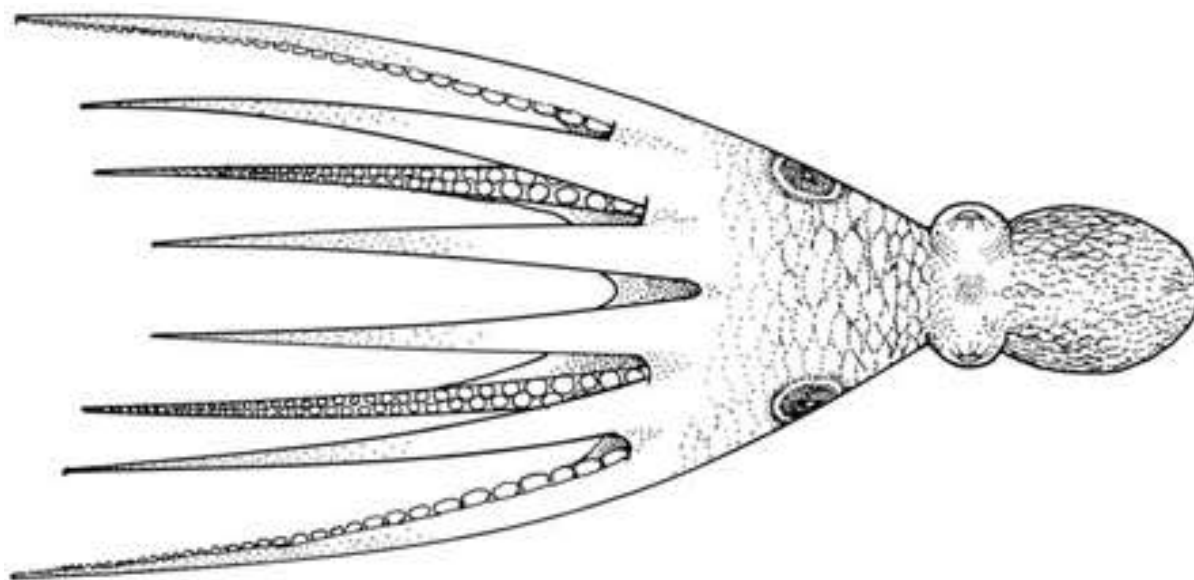


Figura 27. Vista dorsal de *Octopus maya*. Obtenido de FAO (2010).

Periodo de comercialización: junio y julio (poco frecuente, por periodo de veda) al 16 de diciembre.

Procedencia: Campeche o Yucatán.

Diagnosis: *Octopus maya* es una especie de tamaño mediano. La LM aproximada en individuos adultos es de 91 mm en machos (Fig. 28) y 124 mm en hembras (Fig. 29). Se distingue por su manto grande de forma ovalada, musculoso y algo estrecho, cabeza marcadamente corta, abertura del manto amplia con sifón largo y tubular, 9 a 10 laminillas branquiales. Brazos largos de longitud similar, no mayores a 5 veces la LM; delgados y con extremos estrechos. El hectocótilo es el tercer brazo derecho; tiene aproximadamente 200 ventosas. Es visiblemente más corto (250 mm) y ancho. La lígula mide 1 mm. Presenta un falso ocelo grande de doble anillo color marrón rojizo oscuro, con un color más claro en la parte central debajo de los ojos (Solís-Ramírez *et al.*, 1997). La porción central de los falsos ocelos en el adulto tiene un color más claro (Jereb *et al.*, 2014), pero en los ejemplares examinados no se encontraron falsos ocelos.



Figura 28. Ejemplar macho de *Octopus maya*.

Distribución geográfica: Especie endémica de la plataforma continental de la península de Yucatán, que ocupa los estados de Campeche y Yucatán (Solís-Ramírez *et al.*, 1997) en el océano Atlántico occidental (Fig. 30). Habita en formaciones de coral

y pastos marinos, comúnmente en aguas someras (Voss y Solís-Ramírez, 1966) en profundidades entre 3 y 25 m (Pech-Puch *et al.*, 2016) hasta una profundidad máxima de 60 m (Solís-Ramírez y Chávez, 1986).

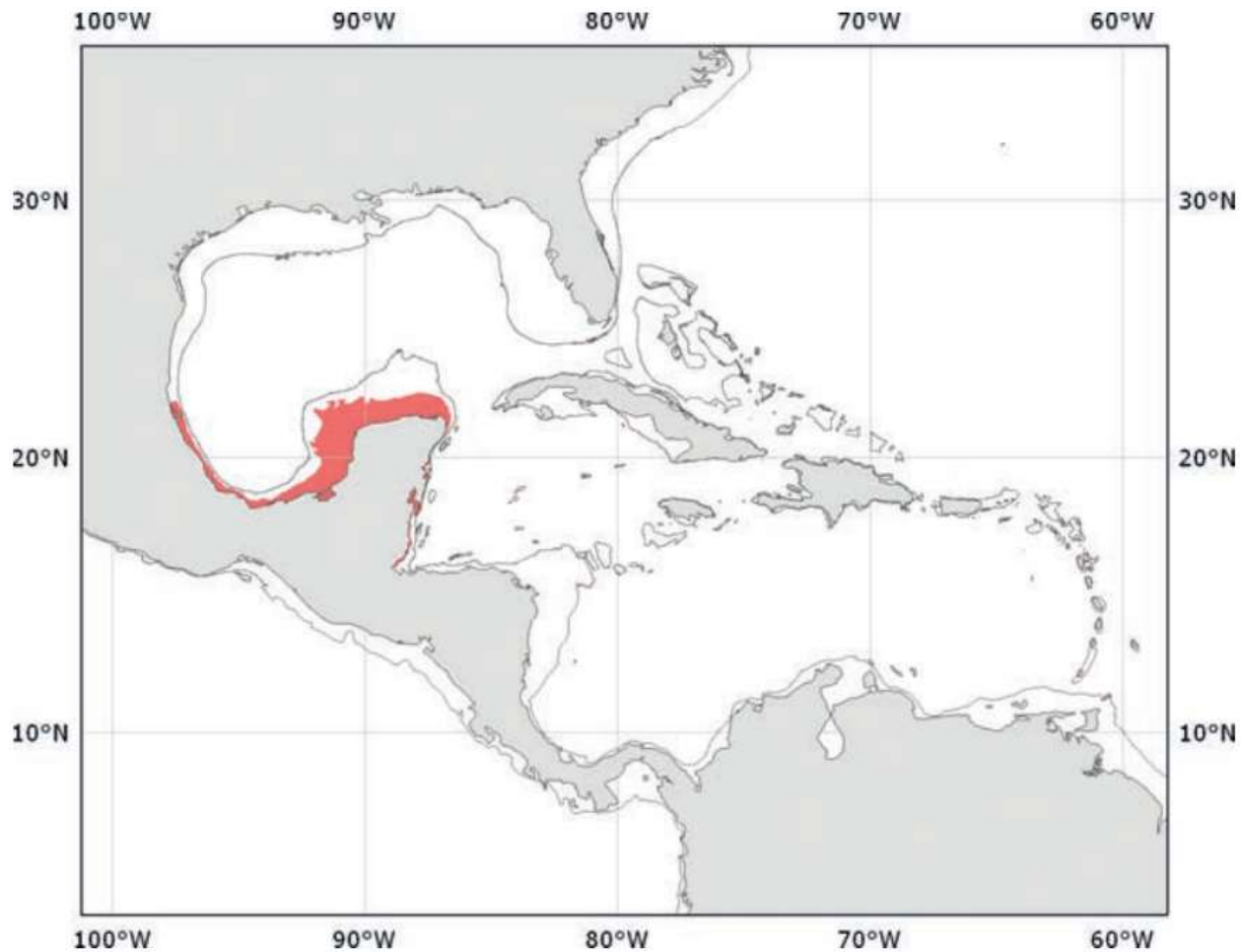


Figura 29. Distribución geográfica de *Octopus maya*. Obtenido de FAO (2016 c).

Información pesquera y comercial: Esta especie sustenta la mayor pesquería de cefalópodos en México (CONAPESCA, 2018 a; DOF, 2018). Las capturas de esta

especie también han llegado a representar la mayor pesquería de cefalópodos en el continente americano (Gamboa-Álvarez *et al.*, 2015), por lo cual se ha convertido en un recurso altamente demandado a niveles local, nacional e internacional, con un periodo de veda actual comprendido del 1 de enero al 31 de julio (DOF, 2020). El estado de conservación de este recurso se ha visto afectado por la explotación clandestina, omisión de los periodos de veda y el incremento en la demanda por consumidores extranjeros (Ramos-Miranda *et al.*, 2011). La pesca desregulada de esta especie junto con el aumento continuo de la temperatura del océano, debido a los procesos de cambio climático, podrían causar una seria disminución en sus poblaciones, lo cual provocaría una disminución en la disponibilidad del recurso, ya que es una especie sensible a temperaturas superiores a 27 °C (Juárez *et al.*, 2016). Se considera que las capturas de pulpo en la península de Yucatán no están siendo debidamente cuantificadas y que se han perpetrado numerosos casos de pesca ilegal (INAPESCA, 2018; Coronado *et al.*, 2020). Además, Coronado *et al.* (2020) señalan que los principales estados mexicanos compradores de pulpo capturado en esta región son Ciudad de México y Jalisco, pero este producto también tiene demanda en Nuevo León, Chiapas, Guanajuato, Veracruz y Colima.

***Octopus mimus* Gould, 1852 (Fig. 31)**

Nombre comercial: Pulpo negro, pulpo chileno.

Referencias para la identificación y descripción del taxón: Cardoso *et al.* (2004), Bravo (2008), Tresierra *et al.* (2009), Zuñiga *et al.* (2011), Jereb *et al.* (2014) FAO (2016 c).

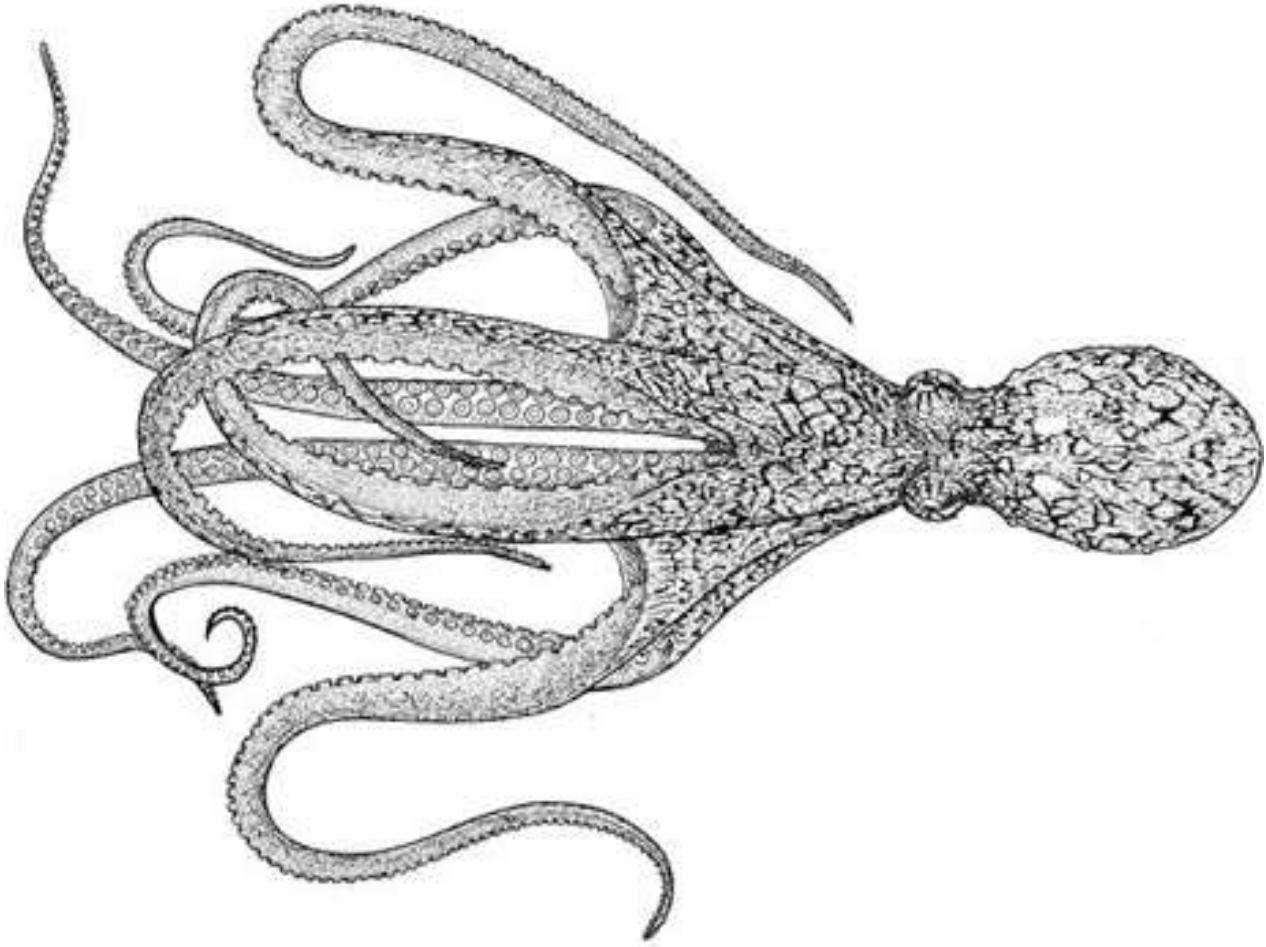


Figura 30. Vista dorsal de *Octopus mimus*. Obtenido de FAO (2010).

Material examinado: 1.- ♂ LT 950 mm, LM 160 mm, LB 720.5 mm, FB 3>2>4>1, NVB > 280.

Periodo de comercialización: abril a octubre.

Procedencia: Chile.

Diagnosis: El pulpo de Gould (*O. mimus*) es una especie relativamente grande con un manto sacular redondeado, sin aletas. Los brazos son moderadamente grandes, aproximadamente 4 veces la LM (Fig. 32). Longitud de brazos desigual, con más de una

fórmula braquial entre diferentes individuos. En los machos, el tercer brazo derecho está hectocotilizado. Los rangos de color más comunes en su piel se componen de una mezcla de gris, amarillo, negro y verde. Presenta un ocelo evidente debajo de cada ojo, cerca de la base del segundo par de brazos (Fig. 33). En el manto y la región supraocular hay numerosas papilas carnosas (Fig. 34). Las ventosas están agrandadas en las posiciones 10-15 del segundo y tercer par de brazos (Fig. 35). Presenta 7 a 8 laminillas branquiales.



Figura 31. Vista dorsal del ejemplar de *Octopus mimus* obtenido en La Nueva Viga.



Figura 32. Falso ocelo de un ejemplar de *Octopus mimus*, proveniente del mercado La Nueva Viga, Ciudad de México.



Figura 33. Aspecto de las papilas carnosas (círculos rojos) dispuestas en el manto de *Octopus mimus*.

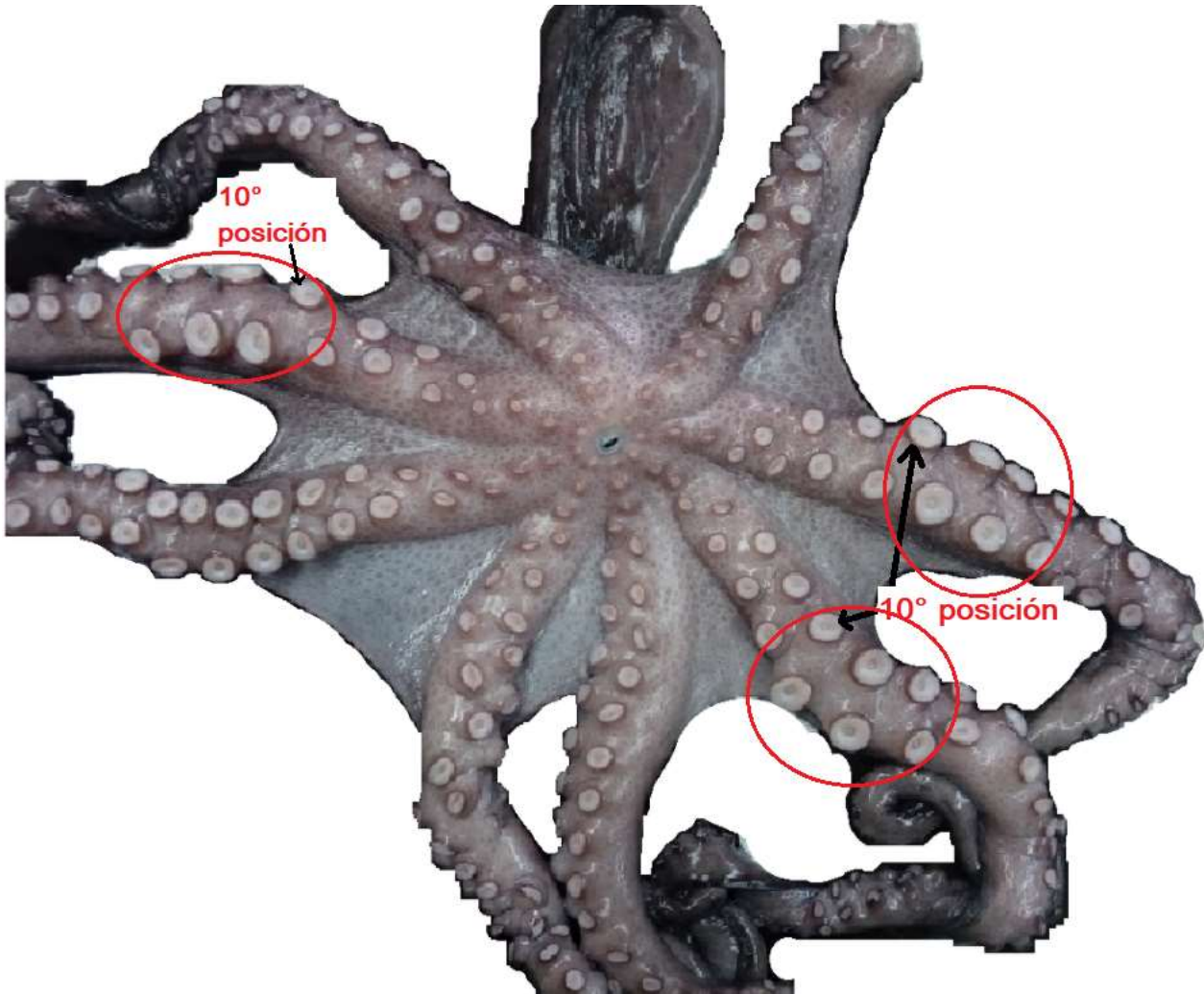


Figura 34. Vista oral del ejemplar de *Octopus mimus*. Como en otros ejemplares de la especie, las ventosas están agrandadas en las posiciones 10-15 de los brazos (2° y 3° izq.; 2° der.).

Distribución geográfica: Se encuentra comúnmente desde el Pacífico mexicano (Pliego-Cárdenas *et al.*, 2014, 2020; Valdez-Cibrián *et al.*, 2020) al norte de Chile (Tresierra *et al.*, 2009) (Fig. 35). Es bentónico y vive en sustratos rocosos y bosques de algas hasta profundidades de 200 m (Zuñiga *et al.*, 2011).

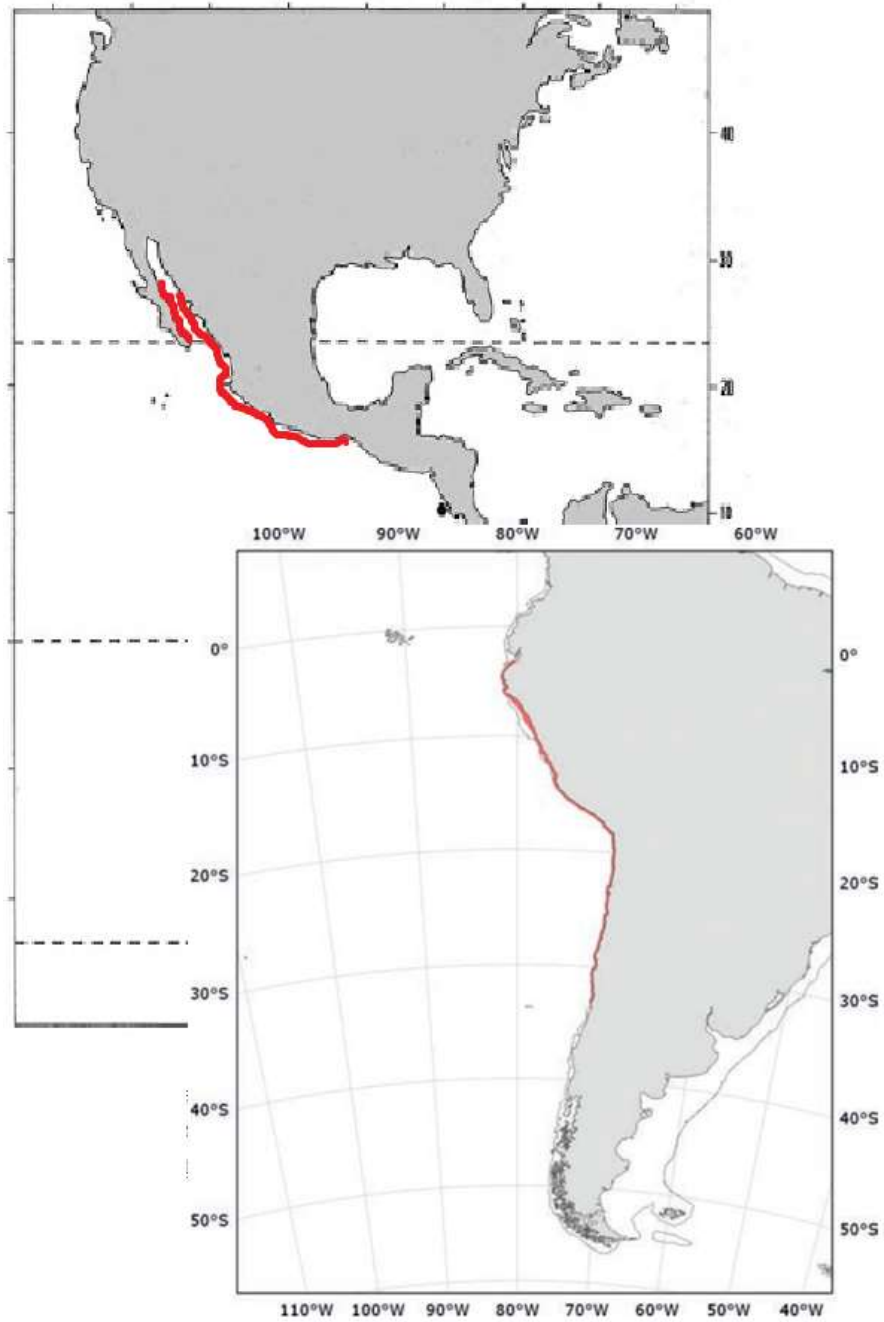


Figura 35. Distribución geográfica de *Octopus mimus*. Modificado de FAO (2016 c).

Información pesquera y comercial: Esta especie es frecuentemente capturada en las pesquerías de Perú y Chile (Cortez *et al.*, 1999). Este recurso cuenta con dos periodos de veda (junio – julio, noviembre - marzo) y dos periodos extractivos (abril – mayo, agosto – octubre) en las pesquerías de Chile (SUBPESCA, 2018). También es capturado en Baja California, México, donde tiene una veda establecida del 1 de septiembre al 30 de noviembre de cada año (DOF, 2018).

VIII. DISCUSIÓN

8.1 Especies de cefalópodos comercializadas en el mercado La Nueva Viga

La importancia de los cefalópodos como producto comercial radica en que constituyen uno de los principales recursos pesqueros a nivel mundial (Amengual, 2016). El conocimiento de las especies, y la respectiva información asociada a las mismas, que son capturadas, y posteriormente comercializadas en los distintos mercados, respaldan los principios básicos que son indispensables para el aprovechamiento sustentable de los recursos biológicos en una región determinada (Jereb y Roper, 2010; Marín *et al.*, 2018).

La pesca sostenible es deseable, así como que se lleve a cabo de forma legal, porque aumenta los ingresos y mejora los medios de vida en las comunidades costeras, promueve el crecimiento económico y protege al medio ambiente y los recursos naturales (FAO, 2018). Una pesca sostenible comienza con la identificación correcta de las especies comerciales. En este sentido, está tomando importancia en la industria alimentaria la determinación de especies, para evitar fraudes en el etiquetado de productos procesados (Pardo, 2008), que es común en cefalópodos (Wen *et al.*, 2017; Yu *et al.*, 2019)

En México, existen esfuerzos de acción colectiva donde participan productores, la academia, gobiernos, organizaciones de la sociedad civil y el sector mercantil, que buscan abordar los retos pesqueros, ambientales y de manejo para lograr la sustentabilidad en 23 diferentes pesquerías (Cárdenas-Luna y Rivera-Melo, 2020). Uno de estos esfuerzos se desarrolla para regular la pesquería de pulpo en la península de Yucatán y que en dicha pesquería se actúe dentro de los marcos legales, pero no se ha

registrado un esfuerzo similar para otras pesquerías de cefalópodos en otras regiones del país, lo cual representa uno de los principales retos en la gestión eficiente del recurso cefalópodo (Cárdenas-Luna y Rivera-Melo, 2020).

Los documentos recientes que se han publicado sobre las pesquerías de cefalópodos en México consideran la composición de las capturas (e.g. Névarez-Martínez *et al.*, 2014; DOF, 2018; INAPESCA, 2019 b), así como el esfuerzo pesquero en distintos puntos de las costas del país (e.g. Sánchez-Hernández *et al.*, 2000; Blancas *et al.*, 2012 CONAPESCA, 2017 b y 2018; DOF, 2018; FAO, 2018; Urías-Sotomayor, 2019), pero ninguno ha considerado el estudio de los centros de distribución y comercialización de pescados y mariscos.

Los únicos trabajos dedicados a evaluar una parte de las especies comercializadas en el mercado La Nueva Viga se han realizado para identificar especies de condriictios (tiburones y rayas) (Cruz-Pacheco, 1993; Ballesteros-Hernández *et al.*, 2019). Por lo tanto, se considera valioso el aporte de la presente investigación, que representa el primer registro taxonómico de las especies de cefalópodos comercializadas en el principal mercado mexicano de pescados y mariscos de México y, hasta donde se pudo revisar en diversas fuentes de información, se estima la posibilidad de que la presente tesis represente la primera investigación dedicada a la identificación de cefalópodos comercializados en un mercado de Latinoamérica.

En el mercado La Nueva Viga son comercializadas cinco especies de cefalópodos, que fueron identificadas a partir de 10 ejemplares, con datos morfológicos y el código de barras de ADN. Las especies que se comercializan son dos especies de calamares pertenecientes a dos familias: Loliginidae (*Doryteuthis opalescens*, proveniente de China y Estados Unidos) y Ommastrephidae (*Dosidicus gigas*, proveniente de Perú); y tres especies de pulpos, pertenecientes a la familia Octopodidae (*Amphioctopus neglectus*, proveniente de Vietnam; *Octopus maya*, de los estados mexicanos Campeche y Yucatán y, *Octopus mimus*, de Chile).

Esto indica que solamente *O. maya* proviene de la pesquería mexicana, lo cual cobra sentido considerando que las capturas de dicha pesquería concentran entre 70% y 98% de la producción nacional de pulpo y, de esta, el 30% es destinado al consumo nacional (CONAPESCA, 2018 b; Coronado *et al.*, 2020). Las especies de calamares, *Doryteuthis opalescens* y *Dosidicus gigas*, son importadas, aunque ambos son capturados oficialmente en el litoral del Pacífico mexicano (DOF, 2018).

Igualmente, *O. mimus* es capturado en las costas del Pacífico mexicano (DOF, 2018), pero en La Nueva Viga es un producto proveniente de pesquerías extranjeras. *Amphioctopus neglectus* es la única especie de cefalópodo comercializada en el mercado La Nueva Viga que no se distribuye en el continente americano. Su distribución se restringe a los mares del sudeste asiático (FAO, 2016 b).

En el mercado que nos ocupa, fue evidente la falta de otras especies, que son capturadas en México. Existen, por lo menos, otras siete especies de cefalópodos que son capturadas en ambos litorales mexicanos (dos en el golfo de México y mar Caribe y cinco en las costas del Pacífico mexicano) (DOF, 2018; Flores-Valle *et al.*, 2018; González-Gómez *et al.*, 2018; Avendaño *et al.*, 2020). Estos resultados posiblemente reflejen que el aprovechamiento del recurso pulpo y calamar en México es limitado, lo cual concuerda con lo publicado por Cifuentes-Lemus *et al.* (1997), quienes mencionaron que las pesquerías de cefalópodos en México carecen de infraestructura, tanto para su industrialización como para la captura de los organismos, lo cual es un reflejo de la falta de estudios biológicos, así como de investigación tecnológica.

El análisis genético de las especies permitió la comprobación de las identidades taxonómicas determinadas morfológicamente e incluso saber la región de procedencia. *Octopus mimus* es una especie que sustenta la pesquería artesanal en toda la región del Pacífico oriental tropical, desde el golfo de California, México hasta Chile (Pliego-

Cárdenas *et al.*, 2020). El análisis de Neighbour-Joining, confirmó que el ejemplar denominado como “pulpo negro o “pulpo chileno”, es importado de Chile, debido a que se agrupa, en el árbol, con los ejemplares de Sudamérica (MH194545, GU355926, KF774308). Respecto a este pulpo, Cortez *et al.* (1999) mencionaron que presenta un falso ocelo tenue cuando el organismo está vivo. La presencia del falso ocelo es un tema controversial porque algunos organismos lo presentan y otros no (Pliego-Cárdenas *et al.*, 2014). El ejemplar adquirido en La Nueva Viga presentaba el falso ocelo, lo que sugiere que este carácter también está presente en organismos muertos.

8.2 Comercialización de cefalópodos en La Nueva Viga

La sobreexplotación de los recursos marinos ha propiciado que cada vez se capturen ejemplares más jóvenes, y este hecho es un problema muy importante que debe ser atendido (<http://www.fao.org>). En los mercados, los compradores bien informados son un actores muy importantes para ayudar a disminuir la pesca ilegal o pesquerías con malas prácticas y, los comerciantes cumplen un papel clave en la cadena productiva de cualquier pesquería, ya que manejan información de importancia, que pueden emitir a las instituciones competentes, para la gestión (e. g. evación de periodos de veda, seguimiento de tallas y volúmenes de compra) y tienen el poder de decisión en la compra del producto por la calidad y el apego a la normatividad legalidad de su procedencia (Cárdenas-Luna y Rivera-Melo, 2020).

En este sentido, entre las especies de cefalópodos comercializadas en La Nueva Viga que provienen de pesquerías reguladas fue evidente que la temporada de veda de *O. maya* es estrictamente respetada; incluso las entrevistas revelaron que los comerciantes de pulpos están bien informados de estas medidas regulatorias mediante la Norma Oficial Mexicana NOM-008-SAG/PESC-2015 (DOF, 2018). Durante el

periodo de veda de *O. maya* (16 de diciembre al 31 de julio), en el mercado solo podían obtenerse ejemplares congelados de este pulpo porque, de acuerdo con los comerciantes, fueron capturados en el periodo permitido de pesca y almacenados para su venta posterior. En el mes de enero no se encontraba ninguna especie de pulpo, fresca o congelada, que no fuera rezagada de meses anteriores.

Los ejemplares obtenidos de *O. maya* en La Nueva Viga provienen de Yucatán y/o Campeche debido a que estos estados contribuyen con toda la producción de pulpo que se vende en el mercado, pues este cefalópodo cuenta con una pesca bien establecida y regulada (DOF, 2018).

La disponibilidad de ejemplares frescos de *O. mimus* en el mercado durante junio y julio indica que pudieron haber sido capturados irregularmente en las costas de Chile porque en estos meses no está permitida su extracción. Las medidas de regulación especificadas para la pesca de *O. mimus* en Chile establecen que los meses de extracción son abril, mayo, y de agosto a octubre (AQUA, 2017; SUBPESCA, 2018). Las tallas de los ejemplares analizados de *O. maya* y *O. mimus* coinciden con las establecidas en sus respectivos planes de manejo pesquero (DOF, 2018; SUBPESCA, 2018).

Algunos productos etiquetados no incluyen información sobre la identidad de las especies y los que sí la incluían presentaban una identidad errónea o desactualizada. La marca “Seafood Creek” comercializa a *D. opalescens*, con la denominación “tubos y tentáculos de calamar” proveniente de China y la marca estadounidense “Golden Pacific” con el nombre taxonómico *Loligo opalescens*. Otro ejemplo es *Amphioctopus neglectus*, el cual es comercializado con el nombre de 'pulpo baby' y etiquetado con el nombre *Octopus vulgaris*, no solamente en México sino también en otros países del mundo (FAO, 2016 b). En general, varias especies de *Amphioctopus* son incorrectamente etiquetadas para su comercialización (Martin, 2015; Wen *et al.*, 2017;

Yu *et al.*, 2019) y, a nivel mundial, *Octopus vulgaris* es un nombre recurrente en el registro de las capturas de pulpo (Rathjen, 1991).

Durante el periodo de enero-marzo, que engloba al periodo de Cuaresma, en el cual se encuentra la mayor oferta (temporada alta) de pescados y mariscos de La Nueva Viga (SAGARPA, 2019; SAGARPA-CONAPESCA, 2020; CONAPESCA, 2021), el pulpo baby (*A. neglectus*) es la única especie de pulpo a la venta, posiblemente porque este periodo corresponde con la veda que impide la captura del resto de las especies de pulpo comercializadas en el mercado. Aunque en este estudio solo fueron examinados productos de cefalópodos enteros, se observó que en el mercado se comercializan trozos tanto de calamar, como de pulpo precocido. La venta de calamar etiquetado como pulpo es una practica frecuente en los mercados del mundo (Wen *et al.*, 2017; Yu *et al.*, 2019) debido a que el pulpo tiene un mayor valor comercial.

La comercialización de cefalópodos en el mercado La Nueva Viga se basa principalmente en productos importados, sustituyendo a las capturas de origen mexicano. Esto podría deberse a que los tratados comerciales internacionales han orillado a que las especies de procedencia extranjera (principalmente de Perú, Tailandia, Nueva Zelanda, China, Argentina, España, Chile, Estados Unidos, Canadá, Nicaragua, Ecuador, Costa Rica, Venezuela, Portugal, Filipinas, Noruega e Indonesia), las cuales han pasado de componer el 10% (Archundia, 2003) al 20% de las ventas en el mercado (20 Minutos Editora, 2014).

También podría deberse a que la pesquería de cefalópodos en México no está tan desarrollada como en otros países y a que el recurso cefalópodo está subestimado por los consumidores. Sin embargo, el calamar es el más comercializado de los cefalópodos en La Nueva Viga y, en épocas recientes, se ha fomentado el consumo del producto y, por ello, cada día crece la demanda de calamar, pues 40% de las capturas son consumidas en México, mientras que el 60% restante se exporta a China, Japón y Estados Unidos (Butrón, 2018).

IX. CONCLUSIONES

- La identificación morfológica y genética de muestras de cefalópodos obtenidas en el mercado La Nueva Viga evidenció que cinco especies de cefalópodos son comercializadas. El recurso calamar comprende a dos calamares (*Doryteuthis opalescens* y *Dosidicus gigas*) y el recurso pulpo incluye tres especies (*Amphioctopus neglectus*, *Octopus maya* y *O. mimus*).
- De las especies de cefalópodos comercializadas en el mercado La Nueva Viga, cuatro son importadas, mientras que *O. maya* es la única que proviene de pesquerías mexicanas, de los estados Campeche y Yucatán.
- Los calamares *Doryteuthis opalescens* y *Dosidicus gigas* se comercializan todo el año. Los pulpos *Octopus maya* y *O. mimus* son comercializados durante el segundo semestre del año, lo que indica que la temporada de veda de *O. maya* es respetada.
- El etiquetado incorrecto de los productos de cefalópodos es frecuente como fue evidenciado con los productos de las especies *Doryteuthis opalescens* y *Amphioctopus neglectus*.

X. PERSPECTIVAS Y RECOMENDACIONES

La información recopilada en este estudio permite determinar, hasta cierto punto, la composición y el origen de las capturas de pulpos y calamares que se comercializan en una región de México. En este sentido, se exhorta su uso para actualizar documentos oficiales relacionados con las pesquerías de calamares y pulpos, como la Carta Nacional Pesquera.

Se sugiere actualizar urgentemente la lista de especies de cefalópodos consideradas en la Carta Nacional Pesquera (DOF, 2020), mejorar la descripción de dichas especies en la misma y modificar los nombres a los ajustes nomenclaturales recientes, como el caso de sustituir *O. vulgaris* por *O. insularis*.

La presente lista taxonómica, con los códigos de barras de ADN y las imágenes que la acompañan, proporciona una importante biblioteca de referencia para el monitoreo futuro y constituye un paso hacia la identificación de especies comercializadas en mercados mexicanos para aspirar a un consumo más informado y sostenible.

Se propone realizar futuros estudios enfocados en la identificación de especies de la clase Cephalopoda comercializadas en mercados nacionales que aporten más información al respecto.

Dadas las condiciones de los ejemplares procesados para su comercialización, se sugiere que en el futuro se incluyan el código de barras de ADN para la identificación de las especies y, que los materiales y métodos contemplen equipo fotográfico que permita una mejor captura fotográfica.

XI. REFERENCIAS

- 20 MINUTOS EDITORA, S.L. 2014. Fresco 80% del producto que se vende en La Nueva Vega
Recuperado en: <https://www.20minutos.com.mx/noticia/b139632/fresco-80-del-producto-que-se-vende-en-la-nueva-vega/>
- Abbadi M, Marciano S, Tosi F, De Battisti C, Panzarin V, Arcangeli G, Cattoli G. 2017. Species identification of bivalve molluscs by pyrosequencing. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 97(2): 512-519.
- Acosta-Jofré MS, Sahade R, Laudien J, Chiappero MB. 2012. A contribution to the understanding of phylogenetic relationships among species of the genus *Octopus* (Octopodidae: Cephalopoda). *Scientia Marina* 76(2): 311-318.
- Acuicultura + Pesca (AQUA). 2017. Veda del pulpo comenzó a regir en el norte de Chile. Santiago de Chile, Chile. Grupo editorial Editec SPA. Consultado en: <https://www.aqua.cl/2017/06/07/veda-del-pulpo-comenzo-regir-norte-chile/#>
- Allcock A, Barratt I, Eléaume M, Linse K, Norman M, Smith P, Steinke D, Stevens D, Strugnell JM. 2011. Cryptic speciation and the circumpolarity debate: A case study on endemic Southern Ocean octopuses using the COI barcode of life. *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography* 58: 242-249.
- Allcock AL, Lindgren A, Strugnell JM. 2014, The contribution of molecular data to our understanding of cephalopod evolution and systematics: a review. *Journal of Natural History* 49 (21): 1373-1421.
- Altschul SF, Gish W, Molinero W, Myers EW, Lipman DJ. 1990. Basic Local Alignment Search Tool. *Journal of Molecular Biology* 215: 403-10.
- Amengual L. 2016. Cefalópodos, los grandes desconocidos. Levante: El mercantil Valenciano. Consultado en <https://www.levante-emv.com/opinion/2016/01/16/cefalopodos-grandes-desconocidos-12473455.html#:~:text=Los%20cefal%C3%B3podos%20juegan%20un%20papel,recursos%20p esqueros%20a%20nivel%20mundial.>
- Amor MD, Norman MD, Roura A, Leite TS, Gleadall IG, Reid A, Perales-Raya C, Lu CC, Silvey CJ, Vidal EAG, Hochberg FG, Zheng X, Strugnell JM. 2016. Morphological assessment of the *Octopus vulgaris* species complex evaluated in light of molecular-based phylogenetic inferences. *Zoologica Scripta* 46(3): 275-288.

Anderson FE, Pilsits A, Clutts S, Laptikhovsky V, Bello G, Balguerías E, Lipinski M, Nigmatulin C, Pereira JMF, Piatkowski U, *et al.* 2008. Systematics of *Alloteuthis* (Cephalopoda: Loliginidae) based on molecular and morphometric data. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 364: 99–109.

Archundia M. 2003. "Invade pescado extranjero Mercado de la Viga". El Universal. Ciudad de México. Consultado en: https://web.archive.org/web/20110722223933/http://www2.eluniversal.com.mx/pls/impreso/noticia.html?id_nota=49133&tabla=ciudad

Arellano S. 2010. *Van por IP para rehabilitar el mercado de la Nueva Viga*. Milenio (nota periodística). Ciudad de México.

Arkhipkin AI, PGK Rodhouse PGK, GJ Pierce GJ, W Sauer W, M Sakai M, L Allcock L, J Arguelles J, JR Bower JR, G Castillo G, L Ceriola L, CS Chen CS, X Chen X, M Diaz-Santana M, N Downey N, González AF, Granados Amores J, Green CP, Guerra A, Hendrickson LC, Ibáñez C, Ito K, Jereb P, Kato Y, Katugin ON, Kawano M, Kidokoro H, Kulik VV, Laptikhovsky VV, Lipinski MR, Liu B, Mariátegui L, Marin W, Medina A, Miki K, Miyahara K, Moltschanivskyj N, Moustahfid H, Nabhitabhata J, Nanjou N, Mingutani C, Chingis, Ohingis, Pecl G, Perez JAA, Piatkowski U, Saikliang P, Salinas-Zavala CA, Steer M, Tian Y, Ueta Y, Dijai D, T Wakabayashi T, Yamaguchi T, Yamashiro C, Yamashita N, Zeidberg LD. 2015 a. World Squid Fisheries. *Reviews in Fisheries Science & Aquaculture* 23(2): 92-252.

Arkhipkin AI, Weis R, Mariotti N, Shcherbich Z. 2015 b. 'Tailed' cephalopods. *Journal of Molluscan Studies* 81(3): 345–355.

Arkhipkin AI, Hendrickson LC, Payá I, Pierce GJ, Roa-Ureta RH, Robin JP, Winter A. 2020. Stock assessment and management of cephalopods: advances and challenges for short-lived fishery resources, *ICES Journal of Marine Science* 38.

Avendaño O, Roura A, Cedillo-Robles CE, González AF, Rodríguez-Canul R, Velázquez-Abunader I, Guerra A. 2020. *Octopus americanus*: a cryptic species of the *O. vulgaris* species complex redescribed from the Caribbean. *Aquatic Ecology* 54: 909-925.

Badhe MR, Pavan-Kumar A, Gireesh-Badu P, Nandanpapwar P, Chaudhari A, Jaiswar AK, Krishna G, Lakra WS. 2013. DNA barcoding of selected cephalopods from Indian coast. *Indian Journal of Animal Sciences* 83(8): 862-866.

Ballesteros-Hernández S, Flores LF, Sánchez-Cárdenas R. 2019. Los tiburones y rayas comercializados en el mercado de La Nueva Viga, Ciudad de México: lista sistemática y estado de conservación. *Ciencia Pesquera* 27: 27-38.

Barriga-Sosa I, Beckenbach K, Hartwick B, Smith M. 1995. The molecular phylogeny of five eastern North Pacific octopus species. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 4: 163–174.

Blancas R, Rocha J, Castilla-Ventura M. 2012. Análisis de la pesquería del pulpo rojo (*Octopus maya*) frente a la costa de Sisal, Yucatán (Conferencia). *Proceedings of Gulf and Caribbean Fisheries Institute. Volume 64*: 501-507

Bouchet P. 2014. *Octopus maya* Voss & Solís Ramírez, 1966. World Register of Marine Species. Flanders Marine Institute. Consultado en <http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=341996>.

Bouchet P. 2015. Octopodidae d'Orbigny, 1839. *WoRMS*. World Register of Marine Species. Flanders Marine Institute. Consultado en <http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=11782>

Braid HE, Deeds J, Degrasse SL, Osborne J, Wilson J, Hanner RH. 2012. Preying on commercial fisheries and accumulating paralytic shellfish toxins: a dietary analysis of invasive *Dosidicus gigas* (Cephalopoda Ommastrephidae) stranded in Pacific Canada. *Marine Biology* 159 (1): 25-31.

Bravo M. 2008. Aspectos reproductivos del pulpo *Octopus hubbsorum* en el parque nacional Bahía de Loreto, Golfo de California. Tesis de Maestría. Instituto Politécnico Nacional. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas La Paz, B. C. S., México.

Bravo-Muñoz RA, Pliego-Cárdenas R, Sánchez-Ramírez M. 2020. Catálogo de calamares de la Colección de Peces e Invertebrados Marinos y Estuarinos de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas (CPIME-ENCB). *Hidrobiológica* 30 (3): 281-290.

Brown WM, George MJ, Wilson AC. 1979. Rapid evolution of animal mitochondrial DNA. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 76(4): 1967-1971.

Butrón J. 2018. Hasta 60% de calamar mexicano se exporta, pero cambio climático amenaza producción. México: La Razón (Entrevista periodística). Consultado en: <https://www.razon.com.mx/mexico/hasta-60-de-calamar-mexicano-se-exporta-pero-cambio-climatico-amenaza-produccion/>.

Cárdenas-Luna BD, Rivera-Melo JF. 2020. El pulpo y la pesca: retos para lograr la sostenibilidad en la actividad pesquera. Coyoacán, Ciudad de México. Estepaís. Consultado en: <https://estepais.com/ambiente/el-pulpo-y-la-pesca-retos-para-lograr-la-sostenibilidad-en-la-actividad-pesquera/#:~:text=M%C3%A9xico%20es%20uno%20de%20los,lugar%20por%20su%20valor%20econ%C3%B3mico>.

Cardoso F, Villegas P, Estrella C. 2004. Observaciones sobre la biología de *Octopus mimus* (Cephalopoda: Octopoda) en la costa peruana. *Revista Peruana de Biología* 11(1): 45-50.

Carvalho DC, Palhares RM, Drummond MG, Frigo TB. 2015. DNA Barcoding identification of commercialized seafood in South Brazil: A governmental regulatory forensic program. *Food Control* 50: 784–788.

Castillo-Rodríguez ZG. 2014. Biodiversidad de moluscos marinos en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 85: 419-430.

Cerón-Rosas J. 2006. Evaluación de las prácticas de higiene y saneamiento que se realizan en cinco especies de moluscos bivalvos que se comercializan en el mercado de la Nueva Viga de la Ciudad de México. Tesis de Licenciatura. Ciudad de México, México. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).

Chapela MJ, Sotelo CG, Perez-Martin RI. 2003. Molecular identification of cephalopod species by FINS and PCR-RFLP of a cytochrome b gene fragment. *European Food Research and Technology* 217: 524– 9.

Chapela MJ, Sotelo CG, Calo-Mata P, Pérez-Martín RI, Rehbein H, Hold GL, Quinteiro, J, Rey-Méndez M, Rosa C, Santos AT. 2006. Identification of Cephalopod Species (Ommastrephidae and Loliginidae) in Seafood Products by Forensically Informative Nucleotide Sequencing (FINS). *Journal of Food Science* 67: 1672 - 1676.

Chuang PS, Hung TC, Chang HA, Huang CK, Shiao JC. 2016. The Species and Origin of Shark Fins in Taiwan's Fishing Ports, Markets, and Customs Detention: A DNA Barcoding Analysis. *PloS one* 11

Cifuentes-Lemus JL, Torres-García P, Frías M. 1997. El océano y sus recursos X. Pesquerías. Fondo de Cultura Económica, Ciudad de México, pp. 16-17

Cochrane, KL (ed.). 2005. Guía del administrador pesquero. Medidas de ordenación y su aplicación. *FAO Documento Técnico de Pesca*. No. 424. Roma, FAO. 231p.

Collins MA, Villanueva R. 2006. Taxonomy, ecology and behaviour of the cirrate octopods. *Oceanography and Marine Biology: An Annual Review* 44:277–322.

Colombo F, Cerioli M, Colombo MM, Marchisio E, Malandra R, Renon P. 2002. A simple polymerase chain reaction restriction fragment length polymorphism (PCR-RFLP) method for the differentiation of cephalopod mollusc families Loliginidae from Ommastrephidae, to avoid substitutions in fishery field. *Food Control* 13: 185– 90.

Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca (CONAPESCA). 2017 a. Anuario Estadístico de Acuicultura y Pesca 2017. Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca (CONAPESCA), Gobierno de México.

Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca (CONAPESCA). 2017 b. México, tercer productor mundial de pulpo, “un manjar de los mares”. Consultado en: <https://www.gob.mx/conapesca/articulos/mexico-tercer-productor-mundial-de-pulpo-un-manjar-de-los-mares?idiom=es>

Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca (CONAPESCA). 2017 c. Establece SAGARPA veda temporal para el pulpo en Bahía de los Ángeles, Baja California. Consultado en: <https://www.gob.mx/conapesca/articulos/mexico-tercer-productor-mundial-de-pulpo-un-manjar-de-los-mares?idiom=es>

Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca de México (CONAPESCA). 2018 a. Información Estadística por Especie y Entidad. México: Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca (CONAPESCA), Gobierno de México.

Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca (CONAPESCA). 2018 b. Del mar el pulpo y el calamar. Consultado en: <https://www.gob.mx/conapesca/articulos/del-mar-el-pulpo-y-el-calamar-154431>

Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca de México (CONAPESCA). 2020. Períodos de veda para especies marinas y dulceacuícolas. México: Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca. Consultado en: <https://www.conapesca.gob.mx/work/sites/cona/resources/PDFContent/14619/presentaioc.pdf>

Coronado E, Salas S, Cepeda-González MF, Chuenpagdee R. 2020. Who's who in the value chain for the Mexican octopus fishery: Mapping the production chain. *Marine Policy* 118: 104-113.

Cortez T, González AF, Guerra A. 1999. Growth of *Octopus mimus* (Cephalopoda, Octopodidae) in wild populations. *Fisheries Research* 42 (1-2): 31-39.

Cutarelli A, Grazia Amoroso M, De Roma A, Girardi S, Galiero G, Guarino A, Corrado F. 2015. Italian market fish species identification and commercial frauds revealing by DNA sequencing. *Food Control* 37(1): 46-50.

Dai L, Zheng X, Kong L, Li Q. 2012. DNA barcoding analysis of Coleoidea (Mollusca: Cephalopoda) from Chinese waters. *Molecular Ecology Resources* 12(3): 437-447.

Dawnay N, Ogden R, McEwing R, Carvalho GR, Thorpe RS. 2007. Validation of the barcoding gene CO1 for use in forensic genetic species identification. *Forensic Science International* 173: 1-6.

Debenedetti F, Dalmaso A, Bottero MT, Gilli M, Tepedino V, Civera T. 2014. Application of DNA Barcoding for Controlling of the Species from *Octopus* Genus. *Italian journal of food safety* 3(4): 4521.

Diario Oficial de la Federación (DOF). 2014. Acuerdo por el que se da a conocer el Plan de Manejo Pesquero de pulpo (*O. maya* y *O. vulgaris*) del Golfo de México y Mar Caribe. Ciudad de México. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). Publicado en el Diario Oficial de la Federación (DOF). 28 de febrero de 2014. Consultado en: http://www.dof.gob.mx/nota_detalle_popup.php?codigo=5338727

Diario Oficial de la Federación (DOF). 2017. Norma Oficial Mexicana NOM-106-SCFI-2017, "Características de diseño y condiciones de uso de la contraseña oficial". Ciudad de México. Secretaría de Economía.

Diario Oficial de la Federación (DOF). 2018. Acuerdo por el que se da a conocer la actualización de la Carta Nacional Pesquera. Ciudad de México. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). Publicado en el Diario Oficial de la Federación Diario Oficial de la Federación (DOF). 11 de junio de 2018.

Diario Oficial de la Federación (DOF). 2020. Acuerdo por el que se da a conocer la actualización de la Carta Nacional Pesquera. Ciudad de México. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). Publicado en el Diario Oficial de la Federación Diario Oficial de la Federación (DOF). 8 de diciembre de 2020.

Díaz-Santana-Iturríos, M., 2014 Revisión taxonómica de la familia Loliginidae (Suborden: Myopsida) de la Costa de Tamaulipas, Golfo de México. Maestría en Manejo de Recursos Marinos. Tesis, Instituto Politécnico Nacional. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas La Paz, B. C. S., México.

Díaz-Santana-Iturríos M, Salinas-Zavala CA, García-Rodríguez FJ, Granados-Amores J. 2019. Taxonomic assessment of species of the genus *Octopus* from the northeastern Pacific via morphological, molecular and morphometric analyses. *PeerJ* 7:e8118.

Domínguez-Contreras JF. 2015. Distribución actual y conectividad genética de poblaciones de pulpo en el noroeste de México. Tesis de Doctorado. CICIMAR-IPN.

Doubleday ZA, Prowse TA, Arkhipkin A, Pierce GJ, Semmens J, Steer M, Leporati SC, Lourenço S, Quetglas A, Sauer W, Gillanders BM. 2016. Global proliferation of cephalopods. *Current Biology* 26(10): 406-7.

Elliger CA, Gilly WF, Lebaric, ZN. 2011. Genetic variation in *Doryteuthis (Loligo) opalescens*. California, E.U.A. Sin publicar

El Informador. 2010. Zapopan e Iztapalapa concentran el mercado nacional de pescado. Guadalajara, México. Recuperado de <https://www.informador.mx/Jalisco/Zapopan-e-Iztapalapa-concentran-el-mercado-pesquero-nacional-20100402-0157.html>

Espiñeira M, Vieites JM. 2012. Rapid method for controlling the correct labeling of products containing common octopus (*Octopus vulgaris*) and main substitute species (*Eledone cirrhosa* and *Dosidicus gigas*) by fast real-time PCR. *Food Chemistry* 135: 2439-2444.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 1984. Species catalogue. Vol. 3. Cephalopods of the world. An annotated and illustrated catalogue of species of interest to fisheries. *FAO Fisheries Synopsis* 125 (3): 277p.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 2010. Cephalopods of the world. An annotated and illustrated catalogue of cephalopod species known to date. *FAO Species Catalogue for Fishery Purposes*. *FAO Species Catalogue for Fishery Purposes*. 3 vols. Roma, Italia. 605p.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 2011. Servicio de Estadísticas y Información del Departamento de Pesca y Acuicultura. *FAO yearbook 2009. Fishery and Aquaculture Statistics*. Roma, Italia. 78p.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 2016 a. GLOBEFISH – Información y Análisis Comercial en pesquerías: Congreso Mundial de Cefalópodos: Reseña sobre el Suministro. Consultado en: <http://www.fao.org/in-action/globefish/news-events/details-news/es/c/449819/>

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 2016 b. Cephalopods of the world. An annotated and illustrated catalogue of cephalopod species known to date. Volume 3. Octopods and Vampire Squids by P. Jereb, C.F.E Roper, M.D. Norman, and J.K. Finn (eds). *FAO Species Catalogue for Fishery Purposes*. No. 4, Vol. 3. Roma, Italia, 370p.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 2018. The State of World Fisheries and Aquaculture 2018 - Meeting the sustainable development goals. Roma, Italia. 227 p.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 2020. The State of World Fisheries and Aquaculture 2020. Sustainability in action. Roma, Italia. 224p.

Fernández-Alvarez FA, Machordom A, García-Jimenez R, Salinas-Zavala CA, Villanueva R. 2018. Predatory flying squids are detritivores during their early planktonic life. *Scientific Reports* 8(1): 3440.

Finn J. 2016. *Doryteuthis* Naef, 1912. *World Register of Marine Species*. Flanders Marine Institute. Consultado en: <http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=410349>

Fish Information & Services (FIS). 2018. Primera pesquería de calamar logra certificación MSC. *World Aquaculture*, Singapur. Consultado en <https://fis.com/fis/worldnews/worldnews.asp?l=s&id=97456&ndb=1>

Flores-Valle A, Pliego-Cárdenas R, Jiménez-Badillo ML, Arredondo-Figueroa JL. 2018. First Record of *Octopus insularis* Leite and Haimovici, 2008 in the Octopus Fishery of a Marine Protected Area in the Gulf of Mexico. *Journal of Shellfish Research* 37(1): 221-227.

Folmer O, Black M, Wr H, Lutz R, Vrijenhoek R. 1994. DNA primers for amplification of mitochondrial Cytochrome C oxidase subunit I from diverse metazoan invertebrates. *Molecular marine biology and biotechnology* 3: 294-299.

Gamboa-Álvarez MA, López-Rocha JA, Poot-López GR. 2015. Spatial analysis of the abundance and catchability of the red octopus *Octopus maya* (Voss and Solía-Ramírez, 1966) on the continental shelf of the Yucatan Peninsula, Mexico. *Journal of Shellfish Research* 34(2): 481-492.

García-Dávila M, Flores M, Pinedo L, Loyola R, Castro-Ruiz D, Angulo C, Mejía D, Sánchez H, García A, Chota W, Estivals G, Panduro H, Nolorbe C, Chuquipiondo C, Duponchelle F, Renno JR. 2017. Aplicación del barcoding al manejo y conservación de peces y sus subproductos en la Amazonía Peruana. Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana. *FOLIA Amazónica* 26(2): 195-204.

García-Mariscal B. 2008. Identificación y clasificación de parásitos en tres especies de pescado *Diapterus rhombeus*, *Centropomus parallelus* y *Mugil cephalus* que se expenden en 20 locales del mercado de La Nueva Viga. Tesis de Licenciatura. Ciudad de México, México. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).

García-Reyes RM, Sánchez-Sánchez V. 2001. Cuantificación de *Vibrio cholerae* en moluscos bivalvos expedidos en la Central de Pescados y Mariscos “La Nueva Viga”, durante los años de 1996 a 1998. Tesis de Licenciatura. Cuautitlán Izcalli, Estado de México. Facultad de Estudios Superiores (FES) Cuautitlán, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).

Glaubrecht M, Salcedo-Vargas MA. 2004. The Humboldt squid *Dosidicus gigas* (Orbigny, 1835) history of the Berlin specimen, with a reappraisal of other (bathy-) pelagic gigantic cephalopods (Mollusca, Ommastrephidae, Architeuthidae). *Zoosystematics and Evolution*. **80** (1): 53–69.

Gofas, S. 2013. *Octopus* Cuvier 1798. World Register of Marine Species. Consultado en: <http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=138268>

González-Gómez R, Barriga-Sosa IdA, Pliego-Cárdenas R, Jiménez-Badillo L, Markaida U, Meiners-Mandujano C, Morillo-Velarde PS. 2018 . Un enfoque taxonómico integrador revela que *Octopus insularis* es la especie dominante en el Sistema Arrecifal de Veracruz (suroeste del Golfo de México) *PeerJ* 6: e6015

Granados-Amores J. 2013. Taxonomía de calamares de la familia Loliginidae en el Pacífico Mexicano. Tesis de Doctorado. La Paz, Baja California. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S. C.

Guerra A. 1992 *Mollusca. Cephalopoda*. En: *Fauna Ibérica*, vol. 1. Ramos, M. A. et al. (Eds.). Museo Nacional de Ciencias Naturales. CSIC. Madrid. 327 p., 12 h. lám.

Guzik MT, Norman MD, Crozier RH. 2005. Molecular phylogeny of the benthic shallow-water octopuses (Cephalopoda: Octopodinae). *Molecular Phylogenetics and Evolution* 37: 235–248.

Guzmán-Roque S. 2011. *Cuaresma: Dónde comprar pescado en el DF. El Informador*. Guadalajara, México. Consultado de <https://www.eluniversaldf.mx/home/nota21845.html>.

Hamilton B, Swope L. 2014. *Octopus bimaculatus*. Animal Diversity Web. Consultado en: https://animaldiversity.org/accounts/Octopus_bimaculatus/

Hanlon RT. 1996. *Cephalopod behaviour*. Cambridge University Press.

Hanlon RT, Messenger JB. 2018. *Cephalopod Behaviour*. Cambridge University Press.

Hanlon RT, Vecchione M, Allcock L. 2018. *Octopus, Squid, and Cuttlefish: A Visual, Scientific Guide to the Oceans' Most Advanced Invertebrates*. University of Chicago Press.

Hebert P, Cywinska A, Ball S, DeWaard J. 2003. Biological identifications through DNA barcodes. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences* 270(1512): 313-321.

Hebert P, Gregory TR. 2005. The promise of DNA barcoding for taxonomy. *Systematic Biology* 54(5): 852-859.

Hu Y, Huang SY, Hanner R, Levin J, Lu X. 2018. Study of fish products in Metro Vancouver using DNA barcoding methods reveals fraudulent labeling. *Food Control* 94: 38-47.

Huffard CL, Hochberg FG. 2005. Description of a new species of the genus *Amphioctopus* (Mollusca: Octopodidae) from the Hawaiian Islands, *Molluscan Research* 25: 113-128.

Hunsicker M, Essington T, Watson R, Sumaila R. 2010. The contribution of cephalopods to global marine fisheries: can we have our squid and eat them too?. *Fish and Fisheries* 11: 421 - 438.

Hwang HJ, Kang SW, Chung JM, Park SY, Song DK, Han YS, Park HS, Lee JS, Lee YS. 2016. Development of Scientific identification methods on similar Cephalopods. Sin publicar. Consultado en GenBank: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/genbank/>

Ibáñez CM, Cubillos LA, Tafur R, Argueelles J, Yamashiro C, Poulin E. 2011. Genetic diversity and demographic history of *Dosidicus gigas* (Cephalopoda: Ommastrephidae) in the Humboldt Current System. *Marine Ecology Progress Series* 431:163–171

Ibáñez CM. 2013. The effect of environmental gradient and ancestor-descendent relationships on the evolution of egg size in benthic octopuses: unraveling the causes of Thorson's rule. Santiago de Chile, Chile. *Ciencias Ecologicas*. Sin publicar.

INEGI. 2019. Pesca y acuicultura. Consultado en: <http://cuentame.inegi.org.mx/economia/primarias/pesca/default.aspx?tema=E>

International Barcode of Life (iBOL). 2019. What is Barcoding?. iBOL. Consultado en: <https://ibol.org/about/dna-barcoding/>.

Instituto Nacional de Pesca (INAPESCA). 2018. Pulpo en Yucatán. Gobierno de México. Consultado en: <https://www.gob.mx/inapesca/articulos/pulpo-en-yucatan?idiom=es>

Instituto Nacional de Pesca (INAPESCA). 2019 a. ¿Conoces los planes de Manejo Pesquero?. Gobierno de México. Consultado en: <https://www.gob.mx/inapesca/articulos/conoces-los-planes-de-manejo-pesquero>

Instituto Nacional de Pesca (INAPESCA). 2019 b. Pesquería de Pulpo en el Golfo de México y Mar Caribe mexicano. Gobierno de México. Consultado en: <https://www.gob.mx/inapesca/es/articulos/pulpo-del-golfo-de-mexico-y-mar-caribe-211423?idiom=es>

Jaramillo-Roldán E, López-Martínez J, Ramírez R, Velásquez Trujillo LE. 2014. Análisis morfológico del sistema reproductor e identificación molecular a través de los marcadores

mitocondriales COI y 16S rRNA de *Megalobulimus oblongus* (Mollusca, Strophocheilidae) de Colombia. *Revista Peruana de Biología* 21(1): 79-88.

Jereb P, Roper CFE (eds.). 2010. Cephalopods of the world. An annotated and illustrated catalogue of cephalopod species known to date. Volume 2. Myopsid and Oegopsid Squids. *FAO Species Catalogue for Fishery Purposes*. No. 4, Vol. 2. Roma, FAO. 2010. 605 p.

Jereb P, Roper CFE, Norman MD, Finn JK. 2014. *Cephalopods of the world. An annotated and illustrated catalogue of cephalopod species known to date. Volume 3. Octopods and Vampire Squids*. No. 4, Vol. 3. Roma, FAO. 49 pp.

Juárez OE, Rosas C, Arena-Ortiz ML. 2012. Phylogenetic relationships of *Octopus maya* revealed by mtDNA sequences. *Ciencias Marinas* 38:563–575.

Juárez OE, et al. 2015. Is temperature conditioning *Octopus maya* fitness?. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 467: 71-76.

Kaneko N, Kubodera T, Dinh T, Chung BD. 2008. Shallow-water Benthic Octopuses (Cephalopoda Octopodidae) Collected from the Coastal Waters of Vietnam. *Bulletin of the National Museum of Nature and Science* 34:105–122.

Kaneko N, Kubodera T, Iguchi A. 2011. Taxonomic study of shallow-water octopuses (Cephalopoda: Octopodidae) in Japan and adjacent waters using mitochondrial genes with perspectives on octopus DNA barcoding. *Malacologia* 54:97–108.

Kazmierczak RF, HO Zapata, H Diop. 1997 Noncompetitive pricing and exchange rate pass-through in Mauritanian Octopus export markets. *Journal of Agribusiness* 15: 85–102.

Kimura M. 1980. A simple method for estimating evolutionary rates of base substitutions through comparative studies of nucleotide sequences. *Journal of Molecular Evolution* 16: 111–120.

Kumar S, Stecher G, Li M, Knyaz C, Tamura K. 2018. MEGA X: Molecular Evolutionary Genetic Analysis across computing platforms. *Molecular Biology and Evolution* 331: 1870-1874.

Lanteri AA. 2007. Código de barras del ADN y sus posibles aplicaciones en el campo de la Entomología. La Plata, Argentina. División de Entomología, Museo de la Plata.

Lara-Lorenzo A. 2008. Código de barras de ADN de las especies cubanas de peces dulceacuícolas. Tesis de maestría. La Habana, Cuba. Centro de investigaciones Marinas, Universidad de la Habana

Lima FD, Berbel-Filho WM, Leite TS, *et al.* 2017 Occurrence of *Octopus insularis* Leite and Haimovici, 2008 in the Tropical Northwestern Atlantic and implications of species misidentification to octopus fisheries management. *Maine Biodiversity* 47: 723–734.

Lindgren AR. 2010. Molecular inference of phylogenetic relationships among Decapodiformes (Mollusca: Cephalopoda) with special focus on the squid Order Oegopsida. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 56:77–90.

López-Tostado A. 2013. La Nueva Viga mercado más grande de pescados y mariscos de América. *Icono* 79: 1-4.

Maggioni D, Tatulli G, Montalbetti E, Tommasi N, Labra M, GalliP, Pompa PP, Galimberti A. 2018. DNA rapid assessment of cephalopod seafood authenticity. Sin publicar. Consultado en GenBank: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/genbank/samplerecord/>

Marín A, Serna J, Robles C, Ramírez B, Reyes-Flores LE, Zelada-Mázmela E, *et al.* 2018. A glimpse into the genetic diversity of the Peruvian seafood sector: Unveiling species substitution, mislabeling and trade of threatened species. *PLoS ONE* 13(11): e0206596.

Martin C. 2015. Genetic Identification of Octopodidae Species in Southern California Seafood Markets: Species Diversity and Resource Implications. UC San Diego: Center for Marine Biodiversity and Conservation.

Markaida U, *et al.* 2017. Seasonal and Spatial Trends of Mayan Octopus, *Octopus maya*, Population Dynamics from Campeche, Mexico. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 97(8); 1663-1673.

Márquez-Becerra C. 2015. Aplicación de los códigos de barras de DNA en el descubrimiento de la diversidad animal marina. Ensenada, Baja California. Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de Baja California. *CICIMAR Océánides* 30(2): 35-52.

Ministerio de la Producción (PRODUCE). 2019. PRODUCE establece una cuota de 450.000 toneladas para el 2019 del recurso pota o calamar gigante. Nota de Prensa en la Plataforma digital única del Estado Peruano. Consultado en: <https://www.gob.pe/institucion/produce/noticias/28648-produce-establece-una-cuota-de-450-000-toneladas-para-el-2019-del-recurso-pota-o-calamar-gigante/>

Ministerio de la Producción (PRODUCE). 2020. Establecen cuota de captura del recurso calamar gigante o pota para el año 2020. Nota de Prensa en la Plataforma digital única del Estado Peruano. Consultado en: <https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/establecen-cuota-de-captura-del-recurso-calamar-gigante-o-po-resolucion-ministerial-n-100-2020-produce-1862192->

Pliego-Cardenas R, Prieto SM, Apon MA, Markaida U, Barriga-Sosa IA. 2020. Genetic structure of *Octopus mimus* Gould, 1852 along three biogeographic marine provinces. *Marine Biodiversity* 50.

Popping B. 2002. The application of biotechnological methods in authenticity testing. *Journal of Biotechnology* 98(1): 107-112.

Primrose S, Woolfe M, Rollinson S. 2010 Food forensics: Methods for determining the authenticity of foodstuffs. *Trends in Food Science and Technology* 21(12): 582-590.

Procuraduría Federal del Consumidor (PROFECO). 2017. Boletín de prensa 044.- Supervisa Rafael Ochoa Morales acciones de verificación de Profeco en la central “La Nueva Viga”. Gobierno de México. Consultado en: <https://www.gob.mx/profeco/prensa/boletin-de-prensa-044-supervisa-rafael-ochoa-morales-acciones-de-verificacion-de-profeco-en-la-central-la-nueva-viga-en-la-ciudad-de-mexico>

Promoción del Perú para la Exportación y Turismo (PROMPERU). 2014 Desarrollo del comercio exterior pesquero. Informe anual 2013 PROMPERU. Lima, Perú. 90p.

Ram JL, Ram ML, Baidoun FF. 1996. Authentication of canned tuna and bonito by sequence and restriction site analysis of polymerase chain reaction products of mitochondrial DNA. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 44: 2460-2467.

Ramos-Miranda J, Flores-Hernández D, Gómez-Criollo F, Pérez-Sánchez M, Sosa-López A, Ayala-Pérez L. 2011. Aspectos biológicos, sociales y económicos de la pesquería de pulpo (*Octopus maya*) en Campeche. Segundo Simposium para el Conocimiento de los Recursos Costeros del Sureste de México. 1: 44-45.

Rasmussen RS, Morrissey MT. 2009. Application of DNA-Based Methods to Identify Fish and Seafood Substitution on the Commercial Market. *Comprehensive REVIEWS in Food Science and Food Safety* 8: 118-154.

Rathjen WF. 1991. Cephalopod Capture Methods: An Overview. *Bulletin of Marine Science* 49: 494-505.

Rocliffe S, A Harris. 2016. The Status of octopus Fisheries in the Western Indian Ocean, Blue Ventures, Londres.

Roeleveld MA. 1988. Generic Interrelationships within the Ommastrephidae. En: Clarke MR, Trueman ER. 1988. Paleontology and Neontology of Cephalopods. The Mollusca, Vol. 12. Academic Press, Inc. pp: 277-291.

Romero R, Ramírez R. 2011. Divergencia intraespecífica y código de barras de ADN en *Systrophia helicycloides* (Gastropoda, Scolodontidae). Lima, Perú. Facultad de Ciencias Biológicas UNSM. *Revista Peruana de Biología* 18(2): 201-208.

Roper CFE, RE Young, GL Voss. 1969. A key illustrated to the families of the order Teuthoidea (Cephalopoda). *Smithsonian Contributions to Zoology* 13: 1-40.

Roper CFE, GL Voss. 1983. Guidelines for taxonomic descriptions of cephalopod species. *Memoirs of the National Museum of Victoria* 44: 48-63.

Roper CL, MJ Sweeney, CE Nauen. 1984. Species Catalog. Cephalopods of the world. An Annotated and Illustrated Catalogue of species of interest to fisheries. *FAO Fisheries Synopsis* 125(3): 1-277.

Roper CL, MJ Sweeney, FG Hochberg. 1995. CEFALÓPODOS. pp. 305-353. En: Fischer W, F Krupp, W Schneider, C Sommer, KE Carpenter, VH Niem (eds.). Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca, Pacífico centro-oriental. Vol I. Plantas e Invertebrados. FAO, Roma, Italia, 646 p.

Sánchez-Hernández S, Ponce Díaz G, Hernández-Vázquez. 2000. La pesquería de calamar gigante en Baja California Sur: Interacciones entre fluctuaciones del recurso, industria procesadora, economía y sociedad. En: Lluch-Belda D, Elorduy-Garay SE, Ponce-Díaz G. 2000. BAC Centros de Actividad Biológica del Pacífico Mexicano (eds.). México: Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S. C.

Sauer WHH, Gleadall IG, Downey-Breedt N, Doubleday Z, Gillespie G, Haimovici M, Ibáñez CM, Katugin ON, Leporati S, Lipinski MR, Markaida U, Ramos JE, Rosa R, Villanueva R, Argüelles J, Briceño FA, Carrasco SA, Che LJ, Chen CS, Cisneros R, Connors E, Crespi-Abril AC, Kulik VV, Drobyazin EN, Emery T, Fernández-Álvarez FA, Furuya H, González LW, Gough C, Krishnan P, Kumar B, Leite T, Lu CC, Mohamed KS, Nabhitabhata J, Noro K, Petchkamnerd J, Putra D, Rocliffe S, Sajikumar KK, Sakaguchi H, Samuel D, Sasikumar G, Wada T, Zheng X, Tian Y, Pang Y, Yamrungrueng A, Pecl G. 2019. World Octopus Fisheries, *Reviews in Fisheries Science & Aquaculture*.

Seafood Today. 2008. The La Nueva Viga Market, on its Way of Avant-Garde Tradition. Ciudad de México: Publicaciones de diseño S.A. de C.V., pp. 11-13. Consultado en: <https://studylib.es/doc/4847949/the-la-nueva-viga-market--on-its-way-of-avant>

Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SAGARPA). 2017. Ven a conocer algunos pescados en el mercado La Nueva Viga. Consultado en: <https://www.gob.mx/agricultura/es/articulos/ven-a-conocer-algunos-pescados-en-el-mercado-la-nueva-viga>

Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SAGARPA). 2019. Los grandes mercados de pescados y mariscos de México. Consultado en: <https://www.gob.mx/agricultura/articulos/los-grandes-mercados-de-pescados-y-mariscos-de-mexico>

Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca (SAGARPA-CONAPESCA). 2020. Garantizado el abasto de pescados y mariscos durante el periodo de semana santa: Conapesca (Nota de prensa). SAGARPA-CONAPESCA, Ciudad de México.

Sin YW, Yau C, Chu KH. 2009. Morphological and genetic differentiation of two loliginid squids *Uroteuthis (Photololigo) chinensis* and *Uroteuthis (Photololigo) edulis* (Cephalopoda: Loliginidae) in Asia. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 369: 22–30.

Sistema Nacional de Información e Integración de Mercados (SNIIM). 2007. Mercado De La Nueva Viga (SNIIM). Moluscos Y Otros. Consultado en: http://www.economia-sniim.gob.mx/SNIIM-PESCA/e_lvpmar1.asp?tipo=MOLV

Solís-Ramírez MJ, Chávez EA. 1986. Evaluación y régimen óptimo de pesca de pulpo de la península de Yucatán. *Anal. Inst. Cienc. Mar. Y Limnol.* 13: 1-18.

Solís-Ramírez MJ, Arregun-Sánchez F, Seijo JC. 1997. Pesquerías de cefalópodos. pp: 61-80. En Flores-Hernández DP, Sánchez G, JC Seijo, Arreguín-Sánchez F (eds). Análisis y diagnóstico de los recursos pesqueros críticos del Golfo de México, EPOMEX *Serie Científica* 7: 61-80. Universidad Autónoma de Campeche, Campeche.

Spielmann G, Gerdes L, Miller A, Verhaelen K, Schlicht C, Schalch B, Haszprunnar G, Busch U, Huber I. 2018. Molecular biological species identification of animal samples from Asian buffets. *J Verbrauch Lebensm* 13(3): 271-278.

Staaf DJ, Ruiz-Cooley RI, Elliger C, Lebaric Z, Campos B, Markaida U, Gilly WF. 2010. Ommastrephid squids *Sthenoteuthis oualaniensis* and *Dosidicus gigas* in the eastern Pacific show convergent biogeographic breaks but contrasting population structures. *Marine Ecology Progress Series* 418: 165-178.

Strugnell JM, Lindgren A, Allcock LM. 2007. A barcode of life database for the Cephalopoda? Considerations and concerns. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 17: 337–344.

Strugnell JM, Lindgren A, Allcock LM. 2009. Cephalopod mollusks Cephalopoda. En: Blair Hedges S, Kumar S (eds.). *The Timetree of Life*. OUP Oxford. pp: 2–18.

Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (SUBPESCA). 2018. *Pulpo*. Valparaíso, Chile. Recuperado de <http://www.subpesca.cl/portal/616/w3-article-821.html>. Consultado el 19 de enero de 2020.

Söller R, Warnke K, Saint-Paul U, Blohm D. 2000. Sequence divergence of mitochondrial DNA indicates cryptic biodiversity in *Octopus vulgaris* and supports the taxonomic distinctiveness of *Octopus mimus* (Cephalopoda: Octopodidae). *Marine Biology* 136:29–35.

Tamura K, Peterson D, Peterson N, Stecher G, Nei M, Kumar S. 2011. MEGA 5: Molecular Evolutionary Genetic Analysis using Maximum Likelihood, Evolutionary Distance, and Maximum Parsimony Methods. *Molecular Biology and Evolution* 28: 2731-2739.

Tang Y, Zheng X, Liu H, Sunxie F. 2020. Population genetics and comparative mitogenomic analyses reveal cryptic diversity of *Amphioctopus neglectus* (Cephalopoda: Octopodidae). *Genomics* (en proceso de impresión).

thecephalopodpage.org. *Loligo opalescens, California Market squid - The Cephalopod Page*. www.thecephalopodpage.org. Consultado en: <http://www.thecephalopodpage.org/Lopal.php>

The Tree of Life Web Project. 2007. *Zootaxa* 1668: 1–766.

Thompson J D, Higgins DG, Gibson TJ. 1994. CLUSTAL W: Improving the sensitivity of progressive multiple sequence alignment through sequence weighting, position-specific gap penalties and weight matrix choice. *Nucleic Acids Research* 22: 4673-4680.

Tinacci L, Stratev D, Vashin I, Chiavaccini I, Susini F, Guidi A, Armani A. 2018. Seafood labelling compliance with European legislation and species identification by DNA barcoding: A first survey on the Bulgarian market. *Food Control* 90: 180-188.

Toussaint RK, Scheel D, Sage GK, Talbot SL. 2012. Nuclear and mitochondrial markers reveal evidence for genetically segregated cryptic speciation in giant Pacific octopuses from Prince William Sound, Alaska. *Conservation Genetics* 13:1483–1497.

Tresierra A, Ramirez P, Alfaro S, Campos S, De Lucio L. 2009. Catálogo de Invertebrados Marinos de La Región La Libertad. *Instituto del Mar del Peru*. 114 pp.

United States Fish Commission (1881). Bulletin of the United States Fish Commission. Consultado en: https://openlibrary.org/books/OL7037825M/Bulletin_of_the_United_States_Fish_Commission

Urías-Sotomayor R, Rodríguez-Domínguez G, Castañeda-Lomas N, Pérez-González R, Rivera-Parra GI, Martínez-Cordero FJ. 2019. Análisis bioeconómico de la pesquería de calamar gigante

Dosidicus gigas en el noroeste de México. *Estudios sociales. Revista de alimentación contemporánea y desarrollo regional* 29(53).

Vecchione M, Roper CFE, Sweeney MJ. 1989. *Marine Flora and Fauna of the Eastern United States. Mollusca: Cephalopoda. NOAA Technical Report NMFS 73* (National Oceanic and Atmospheric Administration & National Marine Fisheries Service).

Vecchione M, RE Young. 2010 a. *Doryteuthis* Naef, 1912. *The Tree of Life Web Project*. Consultado en: <http://tolweb.org/Doryteuthis/23877/2010.09.02>.

Vecchione M, RE Young. 2010 b. *Doryteuthis (Amerigo) opalescens* (Berry 1911). Opalescent inshore squid. Consultado en: http://tolweb.org/Doryteuthis_%28Amerigo%29_opalescens

Vecchione M, RE Young. 2016 a. *Myopsida* Naef, 1916. *The Tree of Life Web Project* Consultado en: <http://tolweb.org/Myopsida/52670/2016.08.29>

Vecchione M, RE Young. 2016 b. *Oegopsida* Orbigny, 1845. *The Tree of Life Web Project* Consultado en: <http://tolweb.org/Oegopsida/19407/2016.02.27>

Vega-Martínez D. 2013. Clasificación taxonómica de parásitos de importancia en salud pública en cinco especies de pescados marinos, que se expenden en "La Nueva Viga", México, D.F. Tesis de Maestría. Ciudad de México, México. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).

Velasco A, Ramilo-Fernandez G, Sotelo CG. 2020. A Real-Time PCR Method for the Authentication of Common Cuttlefish (*Sepia officinalis*) in Food Products. *Foods* 9 (3): 286.

Vijayamma S, Kumar B, Norman MD. 2012. First report of *Amphioctopus neglectus* (Nateewathana & Norman, 1999) and *A. rex* (Nateewathana and Norman, 1999) (Mollusca: Cephalopoda) from the Indian coast. *Molluscan Research* 32. 43-49.

Voss, GL, Solís-Ramírez. 1966. *Octopus maya*, a new species from the Bay of Campeche, Mexico. *Bulletin of Marine Science* 16(3): 615-625.

Wakabayashi T, Suzuki N, Sakai M, Ichii T, Chow S. 2006. Identification of ommastrephid squid paralarvae collected in northern Hawaiian waters and phylogenetic implications for the family Ommastrephidae using mtDNA analysis. *Fisheries Science* 72: 494–502.

Warnke K, Söller R, Blohm D, Saint-Paul U. 2000. Rapid differentiation between *Octopus vulgaris* Cuvier (1797) and *Octopus mimus* Gould (1852) using randomly amplified polymorphic DNA. *Journal of Zoological Systematics and Evolution Research* 38:119–122.

Wen J, D Chen, Y Sun, J Zhao, L Tinacci, L Guardone, A Guidi, A Armani, PL Acutis, M V Riina, Y Xu, L Zeng, Z Chen, X Ying. 2017. An insight into the Chinese traditional seafood market: Species characterization of cephalopod products by DNA barcoding and phylogenetic analysis using COI and 16SrRNA genes. *Food Control* 82: 333-342.

WoRMS. 2013-2021. World Register of Marine Species. Consultado en: <http://www.marinespecies.org> at VLIZ

WWF. ¡La veda nos conviene a todos! WWF. Recuperado de www.wwf.org.co. Consultado el 19 de enero de 2020.

www.thecephalopodpage.org. "Loligo opalescens, California Market squid - The Cephalopod Page". Consultado en: <http://www.thecephalopodpage.org/Lopal.php> el 10 de agosto de 2019

Xu R. 2020. DNA barcoding reveals high cryptic diversity in Cephalopoda in Chinese waters. Sin publicar.

Yambot AV, Rafael MJR, Alcantara SG. 2014. DNA barcoding of high-valued aquatic species in Aurora Province, Philippines. *World Aquaculture Society*.

Young RE, Vecchione M. 2019. *Dosidicus* Steenstrup 1857. *Dosidicus gigas* (Orbigny 1835). Jumbo squid. *The Tree of Life Web Project*. Consultado en: http://tolweb.org/Dosidicus_gigas/19945/2009.11.29

Young RE, Vecchione M, Mangold KM. (1922-2003). 1999. Cephalopoda Glossary. *The Tree of Life Web Project*. Consultado en: http://tolweb.org/accessory/Cephalopoda_Glossary?acc_id=587

Young RE, Vecchione M, Mangold KM. (1922-2003). 2000. Cephalopod Tentacle Terminology. *The Tree of Life Web Project*. Consultado en: http://tolweb.org/accessory/Cephalopod_Tentacle_Terminology?acc_id=1962

Young RE, Vecchione M, Mangold KM (1922-2003). 2001. Decapodiform Fin Shapes and Sizes. *The Tree of Life Web Project*. Consultado en: http://tolweb.org/articles/?article_id=2029.

Young RE, Vecchione M, Mangold KM. (1922-2003). 2019. Decapodiformes Leach, 1817. Calamares, jibias y sus parientes. *The Tree of Life Web Project*. Consultado en: <http://tolweb.org/Decapodiformes/19404/2019.03.26>

Young RE, Vecchione M, D Fuchs. 2015. Octopodiformes Berthold and Engeser, 1987. Vampire Squid and Octopods. *The Tree of Life Web Project*. Consultado en: <http://tolweb.org/Octopodiformes/19405/2015.10.11>

- Yu Y-C, Hong Y, Kim JJ, Kim HS, Kang TS. 2019. Monitoring of Commercial Cephalopod Products Sold on the South Korea Market using DNA Barcode Information. *Journal of Food Hygiene and Safety* 34(5), 502–507.
- Zeidberg L, Robinson BH. 2007. Invasive range expansion by the Humboldt squid, *Dosidicus gigas*, in the eastern North Pacific. *PNAS* 104(31): 12948–12950.
- Zeidberg L. 2013. *Doryteuthis opalescens*, opalescent inshore squid. Advances in Squid Biology, *Ecology and Fisheries*. Part I - Myopsid squids. 159-204.
- Zhang X, Kong L. 2017. Authentication of dried shellfish products in Qingdao using DNA barcoding. Ocean University of China, China. Sin publicar. Consultado en GenBank: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/genbank/>
- Zheng X, Liu C, Li Q. 2012. Development and characterization of 17 polymorphic microsatellite loci in *Octopus vulgaris* Cuvier, 1797. *Conservation Genetic Resources* 4:367–369.
- Zheng X, Lin X, Lu CC, Ma R. 2012 b. A new species of *Cistopus* Gray 1849 (Cephalopoda: Octopodidae) from the East and South China Seas and phylogenetic analysis based on the mitochondrial COI gene. *Journal of Natural History* 46:355–368.