

Xóchitl Guzmán García, Patsy Ramos Apolinar, Irma Hernández Calderas,
Raquel García Barrientos y José Roberto Jerónimo Juárez



Potencial biotecnológico de las vísceras del pulpo

En el Golfo de México, el pulpo representa el primer recurso pesquero en términos económicos y el segundo en volúmenes de captura. No obstante, en la comercialización y el consumo de estos organismos sólo se aprovecha la parte muscular (manto y brazos), mientras que las vísceras son desechadas y constituyen una fuente de contaminación orgánica. La caracterización bioquímica y tisular de las vísceras del pulpo permite reconocer su potencial biotecnológico y sugerir su uso industrial.

En México los productos marinos representan una fuente importante de alimentos y de otros productos derivados, como son los abonos, las harinas, los aceites, entre otros. De ahí la importancia que tiene la actividad pesquera. Pero además de peces, se capturan otros organismos marinos; en esta oportunidad hablaremos de los pulpos.

Comercialmente los pulpos representan un recurso pesquero muy importante en nuestro país. En las costas del Mar Caribe y del Golfo de México se encuentran los principales estados productores de pulpo, entre ellos: Yucatán, Campeche, Quintana Roo y Veracruz. Las especies de pulpos que más se capturan en el Golfo de México son *Octopus vulgaris* y *Octopus maya*, las cuales constituyen el primer recurso pesquero en términos económicos y el segundo en volúmenes de captura para esta zona pesquera.

■ Características de los pulpos

■ Los pulpos son animales marinos que pertenecen al grupo de los Moluscos, a la clase Cefalópoda (del griego *kephale*, cabeza; *pous*, *podós*, pie) y al orden Octópoda (*octó*, ocho; *podós*, pies). Estos organismos, a diferencia de las demás clases que conforman el grupo, carecen de concha. Su cuerpo es redondo, con la región cefálica unida a ocho brazos, los cuales están provistos de ventosas musculares de forma circular que sirven para la adhesión de superficies (véase la Figura 1a). Los pulpos

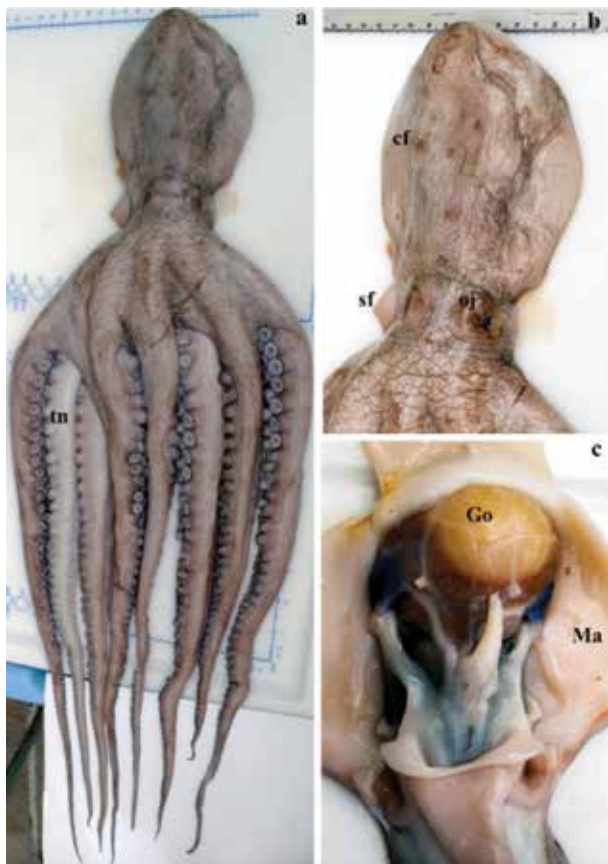


Figura 1. Anatomía del pulpo. 1a: Anatomía externa; cuerpo formado por un tentáculo (tn) y una región cefálica. 1b: Se detallan los ojos (oj) y el sifón, ambos órganos situados en la región cefálica. 1c: Anatomía interna del pulpo; se observa la gónada (Go) de grandes proporciones y el manto (Ma).

son capaces de cambiar de coloración y aspecto con diferentes fines: protección o amenaza ante depredadores y como medio de cortejo. Además, estos organismos se caracterizan por lanzar un líquido de color negro llamado tinta (compuesto de **melanina**), que es empleado como mecanismo de escape ante la amenaza de otros organismos.

Los órganos internos del pulpo se encuentran en la región cefálica, envueltos en una fina capa de tejido conectivo (véase la Figura 1b). La disección de un pulpo permite observar su compleja pero ordenada organización interna. El canal alimentario comienza con una boca ventral y continúa con el esófago (un tubo delgado, largo y traslúcido), una glándula digestiva (de coloración marrón claro, que es responsable de la síntesis y secreción de enzimas digestivas, absorción de nutrientes, almacenamien-

to de reservas lipídicas y eliminación de residuos de la digestión), el estómago (estructura muscular de volumen pequeño donde el alimento es sometido a una acción mecánica; son movimientos de mezcla que realizan los músculos de la pared del estómago), los ciegos espiralados (encargados de la digestión y absorción de nutrientes), las glándulas salivales accesorias y un ano que desemboca en el sifón lateral. Además de los anteriores, otros órganos son visibles en la anatomía del pulpo, tal es el caso de las branquias y las gónadas, estas últimas caracterizadas por ser órganos de gran tamaño y en forma de círculo (véase la Figura 1c).

No obstante, cuando se prepara el pulpo para su consumo no vemos ninguno de estos órganos; esto es debido a que las vísceras (de aspecto desagradable al público) se desechan en los mares o en los mercados y no son comercializadas ni aprovechadas.

¿Qué sucede con las vísceras?

Las vísceras de los pulpos al ser desechadas son convertidas en desperdicios y no son aprovechadas. Si son desechadas al mar funcionan como alimento para otros organismos; sin embargo, cuando se desechan en los mercados o en los basureros, representan un problema muy importante de contaminación orgánica, ya que en la mayoría de los mercados no existe un adecuado manejo de residuos orgánicos. Los autores estamos seguros de que los comerciantes no desaprovecharían estos órganos si existiera la información y tecnología necesarias para su aprovechamiento; esto generaría un beneficio paralelo al reducir la contaminación por desechos orgánicos.

El sistema digestivo de los pulpos

Una parte de las vísceras del pulpo está constituida por los denominados ciegos espiralados (véase la Figura 2). Los estudios bioquímicos indican que los ciegos espiralados contienen 2.3% de proteínas, 80% de humedad y 17% de materia seca. Al comparar estos valores con otros organismos acuáticos, se observa que el porcentaje de proteínas en los ciegos espiralados es 20% más bajo con respecto a la glán-

Melanina Pigmento de color pardo oscuro presente en diferentes organismos.

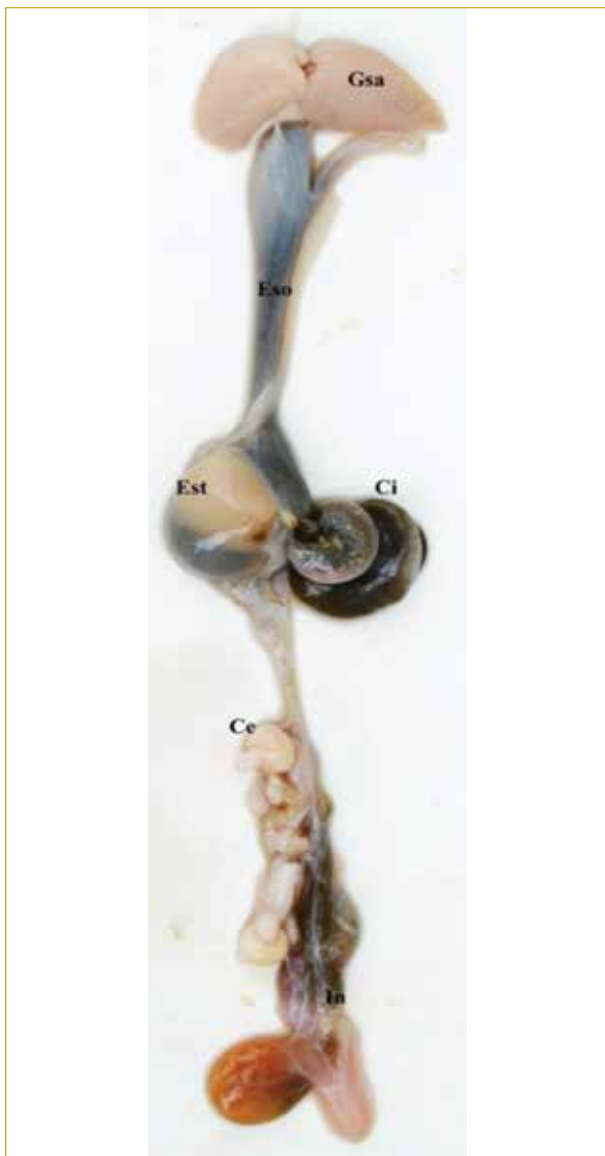


Figura 2. Detalle del tracto digestivo del pulpo. Se observa la glándula salival anterior (Gsa), seguida del esófago (Eso), estómago (Est) e intestino (In), además de estructuras conocidas como ciegos (Ci) y ciegos espiralados (Ce).

dula de la tinta. Al comparar el porcentaje de humedad y materia seca se observa una alta humedad (70%) y un bajo porcentaje de materia seca (80%), lo cual implica menor contenido nutricional y sugiere su potencial como un producto saciador para animales de crianza (como aves o peces).

Por otra parte, los estudios **histológicos** del canal alimentario del pulpo (estómago, intestino, glándula digestiva y branquias) han permitido realizar su descripción. En la región del estómago se observó la

presencia de una cutícula de revestimiento y papilas que secretan sustancias epitelio-conjuntivas que posteriormente formarán parte de la cutícula. En la porción intestinal se observó tejido muscular, que garantiza el movimiento del alimento y forma parte de las diferentes capas (mucosa y submucosa). La glándula digestiva, donde se llevan a cabo diferentes procesos de desintoxicación de agentes contaminantes, está compuesta por túbulos con presencia de células vacuoladas, delimitadas por una capa muscular y una membrana basal; esta composición del canal alimentario es característica de los moluscos. De manera análoga a otros moluscos, las branquias de los pulpos están formadas por lamelas y canales hemáticos con tejido epitelial cúbico simple, mientras que la base de la branquia está compuesta por cartílago, tejido epitelial simple y tejido muscular liso. La estructura tisular indica que existe una especialización funcional en las regiones del canal alimentario, en tanto que la estructura de sus células y tejidos puede modificarse dependiendo de las condiciones de vida del organismo. La estructura del canal alimentario ofrece una alternativa como modelo biológico de estudio.

■ Alternativas de uso para las vísceras del pulpo

■ En general, los productos marinos representan un recurso muy importante en las industrias biotecnológica, farmacéutica, cosmética, o bien para el desarrollo de estudios ecotoxicológicos (**biomonitoreo** de contaminantes presentes durante el desarrollo de los organismos acuáticos).

La caracterización bioquímica y tisular de regiones no aprovechadas, como las vísceras, permite incentivar el potencial biotecnológico de los recursos naturales mal utilizados o desperdiciados. Una caracterización bioquímica de órganos de interés permite conocer la cantidad de proteínas, su actividad enzimática, el porcentaje de humedad y materia seca, entre otros aspectos. Por otro lado, la caracterización tisular permite analizar las características anatómicas y también detectar cambios histopatológicos inducidos por contaminantes o agentes xenobióticos que puedan alterar la condición fisiológica de

◀ **Biomonitoreo**

Conjunto de técnicas basadas en la reacción y sensibilidad de distintos organismos vivos a diversas sustancias contaminantes presentes en un ecosistema.

◀ **Histología**

Ciencia que estudia las características y funciones de los tejidos en los seres vivos.

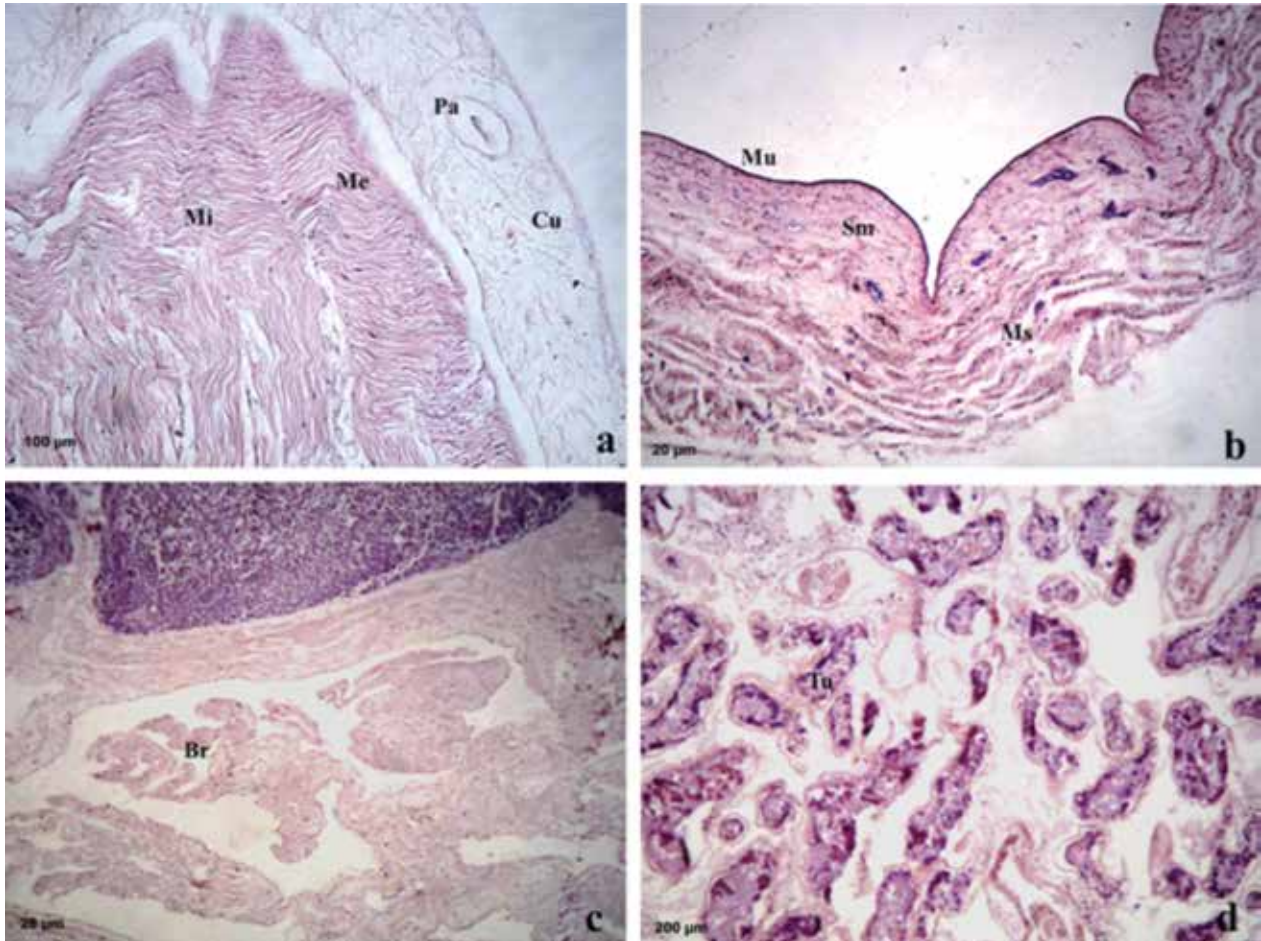


Figura 3. Estructura tisular del estómago (a), intestino (b), branquia (c) y glándula digestiva (d) del pulpo. Se observan las pápilas (Pa) inmersas en la cutícula del estómago (Cu), así como la musculatura externa (Me) e interna (Mi). Tres capas componen el intestino del pulpo: mucosa (Mu), submucosa (Sm) y musculatura (Ms). Se observa en (c) una lámina branquial (Br) y en (d), túbulos de la glándula digestiva, túbulos (Tu) con luz glandular irregular. Tinción con H-E.

los organismos. La evaluación de estos cambios es de suma importancia debido a la contaminación que prevalece en los sistemas acuáticos por descargas industriales, residuales y agrícolas, lo que ocasiona cambios que van desde alteraciones bioquímicas a nivel celular hasta cambios tisulares u orgánismos que pueden afectar a toda una población.

Los autores agradecen a Dalia Itzkopilli Luis Hernández por la captura y edición de las imágenes del artículo.

Xóchitl Guzmán García es bióloga egresada de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM); obtuvo su maestría y doctorado en Biología Experimental en la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa (UAM-I). Es Profesora Titular "C" de tiempo completo en la UAM-I. Ha participado en diferentes publicaciones científicas y congresos nacionales e internacionales. Es jefa del área de Manejo Integral de los Recursos Acuáticos MIRA desde 2014 en la UAM-I. Actualmente dirige el proyecto de investigación institucional "Indicadores de Integridad Ecológica y Salud Ambiental". Sus intereses de investigación están orientados hacia la ecotoxicología, histología e histopatología de organismos acuáticos y experimentales. xgg@xanum.uam.mx

Patsy Ramos Apolinar es hidrobióloga egresada de la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa (UAM-I). Ha colaborado activamente en el proyecto de investigación institucional “Indicadores de Integridad Ecológica y Salud Ambiental” de la UAM-I. Realizó una estancia en la Universidad Politécnica de Tlaxcala. Sus intereses de investigación están orientados a la caracterización tisular y bioquímica de moluscos cefalópodos.
patsy.ramos.apolinar@gmail.com

Irma Hernández Calderas es histotecnóloga por el COMETEP y bióloga por la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Con 25 años de experiencia en el campo tisular, ha colaborado en diversos proyectos institucionales en la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa (UAM-I). Ha impartido conferencias en eventos de divulgación y ha impartido cursos de actualización a nivel licenciatura y posgrado. Actualmente colabora en el Laboratorio de Ecotoxicología de la UAM-I. Sus intereses de investigación están orientados a la aplicación de técnicas histológicas (de rutina y especiales) e inmunohistoquímicas en organismos acuáticos, para la evaluación de respuestas tisulares.
irmabios@live.com

Raquel García Barrientos es Ingeniero Bioquímico por el Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec. Su maestría y doctorado los obtuvo en Biotecnología por la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa (UAM-I). Ha colaborado en nueve publicaciones científicas y ha participado en diversos congresos nacionales e internacionales. Realizó una estancia en el Instituto de Investigaciones Marinas, en Vigo, España. Actualmente es profesora investigadora de tiempo completo de la Universidad Politécnica de Tlaxcala. Sus intereses de investigación están orientados hacia la bioactividad y funcionalidad fisicoquímica de biomoléculas alimentarias de origen animal terrestre y marino.
raquel.garcia@uptlax.edu.mx

José Roberto Jerónimo Juárez es biólogo y maestro en biología por la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa (UAM-I). Ha colaborado en diversos informes de investigación institucional dentro de la UAM, y participado en más de 20 congresos nacionales e internacionales. Ha impartido cursos a nivel medio superior, superior y posgrado. Actualmente es estudiante de doctorado de tiempo completo en el Laboratorio de Ecotoxicología de la misma institución. Sus intereses de investigación están orientados hacia la aplicación de biomarcadores bioquímicos y tisulares en moluscos bivalvos.
jjeronomoroberto@gmail.com

Lecturas recomendadas

- Ivanovic, M. y N. Brunetti (2002), “Descripción morfológica e histológica del aparato digestivo del calamar *Illex argentinus* (Cephalopoda: Ommastrephidae)”, *Revista de Investigaciones y Desarrollo Pesquero*, 15: 27-41.
- Jerónimo, J. R. *et al.* (2013), “Tissue structure and partial characterization of proteolytic enzymes of three of the clam *Polymesoda caroliniana*, from Tecolutla, Veracruz, México”, *Histology and Histopathology Cellular and Molecular Biology*, 28 (Supplement 1): 163.
- López, A. (2014), *Estudio bioquímico e histológico de partes anatómicas comestibles del pulpo*, Tesis de Ingeniería en Biotecnología, México, Universidad Politécnica de Tlaxcala.
- Moreno, A. G. *et al.* (2012), “Una revisión de las enzimas de calamar gigante (*Dosidicus gigas*) con énfasis en las hidrolasas”, *Revista de Ciencias Biológicas y de la Salud*, 2: 18-25.
- Valdez, J. (2009), *Aislamiento y caracterización parcial de proteasa(s) aspártica(s) del hepatopáncreas de calamar gigante* (*Dosidicus gigas*), Tesis de Maestría, México, Universidad de Sonora.