

¿Qué hay en el menú? Basura antropogénica en el contenido estomacal del calamar *Lolliguncula diomedea* capturado por pesca artesanal en Puerto Ángel, Oaxaca, México

Nayeli Guadalupe López Velásquez¹, Lizeth Lara Solís¹,
Lyli Martínez Herrera¹ & María del Carmen Alejo Plata^{2*}

Resumen

Los calamares son un grupo poco estudiado en cuanto a su susceptibilidad a la ingestión de fibras antropogénicas. Aquí proporcionamos evidencia de la ingestión de basura antropogénica en el calamar dardo *L. diomedea*. Los calamares se recolectaron por pescadores artesanales en Puerto Ángel, Oaxaca, México. Se examinaron estómagos y tractos digestivos de 103 calamares, el 51.9% de las muestras contenían al menos una partícula contaminante. Se identificaron un total de 445 partículas, la mayoría fueron fibras (94.4%) con una longitud de 0.2 a 5 mm; predominaron las fibras translúcidas (47%) y de color azul (22%). Se desconoce el nivel de riesgo que representa para las especies de calamar este nivel de contaminación. Este estudio presenta la primera evidencia empírica sobre la ingestión de fibras antropogénicas en una especie de calamar costero con importancia ecológica y alimentaria.

Palabras clave: alimentación, cefalópodos, microplásticos.

Abstract

Squid are a group scarcely studied in terms of their susceptibility to the ingestion of anthropogenic fibers. Here we provide evidence for anthropogenic garbage ingestion in the dart squid *L. diomedea*. The squid were collected by artisanal fishermen in Puerto Ángel Oaxaca, Mexico. Stomachs and digestive tracts of 103 squids were examined, 51.9% of the samples contained at least one contaminating particle. A total of 445 particles were identified, the majority were fibers (94.4%) with a length of 0.2 to 5 mm; translucent (47%) and blue (22%) fibers were the most common. The level of risk posed to squid species by this level of contamination is unknown. This study presents the first empirical evidence on the ingestion of anthropogenic fibers in a species of coastal squid with ecological and nutritional importance.

Key words: diet, cephalopods, microplastics.

Recibido: 25 de enero de 2023.

Aceptado: 19 de abril de 2023.

¹ Licenciatura en Biología Marina, Universidad del Mar, Campus Puerto Ángel. Ciudad Universitaria, Puerto Ángel 70902, Oaxaca, México.

² Instituto de Recursos, Universidad del Mar, Campus Puerto Ángel. Ciudad Universitaria, Puerto Ángel 70902, Oaxaca, México

* **Autor de correspondencia:** plata@angel.umar.mx (MCAP)

Introducción

La basura marina consiste en artículos que fueron utilizados y desechados deliberadamente en el medio marino o costero (PNUMA 2020), incluye desechos inorgánicos sólidos que provienen del continente como botellas y bolsas de plástico, colillas de cigarrillos, envases de espuma para alimentos, textiles, vidrio y aquellos que derivan de la desintegración de artes o aparejos de pesca. La basura marina interactúa con la biota de diversas formas provocando enredos, asfixia e interferencia con la absorción de alimentos y su digestión (Ozturk & Altinok 2020).

El problema se agrava porque los plásticos de gran volumen (Macroplásticos) se someten a un proceso lento de degradación y fragmentación; esto debido principalmente a la fotodegradación y la abrasión física provocada por la acción de las olas, que dan como resultado la generación de elementos denominados microplásticos (menores a 5mm) (Song *et al.* 2014). Su presencia ha aumentado en los ecosistemas marinos, debido a su persistencia y resistencia a la degradación.

La variabilidad de los tipos de fibras antropogénicas depende de la composición de los polímeros (Barnes *et al.* 2009). Los textiles que liberan fibras pueden incluir aquellos fabricados con materiales naturales (Ej. rayón o algodón) o materiales sintéticos (Ej. poliéster, poliamida, polipropileno y acrílico) (Remy *et al.* 2015).

Como consecuencia, se ha observado su presencia en el tracto digestivo, branquias o enredadas en el cuerpo de diferentes organismos marinos de todos los niveles tróficos (Frias *et al.* 2014).

Se ha identificado basura antropogénica, particularmente en forma de microplásticos en el tracto gastrointestinal de

una amplia gama de especies de vertebrados e invertebrados (Ej. Lusher *et al.* 2017, Nelms *et al.* 2018, Bucci *et al.* 2020). Sin embargo, hasta donde conocemos, solo hay cuatro informes publicados que identifican plásticos en el tracto digestivo de los cefalópodos, como *Doscidicus gigas* (Rosas-Luis 2016; Gong *et al.* 2021), *Sepia officinalis* (Olveira *et al.* 2020) y en dos especies de calamares de profundidad *Vampyroteuthis infernalis* y *Abralia veranyi* (Ferrerira *et al.* 2022).

Los cefalópodos se caracterizan por un rápido crecimiento, así como una alta adaptabilidad a los cambios ambientales (Rodhouse *et al.* 2014). Además, desempeñan un papel esencial en la estructura trófica de los ecosistemas marinos, ya que son depredadores generalistas que se alimentan de recursos abundantes y disponibles (Rodhouse & Nigmatullin 1996). Se presentan como presas importantes dentro de los estómagos de diferentes especies de pelágicos mayores (Boyle & 2005), y un número significativo de especies presentan importancia para las pesquerías (Jereb *et al.* 2010).

Así, ante la falta de información sobre la presencia de plásticos en el tracto digestivo de calamares, investigamos esta temática en el calamar dardo *Lolliguncula diomedea* (Hoyle, 1904), especie endémica del Pacífico Tropical Oriental (Jereb *et al.* 2010). En México, esta especie es un recurso de interés local y se encuentra frecuentemente en la captura incidental de la pesca de arrastre del camarón (Guzmán-Intzin *et al.* 2020). El objetivo de este trabajo fue investigar la presencia de partículas antropogénicas en estómagos de *L. diomedea* capturadas por pesca artesanal en Puerto Ángel, Oaxaca.

Material y métodos

Obtención de las muestras

Las muestras de calamar se obtuvieron de actividades de pesca artesanal en Puerto Ángel, Oaxaca (Fig. 1). Los calamares no son la especie objetivo para los pescadores, pero cuando son abundantes se capturan para ser utilizados como carnada en la pesca de pelágicos mayores y para consumo familiar. Los calamares se presentaron en las capturas artesanales entre mayo y diciembre de 2018. Los organismos se recolectaron a unos 5 km de la costa, utilizando una red de cuchara nombrada localmente como "Chacalmata" y fueron preservados en hielo para su transporte al laboratorio. Para la descripción taxonómica, seguimos los criterios de Roper *et al.* (1995).

Trabajo de laboratorio

Para minimizar la contaminación en el laboratorio, se usaron guantes de nitrilo y batas de laboratorio de algodón durante el trabajo. Todas las superficies de trabajo se limpiaron con etanol al 70 % antes de la disección del estómago. El área del microscopio estereoscópico se limpió y se cubrió con papel de aluminio antes del análisis de las muestras. Se realizó un blanco de procedimiento simultáneamente durante la extracción e inspección de fibras para evaluar la contaminación de partículas en el aire (Alomar *et al.* 2016). En caso de contaminación aérea de los espacios en blanco de procedimiento, se eliminó de los resultados la misma tipología de fibras, según forma, color y tamaño.

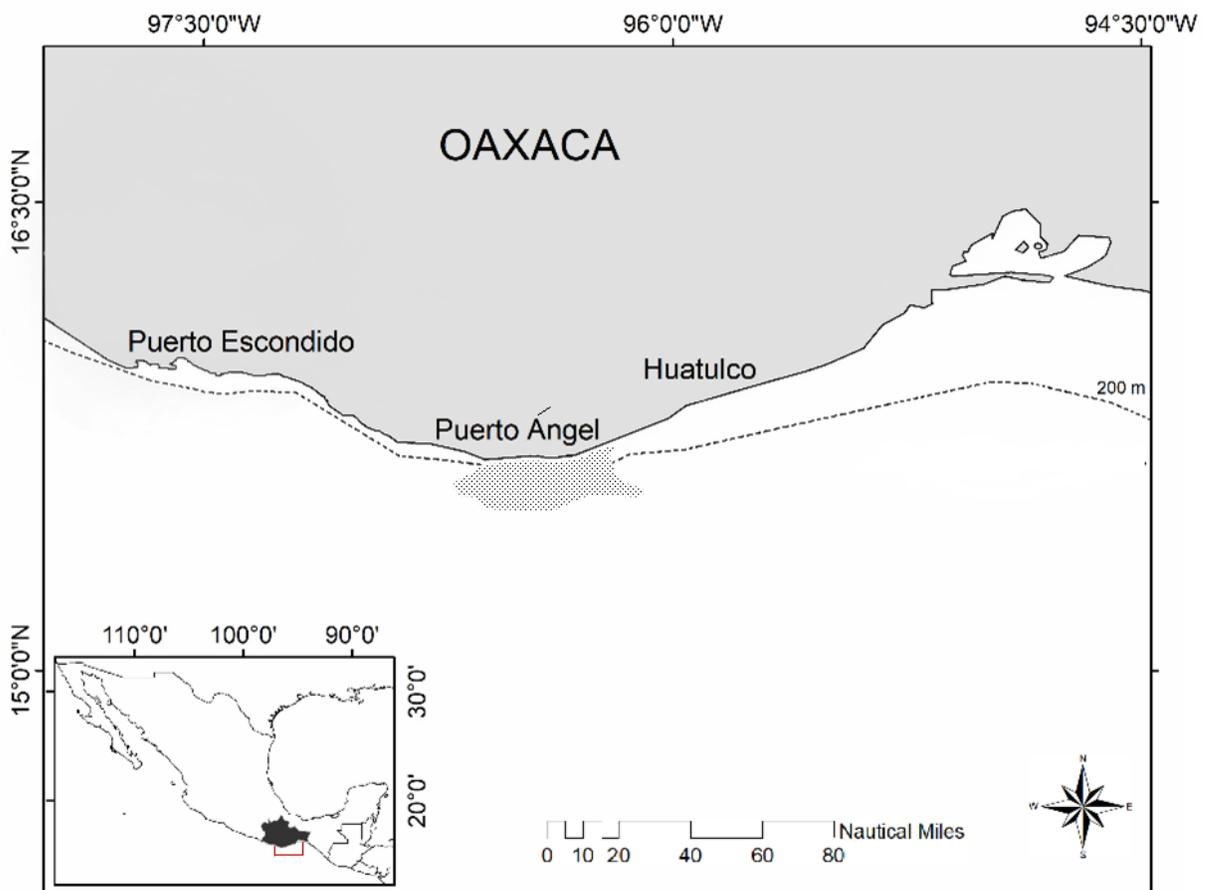


Figura 1. Área de estudio. Se muestra el polígono de pesca artesanal.

Todos los líquidos utilizados para el análisis se pasaron a través de filtros de membrana de 0.7 mm. Los recipientes y las herramientas se enjuagaron tres veces con agua destilada filtrada y se cubrieron con papel de aluminio antes y después de su uso.

La longitud del manto dorsal (LMD) y el peso total (W) se midieron con un vernier digital de precisión de 0.01 mm y una balanza con una precisión de 0.1 g. Posteriormente, se realizó una incisión a lo largo de la región ventral de la cavidad del manto para exponer los órganos internos y extraer el estómago. Las presas y los materiales inorgánicos fueron separados e identificados con un estereomicroscopio Zeen, Stereo Discovery V8.

Las formas fueron clasificadas como fragmentos, espumas, películas, fibras y haces de fibras. La basura antropogénica de tamaño > 0.5 mm fue identificada a través de los criterios de Hidalgo-Ruiz *et al.* (2012): 1) no son visibles estructuras celulares u orgánicas; 2) las fibras deben de ser igualmente gruesas a lo largo de toda su longitud; 3) las fibras no están segmentadas ni aparecen como cintas planas retorcidas; 4) el color las partículas son claras y de color homogéneo; 5) si son transparentes o blanquecinas deben ser examinado con especial cuidado bajo un alto aumento; 6) no deben brillar y 7) las fibras son flexibles.

La cuantificación de grupos de presas y remanentes plásticos en el contenido del estómago se realizó de acuerdo a los métodos propuestos por Cailliet (1977): Porcentaje de la Frecuencia de Aparición (%FA), se representa como el porcentaje de estómagos en los que se encuentra la presa con respecto al número total de estómagos revisados. El porcentaje numérico (%N) se determina a partir de la proporción del número de individuos de una

presa con respecto al total de presas en la muestra.

Resultados

Un total de 103 estómagos de calamares de la especie *L. diomedae* de 50 a 70 mm de LM fueron analizados. 26 estómagos estaban vacíos y en 77 se encontró restos de alimento, de estos, 40 estómagos (52%) presentaron basura antropogénica. Se identificaron cuatro grupos de alimento: peces, cefalópodos, huevos y crustáceos (Tabla I). Considerando los valores de %FA, los crustáceos fueron el grupo principal en la dieta de *L. diomedae* (%FA = 45.5), seguido de peces (%FA = 36.6). Respecto a la importancia numérica, 44.3% correspondió a los peces (Tabla I).

Las partículas antropogénicas presentaron un %FA de 51.9. Se observaron trozos de flotador como pieza única en cuatro de los 40 estómagos con restos de basura antropogénica (Fig. 2, Tabla I). El 51.9% de los estómagos revisados contenían al menos una partícula contaminante. Se identificaron un total de 445 partículas, la mayoría fueron fibras (94.4%) con una longitud de 0.2 a 5 mm; predominaron las fibras translúcidas (47%) y de color azul (22%) (Fig. 3).

Discusión

Los resultados de esta investigación describen por primera vez la presencia de basura antropogénica, principalmente fibras, en el contenido gástrico de *L. diomedae*, un calamar costero de pequeño tamaño. Estudios anteriores habían reportado restos de plásticos en el tracto digestivo del calamar oceánico *D. gigas* (Rosas-Luis 2016), así como en diversos tejidos de esta especie (Gong *et al.* 2021) y en calamares de profundidad (Ferrerira

Cuadro I. Resumen de los grupos presa encontrados en el contenido gástrico de *Lolliguncula diomedea*. Ne, número de estómagos; FA, frecuencia de aparición; N, importancia numérica.

Presas	Ne	%FA	%N
Peces	29	36.6	36.6
Crustáceos	35	45.5	45.5
Cefalópodos	10	12.9	12.9
Huevos	10	13	13
Basura Antropogénica			
Fibras	40	51.9	51.9
Fragmentos	10	12.9	12.9
Espuma	4	5.1	5.1

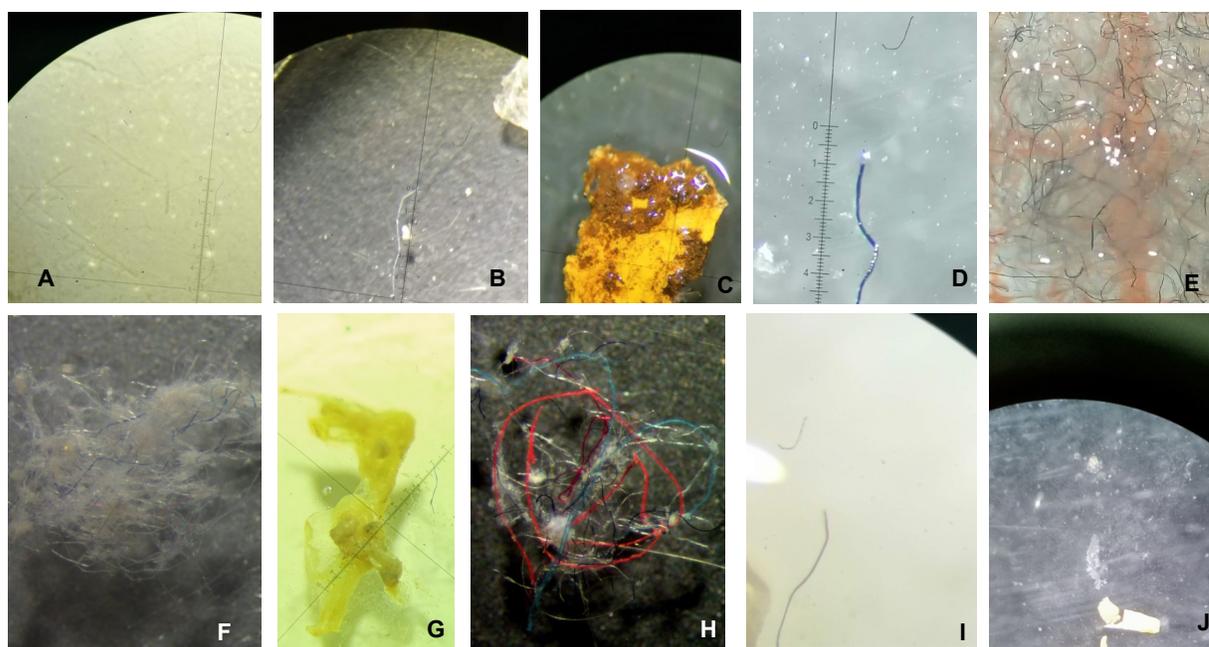


Figura 2. Ejemplos fotográficos de fibras y otra basura antropogénica encontradas en estómagos de *L. diomedea*. A, B, I, fibras translúcidas; D, azul; E, F, G aglomerado de fibras de diferentes colores; C y G, esponja; J, trozo de plástico.

et al. 2022). Una limitación del trabajo es un tamaño de muestra relativamente pequeño, no siendo posible separar por sexo y talla. Así, el presente estudio debe replicarse, utilizando más muestras para evaluar el alcance de la ingestión de fibras antropogénicas y microplásticos por parte de esta especie. Las fibras se encuentran confinadas en el sistema digestivo y se desconoce si pueden acceder a los tejidos

que son consumidos por los humanos (Oliveira *et al.* 2020). Por su parte Rosas-Luis (2016) menciona otros aspectos que necesitan discusión, ¿Cuánto tiempo necesita el estómago del calamar para evacuar el material plástico? y ¿Los residuos plásticos afectan la actividad alimentaria de los calamares?

La predominancia de fibras en el tracto digestivo de *L. diomedea* es consistente

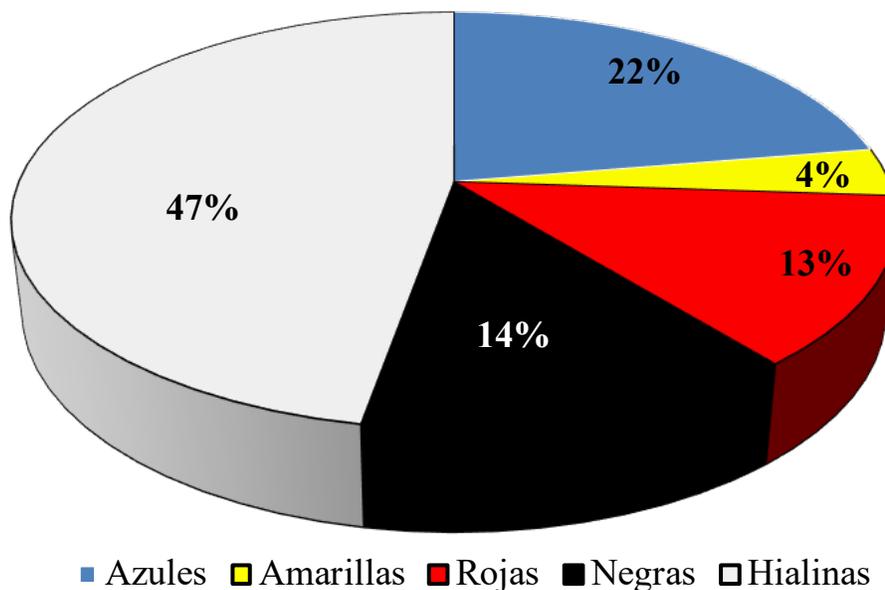


Figura 3. Distribución por color de fibras antropogénicas encontradas en estómagos de *Lolliguncula diomedea*.

con estudios previos en otros cefalópodos (Rosas-Luis 2016, Olveira *et al.* 2020; Gong *et al.* 2021; Ferrerira *et al.* 2022), así como lo reportado para peces demersales y pelágicos (Lusher *et al.* 2017). Las fibras pueden ingerirse adheridas a las presas (Olveira *et al.* 2020) o bien en el contenido estomacal de las mismas. Por otro lado, la comparación de los trozos de esponja presentes en cuatro estómagos, puede corresponder con el material de los flotadores utilizados en las artes de pesca, elaborados de multifilamento de polietileno. Por el tamaño de estas partículas se sugiere una ingesta directa por *L. diomedea* y no transferidas por las presas. La ingesta directa de restos de artes de pesca ha sido discutido para *D. gigas* (Rosas-Luis 2016).

Las fibras antropogénicas (Lahens *et al.* 2018) se refieren a las fibras sintéticas de origen petroquímico (poliéster, poliamida, polipropileno, etc.), a las fibras artificiales de celulosa (viscosa y rayón) y a las fibras naturales (algodón y lana), todas ellas utilizados en la industria textil y del vestido. Las fibras sintéticas y las artificiales

son omnipresentes en el medio ambiente marino y pueden transferirse a través de las redes tróficas (Carbery *et al.* 2018).

Se reconoce ampliamente que los cefalópodos desempeñan un papel crucial en muchos ecosistemas marinos, tanto como depredadores como presas (Boyle & 2005). En la zona de estudio, la presencia de fibras antropogénicas en el tracto digestivo de *L. diomedea* tiene implicaciones potenciales para el consumo por parte de sus depredadores (Ej. marlín, pez vela, dorado, atún, barrilete). La investigación experimental sobre la ingestión de microplásticos por parte de los peces indica varios efectos adversos, por ejemplo daño intestinal que reduce la alimentación, efectos en la reproducción, en la locomoción, en el desarrollo de embriones y larvas (Parton *et al.* 2020).

La presencia de basura antropogénica en el tracto digestivo de *L. diomedea* tiene un bajo porcentaje de aparición y no es comparable a otras especies derivadas de la pesca, como los peces (Ej. Rochman *et al.* 2014; Parton *et al.* 2020). Sin embargo,

a la fecha el papel de los microplásticos como vectores de contaminantes y sus efectos adversos sobre los cefalópodos no ha sido evaluado (Ferrerira *et al.* 2022). Considerando el papel ecológico de los cefalópodos y su importancia como recurso pesquero se necesita investigar si la contaminación por microplásticos reduce su actividad de natación y alimentación, así como los efectos durante el desarrollo de las crías.

Agradecimientos

A los pescadores de Puerto Ángel. A Ezequiel Rodríguez por su apoyo durante el trabajo de campo. Agradecemos los comentarios de los revisores y a la Editora. El financiamiento se obtuvo del proyecto UMAR: Cefalópodos y basura antropogénica (CUP: 2IR2101A).

Referencias

Alomar, C., F. Estrellas & S. Deudero. 2016. Microplastic in the Mediterranean Sea: deposition in coastal shallow sediments, spatial variation, and preferential grain size. *Marine Environmental Research* 115: 1-10.

Barnes, D., F. Galgani, R.C. Thompson & M. Barlaz 2009. Accumulation and fragmentation of plastic debris in global environments. *Philos Trans R Soc Lond B Biology Science* 364 (1526):1985-1998.

Boyle, P.R. & P. Rodhouse. 2005. *Cephalopods: ecology and fisheries.* Oxford: Blackwell Pub.

Bucci, K., M. Tlio & C.M. Rochman. 2020. What is known and unknown about the effects of plastic pollution: a meta-analysis and systematic review. *Ecological Applications* 30: e 02044.

Cailliet, G.M. 1977. Several approaches to the feeding ecology of fishes. In: Simenstad, C.A., Lipovsky, S.J. (eds.). *Fish Food Habits Studies.* 1st Pacific Northwest Technical Workshop Proceedings, Astoria, OR, October 13-15, 1976. Washington Sea Grant, Univ. of Washington, Seattle, WA, pp. 1-13

Carbery, M., W. O'Connor & P. Thavamani. 2018. Trophic transfer of microplastics and mixed contaminants in the marine food web and implications for human health. *Environment International* 115:

400e409.

Ferreira, G., A. Justino, L. Nolé, V. Lenoble, V. Fauvelle, N. Schmidt, T. Vaske, T. Frédou & F. Lucena-Frédou. 2022. Plastic in the inferno: Microplastic contamination in deep-sea cephalopods (*Vampyroteuthis infernalis* and *Abralia veranyi*) from the southwestern Atlantic. *Marine Pollution Bulletin* 174: 113309.

Frias, J.P., V. Otero, & P. Sobral. 2014. Evidence of microplastic in samples of zooplankton from Portuguese coastal waters. *Marine Environmental Research* 95: 89-95.

Gong, Y., Y. Wang, Ch. Ling, L. Yunkai, X. Chen & B. Liu. 2021. Microplastics in different tissues of a pelagic squid (*Dosidicus gigas*) in the northern Humboldt Current ecosystem. *Marine Pollution Bulletin* 169: 112509.

Guzmán-Intzin, H.A., M.C. Alejo-Plata, A. González-Acosta & S. León-Guzmán. 2020. Distribución, tallas y proporción sexual del calamar *Lolliguncula panamensis* del Golfo de Tehuantepec, México. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios* 7(1): e2484.

Hidalgo-Ruz, V. L. Gutow, R.C. Thompson & M. Thiel. 2012. Microplastics in the marine environment: a review of the methods used for identification and quantification, *Environmental Science Technology* 46: 3060-3075.

Jereb, P., M. Vecchione & C.F.E. Roper. 2010. Family Loliginidae. In Jereb PR, Roper CFE. (eds.). *Cephalopods of the World. An Annotated and Illustrated Catalogue of Species Known to Date.* Rome: FAO, pp. 38-117.

Lahens, L., E. Strady, T.C. Kieu-Le, R. Dris, K. Boukerma, E. Rinnert, J. Gaspéri, & B. Tassin. 2018. Macroplastic and microplastic contamination assessment of a tropical river (Saigon River, Vietnam) transversed by a developing megacity. *Environmental Pollution* 236: 661e671.

Lusher, A.L., N.A. Welden, P. Sobral & M. Cole. 2017. Sampling, isolating and identifying microplastics ingested by fish and invertebrates. *Analytical Methods* 9: 1346-1360.

Nelms, S.E., T.S. Galloway, B.J. Godley, D.S. Jarvis & P.K. Lindeque. 2018. Investigating microplastic trophic transfer in marine top predators. *Environmental Pollution* 238: 999-1007.

Oliveira, A., A. Sardinha-Silva, L.R. Andrews, D. Green, G.M. Cooke, S. Hall, K. Blackburn & A.V. Sykes. 2020. Microplastics presence in cultured and wild-caught cuttlefish, *Sepia officinalis*. *Marine*

Pollution Bulletin 160: 111553.

Ozturk, C.R. & I. Altinok. 2020. Interaction of Plastics with Marine Species. *Turkish Journal Fisheries and Aquatic Sciences* 20(8): 647-658.

Parton, K.J., B.J. Godley & D. Santillo. 2020. Investigating the presence of microplastics in demersal sharks of the North-East Atlantic. *Scientific Report* 10: 12204.

Remy, F., F. Collard, B. Gilbert, P. Compère, G. Eppe & G. Lepoint. 2015. When microplastic is not plastic: the ingestion of artificial cellulose fibers by macrofauna living in seagrass macrophyto-detritus. *Environmental Science Technology* 49: 11158-11166.

Rochman, C.M., R. Lewison, M. Eriksen, H. Allen, A. Cook & J. Teh. 2014. Polybrominated diphenyl ethers (PBDEs) in fish tissue may be an indicator of plastic contamination in marine habitats. *Science of the Total Environment* 477: 622-633.

Rodhouse, P.G. & C.M. Nigmatullin. 1996. Role as consumers. *Philosophical Transactions of the Royal Society* 351: 1003-1022.

Rodhouse, P.G.K., G.J. Pierce, O.C. Nichols & W.H. Sauer. 2014. Environmental effects on cephalopod population dynamics. *Advances in Marine Biology* 67: 99-233.

Roper, C. F., M.J. Sweeney & F.G. Hochberg. 1995. Cefalópodos. En: Fisher, W., Krupp, F., Schneider, W., Sommer, C., Carpenter, K. E. & Niem, V. H. (eds.). *Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca*. pp. 305-35. Roma: Pacífico Centro-Oriental FAO.

Rosas-Luis, R. 2016. Description of plastic remains found in the stomach contents of the jumbo squid *Dosidicus gigas* landed in Ecuador during 2014. *Marine Pollution Bulletin* 113: 302-305.

Song, Y.K., S.H. Hong, M. Jang, J.H. Kang, O.Y. Kwon, G.M. Han & W.J. Shim. 2014. Large accumulation of micro-sized synthetic polymer particles in the sea surface microlayer. *Environment Science Technology* 48: 9014-9021.