



DINÁMICA DE INGESTIÓN-EGESTIÓN Y PALATABILIDAD DE
MICROPLÁSTICOS CON/SIN BIOFILM EN MEDUSAS Y PÓLIPOS DE
AURELIA AURITA (LINNAEUS, 1758)

DINÁMICA DE INXESTIÓN-XESTIÓN E PALATABILIDADE DOS
MICROPLÁSTICOS CON/SEN BIOFILM EN MEDUSAS E POLIPOS DE
AURELIA AURITA (LINNAEUS, 1758)

INGESTION-EGESTION DYNAMICS AND PALATABILITY OF
MICROPLASTICS WITH/WITHOUT BIOFILM IN JELLYFISH AND
POLYPS OF *AURELIA AURITA* (LINNAEUS, 1758)

Nadia Bretón Ferrero

Junio 2022



DINÁMICA DE INGESTIÓN-EGESTIÓN Y PALATABILIDAD DE
MICROPLÁSTICOS CON/SIN BIOFILM EN MEDUSAS Y PÓLIPOS DE
AURELIA AURITA (LINNAEUS, 1758)

DINÁMICA DE INXESTIÓN-XESTIÓN E PALATABILIDADE DOS
MICROPLÁSTICOS CON/SEN BIOFILM EN MEDUSAS E POLIPOS DE
AURELIA AURITA (LINNAEUS, 1758)

INGESTION-EGESTION DYNAMICS AND PALATABILITY OF
MICROPLASTICS WITH/WITHOUT BIOFILM IN JELLYFISH AND
POLYPS OF *AURELIA AURITA* (LINNAEUS, 1758)

Nadia Bretón Ferrero

Facultad ciencias, Universidade Da Coruña
Empresa: Estación Científica Montgó-Dénia, Universidad de Alicante
Denia, Junio 2022

TUTORES

Dr. César Bordehore Fontanet, Universidad de Alicante
Dr. Luis Fernández Rodríguez, Universidade da Coruña



Digitally signed by
BORDEHORE
FONTANET CESAR -
52784140Z

RESUMEN

La ubicuidad de los microplásticos (MP) y el pequeño tamaño que presentan, los hace disponibles para una amplia gama de organismos marinos, entre ellos los cnidarios. Se ha llevado a cabo un estudio para comprobar la dinámica de ingestión-egestión y la palatabilidad de diferentes MP con y sin biofilm tanto en la fase pólipo como en la fase medusa de *Aurelia aurita*. Además, se ha realizado una verificación de si aquellas medusas de mayor tamaño captan y se introducen en la cavidad gástrica mayor cantidad de MP. Los resultados han revelado diferencias significativas en medusas a la hora de captar los MP con los tentáculos e introducirlos en la cavidad gástrica. Se ha obtenido un mayor porcentaje de fibras con biofilm que capta en los tentáculos, sin embargo, se introducen en la cavidad un mayor porcentaje de fibras sin biofilm. En relación a los pólipos, no se han obtenido diferencias significativas en cuanto a la palatabilidad de los diferentes MP. No se han hallado diferencias significativas en los tiempos medios de ingestión y egestión en medusas y pólipos. Finalmente, no se ha observado una correlación entre el número de MP que capta o se introduce en la cavidad gástricas y el diámetro de la umbrela de las medusas.

PALABRAS CLAVE

Microplástico, microfibra, microesfera, biofilm, medusa, pólipo, *Aurelia aurita*, ingestión, egestión, contaminación marina.

ABSTRACT

The ubiquity of microplastics (MP) and their small size makes them available to a wide range of marine organisms, including cnidarians. A study was carried out to test the ingestion-egestion dynamics and palatability of different MP with and without biofilm in both the polyp and medusa stages of *Aurelia aurita*. Also, the average time of ingestion and egestion of these polymers in both phases has been obtained. In addition, it has been verified whether larger jellyfish capture and enter the gastric cavity a greater amount of MP. The results have revealed significant differences in jellyfish when it comes to capturing MP with their tentacles and introducing them into the gastric cavity. A higher percentage of fibres with biofilm was obtained from the tentacles, but a higher percentage of fibres without biofilm were introduced into the cavity. With regard to polyps, no significant differences were found in the palatability of the different MPs. No significant differences were found in the mean ingestion and egestion times of jellyfish and polyps. Finally, no correlation was observed between the number of MPs taken up or introduced into the gastric cavity and the diameter of the jellyfish umbrella.

KEYWORDS

Microplastic, microfibre, microsphere, biofilm, jellyfish, polyp, *Aurelia aurita*, ingestion, egestión, marine pollution.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido elaborado en instalaciones de la Universidad de Alicante, en concreto en la Estación Científica Montgó-Dénia y ha contado con co-financiación del Ayuntamiento de Dénia y de la Generalitat Valenciana (Conselleria de Agricultura, Desarrollo Rural, Emergencia Climática y Transición Ecológica). También ha tenido co-financiación del proyecto "A comprehensive marine observatory in the coast of Marina Alta for the conservation of biodiversity, observtion of global change and promotion of the blue economy (OBSERMAR-CV ThinkinAzul) "

Agradecer a mis tutores César Bordehore, Luis Fernández y a Eva Fonfría por su ayuda, consejos y orientación para llevar a cabo este trabajo. Agradecer también al Oceanogràfic de Valencia por facilitarme las medusas utilizadas en el estudio. Y por último, y no menos importante, a mi familia por apoyarme siempre haga lo que haga.

Gracias.



Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante



GENERALITAT
VALENCIANA

Conselleria de Agricultura,
Desarrollo Rural, Emergencia
Climática y Transición Ecológica



AJUNTAMENT DE DÉNIA



ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	1
Cnidarios.....	4
Antecedentes del estudio de MP en cnidarios y ctenóforos.....	7
OBJETIVOS.....	10
MATERIAL Y MÉTODOS	10
Obtención de microplásticos con/sin biofilm	10
Mantenimiento de <i>A. aurita</i> en acuario.....	12
Determinación de la palatabilidad de microplásticos con/sin biofilm.....	13
Determinación del tiempo ingestión/egestión de microplásticos con/sin biofilm	15
Análisis estadístico	16
RESULTADOS	17
Determinación de la palatabilidad de microplásticos con/sin biofilm.....	17
Determinación del tiempo de ingestión/egestión de microplásticos con/sin biofilm .	20
Tamaño medusas vs número de MP	22
DISCUSIÓN.....	22
Determinación de la palatabilidad de microplásticos con/sin biofilm.....	22
Determinación del tiempo de ingestión/egestión de microplásticos con/sin biofilm .	25
Tamaño medusas vs número de MP	27
CONCLUSIÓN	27
BIBLIOGRAFÍA.....	28
ANEXO	36

INTRODUCCIÓN

Los plásticos son polímeros sintéticos cuya fabricación comenzó en el año 1950 (GESAMP, 2015). Su durabilidad, excelente aislamiento térmico y eléctrico junto con su capacidad de moldearse en diversas formas, ha hecho que su producción se incremente en los últimos 70 años (Dris et al., 2015). Aproximadamente, hasta finales de 2019 se fabricaron un total de 368 millones de toneladas de residuos plásticos (Figura 1) de los cuales, el 9% fueron reciclados mientras que el 79% se encuentran en vertederos o en el medio natural. Además, si se mantienen las tendencias actuales de consumo de plástico, se estima que para 2050 un total de 12.000 toneladas de estos residuos se encontrarán en vertederos o en el medio ambiente (Geyer et al., 2017).

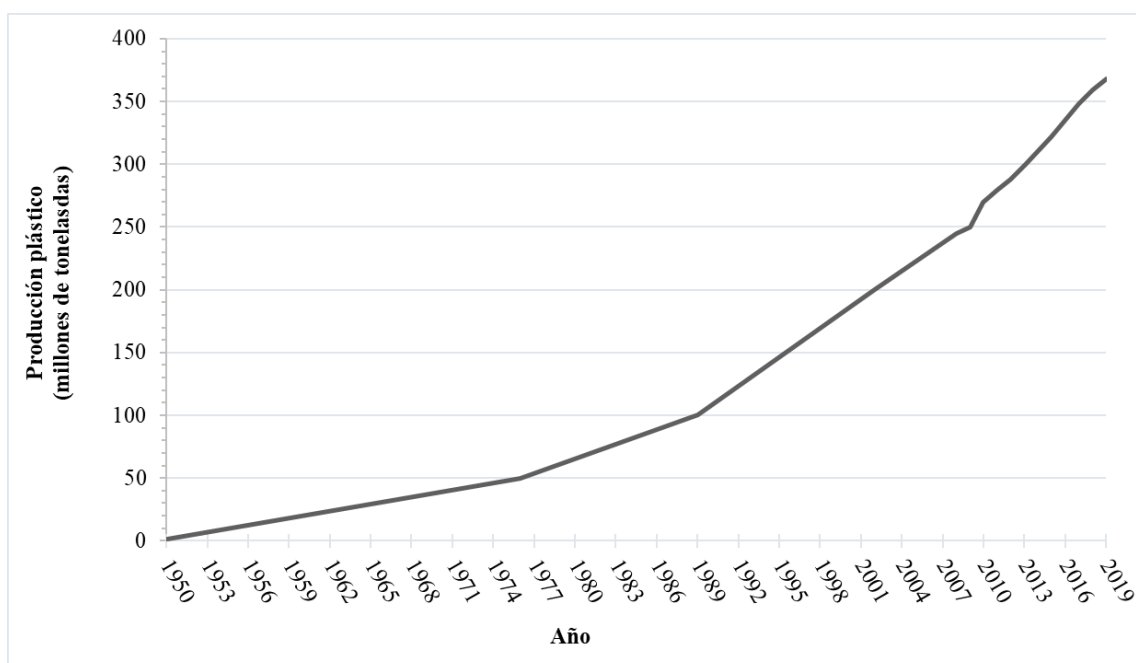


Figura 1. Gráfico de la producción mundial de plástico desde 1950 a 2019 (elaboración propia basada en los datos de Díaz (2020)).

De entre los plásticos más utilizados, se encuentran el polietileno (36% PE), polipropileno (21% PP), cloruro de polivinilo (12% PVC), poliestireno (<10% PS) y el tereftalato de polietileno (<10% PET) representando el 90% de la producción total (Geyer et al., 2017). Además, la actual pandemia de COVID-19, ha hecho que aumente la demanda de productos plásticos para la protección de la población en un 40%, llegando a generar un 370% más de dicho polímero en China únicamente en el 2020 (Klemeš et al., 2020).

Se estima que alrededor de 5,25 trillones de partículas de plástico flotan en el océano (Eriksen et al., 2014). Además, los ríos arrastran en torno al 88-95% de los plásticos hallados en los ecosistemas marinos (Kershaw, 2015). Asimismo, las plantas de tratamientos de aguas residuales se han postulado como la mayor fuente de microplásticos del medio acuático (Bretas et al., 2020). Cabe destacar que la presencia de residuos plásticos se ha reportado tanto en entornos terrestres como en las costas de las islas más remotas, desde el océano abierto hasta las grandes profundidades e incluso en la columna de agua (Barnes et al., 2009), donde la abundancia de los mismos depende de factores ambientales como las mareas, corrientes, frentes de olas y vientos (Choy et al., 2019).

Los microplásticos (MP) son aquellos polímeros sintéticos que presentan un tamaño menor a 5 mm. Los hay primarios, aquellos que han sido diseñados como tales, con el fin de ser utilizados en productos cosméticos (microesferas), en textiles (microfibras) etc. (EFSA, 2016), siendo este último, el tipo de MP dominante tanto en aguas residuales (Bretas et al., 2020) como en el medio marino (Barrows et al., 2018). Por otro lado se encuentran los MP secundarios, resultado de la degradación por procesos químicos, físicos o biológicos de plásticos de mayor tamaño (Milisenda et al., 2014). En cuanto a la palatabilidad de los MP, los hay vírgenes frente a los envejecidos, que son aquellos que presentan un biofilm formado por microorganismos como microalgas, bacterias y hongos (Oberbeckmann et al., 2015). Varios estudios han demostrado que el biofilm aumenta la palatabilidad de los MP debido a que emiten una serie de sustancias químicas que aumentan la respuesta del consumidor para captar dicho polímero (Vroom et al., 2017; Sucharitakul et al., 2021a). Atendiendo a la ingestión, existen dos vías. La vía directa, aquella en la cual el organismo toma el MP directamente del medio ya sea por confusión con su presa habitual, filtración etc. Y la vía indirecta, aquella en la que se toma el MP a través de la cadena trófica es decir, ingiriendo una presa que lo contenga en su interior (Sucharitakul et al., 2021a).

Dada la ubicuidad de los MP y el pequeño tamaño que presentan, están disponibles para una amplia gama de organismos marinos desde el zooplancton (Bergami et al., 2016; Cole et al., 2015), pasando por otros invertebrados marinos (Murray & Cowie, 2011; Fang et al., 2018) hasta peces (Romeo et al., 2015; Anastasopoulou et al., 2013), aves (Van Franeker et al., 2011; Amélineau et al., 2016) y grandes mamíferos (Baini et al., 2017; Lusher et al., 2015), con la posibilidad de que sean transferidos a lo largo de la

cadena trófica dando lugar a la bioacumulación. Diversos autores han realizado estudios en laboratorio que confirman la transferencia trófica entre organismos planctónicos, más concretamente desde el mesozooplancton al macrozooplancton (Setälä et al., 2014), entre el mejillón (*Mytilus edulis*) y el cangrejo verde europeo (*Carcinus maenas*) (Farrell & Nelson, 2013) o entre la larva nauplii de *Artemia sp.* y el pez cebra (*Danio rerio*) (Batel et al., 2016). Por otro lado, Nelms et al. (2018) analizaron la transferencia trófica en focas grises cautivas (*Halichoerus grypus*) y en la caballa atlántica (*Scomber scombrus*) capturada en libertad mediante el análisis de sus excrementos y contenidos estomacales. Atendiendo a las medusas, hasta la fecha de hoy, solo se han publicado dos estudios sobre transferencia trófica entre el copépodo *Tigriopus fulvus* y la medusa luna *Aurelia sp.* (Costa et al., 2020b) o entre *Artemia sp.* y *Aurelia coerulea* (Sucharitakul et al., 2021a), llegando a la conclusión que hay una mayor ingestión de MP por vía indirecta.

Se han investigado los efectos que estos MP pueden causar en la salud de los organismos tanto a nivel físico como químico. Sin embargo, los impactos de la ingestión de los mismos pueden variar desde causar efectos adversos a ser egestados sin producir daño alguno. Así pues, pueden bloquear el tracto digestivo (Cole et al., 2011), dar una sensación de falsa saciedad (Rochman et al., 2013a), agotar las reservas de energía (Wright et al., 2013) o reducir la masa corporal (Welden & Cowie, 2016). Además, Bringer et al. (2020) observaron un deterioro en la capacidad natatoria de larvas de ostras e incluso se ha visto un crecimiento retardado y la muerte de embriones de peces expuestos a tres concentraciones diferentes de MP, tanto de PE como de PP, recolectados en tres islas de Pacífico (Pannetier et al., 2020). No obstante, no se registraron daños en los tejidos gastrointestinales del pez *Sparus aurata* (Jovanović et al., 2018) ni en las larvas del erizo de mar *Tripneustes gratilla*, que egestaron los MP a las 7 h de su ingestión (Kaposi et al., 2014).

Asimismo, los efectos tóxicos pueden estar provocados por los aditivos propios de los plásticos, como el nonilfenol (NP), el bisfenol A (BPA), los polibromodifenil éteres (PBDE) y los ftalatos, señalados en grandes concentraciones en los plásticos del medio marino (Koelmans et al., 2015). Por otro lado, estos polímeros se pueden comportar tanto como fuente como de sumidero de sustancias químicas presentes en el agua. Principalmente adsorben compuestos orgánicos hidrofóbicos (PCBs, PAHs y pesticidas organoclorados) (Rochman et al., 2013b; O'Connor et al., 2016; Lee et al., 2014) pero

también metales pesados como el Cd, Ni, Zn y Pb, entre otros, colocados en la lista de contaminantes prioritarios según la US EPA por poseer las características de bioacumulable, persistente y tóxico (Rochman et al., 2014; Turner, 2016). Además, Rochman et al. (2014) señalaron que tras 12 meses de exposición de los plásticos a las concentraciones de metales pesados presentes en la Bahía de San Diego, estos no mostraron signos de saturación indicando que pueden acumular grandes cantidades de metales pesados cuanto más tiempo estén presentes en el medio marino. Dicho lo cual, se han reportado varios efectos de estos contaminantes en los organismos marinos, como por ejemplo, perturbación endocrina en el caracol carnero (*Marisa cornuarietis*) (Teuten et al., 2009), alteraciones del sistema inmunitario, neurotoxicidad y genotoxicidad en el mejillón mediterráneo (*Mytilus galloprovincialis*) (Pittura et al., 2018), modificación de la actividad enzimática, inducción de estrés oxidativo e incluso mortalidad en el gusano de arena (*Arenicola marina*) (Browne et al., 2013). También se ha visto que los metales pesados alteran la homeostasis de las medusas, por lo que la capacidad de descarga de sus nematocistos junto con la eficacia de las toxinas del veneno se ven alteradas comprometiendo así, la supervivencia de los cnidarios (Morabito et al., 2014).

Cnidarios

Los cnidarios son un filo de organismos que habitan en ambientes acuáticos con predominancia en los ecosistemas marinos. Se caracterizan por poseer nematocistos (cápsulas urticantes) en las células peculiares de este filo, llamadas nematocitos. La mayoría de ellos presenta un ciclo de vida con dos fases: fase pólipo y fase medusa. No obstante, la predominancia de cada una de ellas depende de la clase a la que pertenezca como ocurre con los Antozoos, los cuales, sólo presentan fase pólipo (Lyons, 1973). Inicialmente, los gametos son liberados por las medusas sexualmente maduras. Los huevos fecundados se convierten en larvas planas, móviles y de corta duración que se asientan en sustratos duros donde metamorfosean en escifistomas sésiles. Los escifistomas pueden aumentar su abundancia mediante la formación asexual de podocistos. Finalmente, las medusas jóvenes (éfiras) se producen y se liberan en la columna de agua por estrobilación (Figura 2).

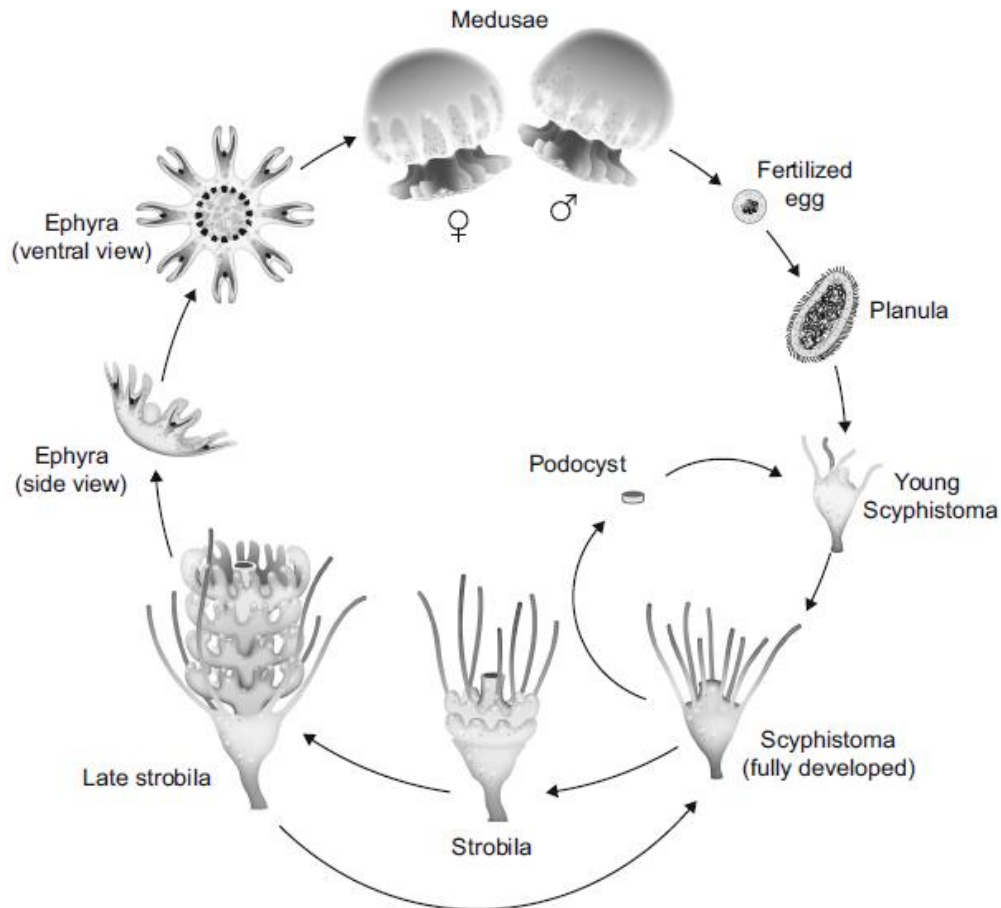


Figura 2. Esquema del ciclo de vida de un cnidario. Imagen tomada de Brotz et al., 2017.

Las medusas forman parte del llamado plancton gelatinoso. Son organismos que fluctúan sus poblaciones en función del clima del medio marino e incluso, se benefician de las interacciones con los humanos. Sus peculiares ciclos de vida proporcionan a su abundancia variabilidad temporal y espacial, lo que les permite alcanzar su punto máximo dando lugar a las llamadas floraciones o *blooms* de medusas (Brotz et al., 2012). Un ejemplo de ello es la existencia de pólipos que pueden dar lugar a quistes latentes capaces de subsistir a condiciones adversas. Esto les permite sobrevivir a situaciones desfavorables y reproducirse cuando las condiciones sean favorables (Arai, 2009). El calentamiento global, la sobrepesca, la eutrofización, la hipoxia, los cambios en la biodiversidad, la acidificación de los océanos etc., han hecho que en los últimos años se produzca un aumento de los *blooms* de medusas (Killi & Mariottini, 2018; Dong et al., 2010; Brotz et al., 2012; Boero, 2013). Se ha visto que las temperaturas cálidas favorecen la reproducción de estos organismos (Purcell et al., 2007) y dado que se trata de especies oportunistas, son menos sensibles a la hipoxia (Vaquer-Sunyer & Duarte, 2008). Asimismo, la eutrofización aumenta la turbidez de las aguas y dado que sus

competidores directos (peces) son depredadores visuales, las medusas se ven favorecidas a la hora de consumir el zooplancton (Aksnes et al., 2009). Además, la sobrepesca elimina la competencia por las presas reduciendo así, la presión que ejercen los peces sobre estos organismos gelatinosos (Killi & Mariottini, 2018; Boero, 2013).

El auge de las poblaciones de medusas tiene sus efectos adversos, como en el caso del descenso de las poblaciones de zooplancton y de peces, ya que depredan tanto sus huevos como sus larvas. Además, las actividades de pesca se ven afectadas con la destrucción de las redes y las pérdidas económicas que estas producen. Igualmente, tienen un impacto negativo en el turismo y en la salud humana. No obstante, las medusas tienen su importancia en los ecosistemas marinos como competidores de peces, sustrato, refugio y comida para otras especies (Killi & Mariottini, 2018). Ha sido y es preferencia en las dietas de países como Tailandia, Indonesia, Malasia, Las Filipinas, Japón y China, siendo en este último, un alimento importante desde hace cientos de años debido a su alto valor proteico y bajo valor calórico (Brotz et al., 2012; Killi & Mariottini, 2018; Hsieh et al., 2001). De igual manera existen diversos artículos sobre la aplicación de las actividades citotóxicas y citolíticas que presenta el veneno de estos organismos, sobre el tratamiento contra el cáncer (Miyazato et al., 2016; Ishii et al., 2016)

Otro de los efectos del auge de las poblaciones de estos organismos gelatinosos y los *blooms* de los mismos es la formación de las llamadas *jelly-falls*. La reproducción masiva de las medusas y la gran velocidad de hundimiento que presentan sus cadáveres dan lugar a estas características cascadas (Sweetman & Chapman, 2015).

Existen varios estudios que reportan la presencia de *jelly-falls*. Sweetman & Chapman (2011) observaron por primera vez la caída de medusas al fondo marino de aguas profundas de un fiordo en Noruega. De igual manera en 2015 se cuantificó por primera vez la tasa de flujo de cadáveres de medusas obteniendo un equivalente al 96-106% del flujo total de C y N que llega al fondo, lo que indica que el zooplancton gelatinoso puede proporcionar una gran fuente de C y N para los fondos marinos (Sweetman & Chapman, 2015). Yamamoto et al. (2008) mediante un sistema de monitorización de vídeo observaron el hundimiento de medusas muertas al fondo del mar añadiendo además, que estos cadáveres fueron consumidos en mayor medida por los carroñeros bentónicos que por bacterias descomponedoras. Dichos resultados coinciden con los

obtenidos por Sweetman et al. (2014) donde demostraron que la energía contenida en el zooplancton gelatinoso puede incorporarse eficazmente a un gran número de carroñeros de aguas profundas y a las redes tróficas reduciendo así, la asfixia del fondo marino por el aumento de la presencia de medusas en dichos ecosistemas.

No obstante, atendiendo a la elevada presencia de MP en el medio marino y a la ingestión de estos por parte de las medusas (Rapp et al., 2021; Awuor et al., 2021), estas *jelly-falls* podrían convertirse en una nueva fuente de entrada de MP en la cadena trófica, principalmente a través de la vía detritívora, generando una posible transferencia trófica pudiendo formar bioacumulación. Además, las propias medusas pueden ser depredadas por varias especies como el pez luna (*Mola mola*), la tortuga *Dermochelys coriácea* (Hays et al., 2018) e incluso formar parte de la dieta del atún rojo (*Thunnus thynnus*), el *Euthynnus alletteratus*, el marlín del Mediterráneo (*Tetrapturus belone*) o el pez espada (*Xiphias gladius*) (Cardona et al., 2012) haciendo que sus depredadores sean más susceptibles a la ingestión de MP.

Antecedentes del estudio de MP en cnidarios y ctenóforos

Tras realizar una búsqueda exhaustiva introduciendo las palabras clave (*"Jellyfish" OR "Scyphozoa" OR "Cubozoa" OR "Hydrozoa" OR "Staurozoa" OR "Anthozoa" OR "Ctenophora" AND "microplastic" NOT "Coral"*) en las bases de datos *Google Scholar*, *Scopus*, *Web of science* y *Pubmed*, se han encontrado un total de 26 publicaciones sobre estos organismos y los MP. En la figura 3, se puede observar una tendencia, general, ascendente durante un periodo de 5 años, con valores máximos en los años 2020 y 2021.

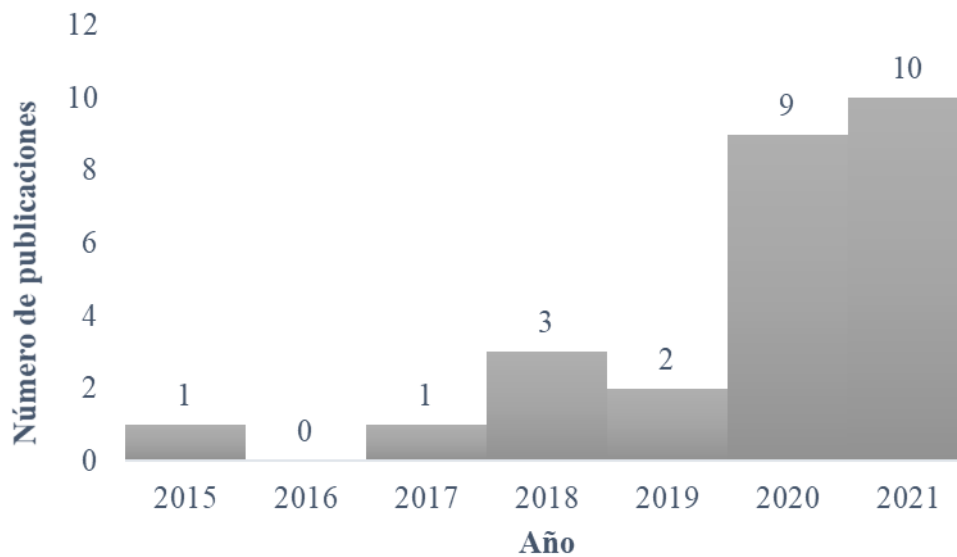


Figura 3. Gráfico del número de publicaciones sobre cnidarios, ctenóforos y MP a lo largo de los años.

El primer estudio comenzó en el año 2015 donde Patwa et al. (2015) experimentaron la utilización del mucus de las medusas *Aurelia aurita*, *Pelagia noctiluca* y el ctenóforo *Mnemiopsis leidyi* para descontaminar de nanopartículas (entre ellas MP) las aguas residuales. Dicho artículo coincide con los publicados por Freeman et al., (2020) y Lengar et al. (2021) donde indican que el mucus de organismos gelatinosos es un eficiente captador de MP en suspensión.

En 2017, Sun et al. (2017) advirtieron por primera vez la ingestión de MP por parte de cinco grupos naturales de zooplancton (copépodos, caetognatos, medusas y larvas de peces) en el mar de China. Asimismo, la primera detección de desechos plásticos en la cavidad gastrovascular de la medusa más abundante del Mar Mediterráneo (*P. noctiluca*), fue llevada a cabo por Macali et al. (2018). No obstante, se trataban de macroplásticos de un tamaño mayor a 1 cm. Fue en 2018 también, cuando los nuevos enfoques utilizados (análisis de isótopos estables de los tejidos de los depredadores, las cámaras colocadas en los organismos y el análisis de ADN de muestras fecales e intestinales) para examinar las dietas de los depredadores, revelaron que a pesar de su baja densidad energética, estos organismos gelatinosos pueden ser ingeridos por una gran variedad de depredadores (como peces, aves, tortugas y diversos invertebrados incluyendo pulpos, pepinos de mar, cangrejos y anfípodos) debido a su fácil captura, rápida digestión y la posibilidad de seleccionar sus componentes más ricos en energía, dándoles un rol importante en las redes tróficas marinas. Todo ello podría hacer más susceptibles a ingerir MP por parte de los depredadores (Hays et al., 2018).

En 2019, tanto Alcazo et al. (2019) como Avio et al. (2019) reportaron la presencia de MP en la cavidad gastrovascular de *Pelagia physalis* y *P. noctiluca* entre otros. Por otro lado, Alcazo et al. (2019) y Sucharitakul et al. (2020) realizaron estudios sobre la tasa de ingestión y egestión de estos polímeros en *A. aurita*.

Debido a la dinámica espacio temporal que presentan las medusas, Macali & Bergami, (2020) propusieron utilizarlas como organismos bioindicadores, dada su capacidad de captar tanto macro como microplásticos reflejando su distribución. No obstante el estudio llevado a cabo por (Sucharitakul et al. (2021b) con *Chrysaora pentastoma*, demostró que los MP que contenían estos organismos no reflejaban aquellos disponibles en la columna de agua. Por otro lado, Templeman et al., (2021) propusieron la utilización de *Cassiopea spp.* para la biomonitorización de metales pesados, PAH, pesticidas, plásticos (MP), entre otros, debido a su capacidad de acumular amplios gradientes de contaminantes medibles y utilizables durante días o semanas, lo que las hace ideales para detectarlos en un corto periodo de tiempo.

Los efectos tóxicos que ocasionan los MP sobre estos organismos son dispares. Mientras que unos muestran cierta inmovilidad, inhibición de la natación o efectos en la frecuencia de pulsaciones en *Aurelia sp.*, (Morgana et al., 2020; Cormier et al., 2021), otros no observan daño alguno en la tasa de respiración, frecuencia de pulsaciones, inmovilidad o histopatología (Sucharitakul et al., 2020; Costa et al., 2020b). Asimismo, Costa et al., (2020a) vieron efectos de la exposición a MP en la inmovilidad y frecuencia de pulsaciones, no obstante, al cabo de 24-72 h los ejemplares de *A. aurita* se recuperaron. Otros efectos tóxicos también se han visto reflejados en fase pólipo y en éfiras del hidrozoo *Sanderia malayensis* expuesto a elevadas concentraciones de microesferas de poliestireno. Por ejemplo, Eom et al., (2021) percibieron una reducción significativa de la reproducción asexual de los pólipos y una ausencia de descargas de los nematocistos. De igual manera, Murphy & Quinn, (2018) llevaron a cabo un estudio con el cnidario de agua dulce *Hydra attenuata*. Exponiendo a dicho organismo a diferentes concentraciones de microplásticos extraídos de un producto comercial para el lavado de cara, observaron reducciones significativas en la alimentación junto con cambios morfológicos no letales. Además, destacaron que aquellos individuos que ingerían MP eran capaces de llenarse la cavidad gástrica de dicho polímero.

Tanto en 2020 como en 2021 se reportó la presencia de MP en diferentes especies de medusas (*Cassiopea xamachana*, *Crambionella orsini*, *P. noctiluca*, *Cyanea capillata*, *C. lamarckii*, *A. aurita* y *Cosmetira pilosella*) y ctenóforos (*Beroe cucumis* y *Pleurobrachia bachei*) (Iloff et al., 2020; Awuor et al., 2021; Rapp et al., 2021; Albano et al., 2021; Devereux et al., 2021), junto con evidencias de transferencia trófica de MP (Costa et al., 2020b; Sucharitakul et al., 2021a). De igual manera, Morais et al. (2020) observaron por primera vez la ingestión de MP en la anémona *Bunodosoma cangicum*, la especie de actinia más abundante de la costa amazónica. Finalmente, la ingestión de plásticos por parte de la anémona *Bunodactis reynaudi* fue publicada por Weideman et al. (2020), donde además demostraron que las biopelículas mejoran la palatabilidad de los plásticos haciéndolos más susceptibles a su captura

OBJETIVOS

Los objetivos principales de este estudio son:

- Comprobar la palatabilidad de diferentes MP con y sin biofilm tanto en fase medusa como en fase pólipo de la especie *Aurelia aurita* (Linnaeus, 1758) con el fin de discernir si existe un comportamiento diferencial entre ellos.
- Obtener el tiempo medio de ingestión y egestión de MP tanto en fase medusa como en fase pólipo de *A. aurita* con el fin de verificar si se trata de buenos indicadores de la distribución de los MP en la columna de agua, además de si los acumulan y son capaces de digerirlos.
- Verificar si aquellas medusas de mayor tamaño captan y se introducen en la cavidad gástrica mayor cantidad de MP vírgenes y envejecidos.

MATERIAL Y MÉTODOS

Obtención de microplásticos con/sin biofilm

Para la realización de este estudio se utilizaron microfibras de poliéster, dado que se trata de uno de los polímeros más comunes a nivel mundial (Shim et al., 2018). De la marca Gütermann creativ (<http://www.guetermann.com/>) se obtuvieron fibras de 0,2 mm diámetro amarillas, naranjas, verdes y rosas (Figura 4). Se eligieron colores llamativos con la finalidad de que pudieran ser observados tanto en los tentáculos como

dentro de la cavidad gástrica de las medusas. Posteriormente, se cortaron pequeños fragmentos de 2-4 mm bajo la lupa dando lugar a las microfibras.



Figura 4. Fibras de Gütermann creativ

Dado el pequeño tamaño de los pólipos y la dificultad de crear microfibras de menor tamaño, se decidió emplear microesferas de polietileno (PE) naranjas fluorescentes (Figura 5) (densidad $1,04 \text{ g/c}^3$; diámetro 180-212 μm ; excitación/emisión 577/606 nm), obtenidas de Cospheric (CA, USA) (<https://www.cospheric.com/>). Además, únicamente se pudo utilizar un color de microesferas debido al elevado coste que presentaban. Para la elección de este tipo de MP, se llevó a cabo una revisión de los artículos relacionados con el estudio a realizar. Posteriormente, se elaboró una tabla con los tipos, características y lugar donde se habían obtenido los MP utilizados (Anexo, Tabla 1) junto con los métodos empleados para su cuantificación (Anexo, Tabla 2). Finalmente se seleccionó el tipo de polímero más usado con un método de cuantificación sencillo y disponible en el menor tiempo posible.

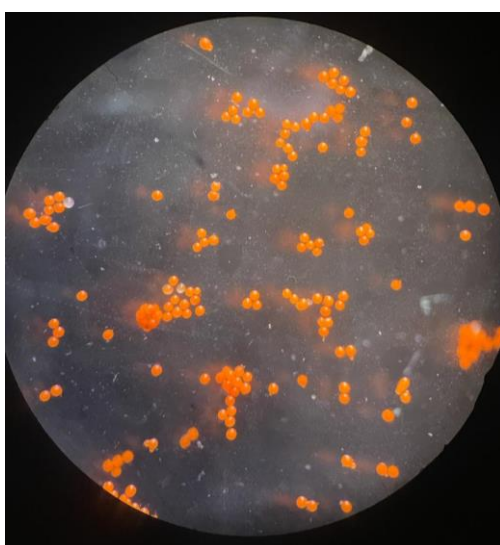


Figura 5. Microesferas de polietileno observadas bajo la lupa (2 aumentos).

Una vez obtenidos dichos polímeros, las microfibras introducidas en redes de 500 μm y las microesferas en una de 20 μm se colocaron en un acuario rectangular (30x20,5x18,5 cm) con agua salada natural (salinidad 38-40 ppt; temperatura 14-16°C) y aireación hasta quedar completamente sumergidas. Cada tres días se procedía al cambio de agua la cual, era tomada directamente del mar y filtrada a 500 μm . Siguiendo lo realizado por Michels et al. (2018) y Sucharitakul et al. (2021a), los MP se expusieron a un fotoperiodo 12/12 h luz natural/oscuridad durante aproximadamente 7 semanas (hasta el comienzo de la experimentación) con el fin de que se produjera la formación de biofilm en la superficie de los polímeros. El resto de MP se mantuvieron en seco dando lugar a los llamados plásticos vírgenes (sin biofilm).

Mantenimiento de *A. aurita* en acuario

La denominada medusa luna (*A. aurita*), utilizada en este estudio, pertenece a la clase Scyphozoa y es la medusa más común de las aguas costeras en todo el mundo (cosmopolita), desde zonas subtropicales, templadas e incluso boreales (Dong, 2018). Forman grandes *blooms* en muchas áreas costeras desde Japón, China, Corea, Dinamarca, Inglaterra, Australia, EEUU etc. (Dong et al., 2010; Dong, 2018).

Oscilan en la profundidad correspondiente a la zona epipelágica y mesopelágica. Presentan umbrela en forma de plato con un color transparente, donde se observan 4 órganos reproductores de color púrpura-violeta en forma de herradura. Alrededor de la misma se encuentran numerosos tentáculos marginales cortos y 4 brazos orales largos. Se reproduce tanto sexual como asexualmente presentando un ciclo de vida de 2 fases (Figura 6), como el nombrado anteriormente. Dado que son animales carnívoros, se alimentan de organismos de pequeño tamaño desde el plancton, copépodos, moluscos, huevos de peces e incluso de medusas más pequeñas (Tombs, 2020).



Figura 6. A la izquierda fase medusa de *A. aurita* (© Dante Alighieri; CC BY-SA 2.0); a la derecha fase pólipo de *A. aurita*.

Un total de 100 medusas y una placa de pólipos de *A. aurita* fueron obtenidos del Oceanográfico de Valencia. Para el mejor cuidado y mantenimiento de las medusas, se crearon kreisels manuales a partir de acuarios rectangulares (Figura 7). Se colocaron en tres de ellos; uno de dimensiones 60x31x30 cm y dos de 30x35x30 cm, con agua salada natural (salinidad 38-40 ppt; temperatura 17,5-19,5°C) y aireación. Por otro lado, la placa de pólipos se introdujo en un acuario rectangular de 17x31x24 cm con agua salada natural (salinidad 34-36 ppt; temperatura 18-19,5°C), además de aireación. Cada tres días, se procedía al cambio de agua la cual, era tomada directamente del mar, filtrada a 5 µm y calentada.

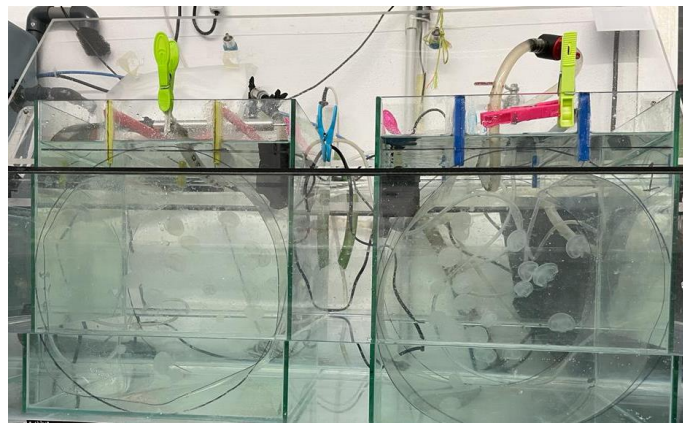


Figura 7. Medusas de *A. aurita* en kreisels manuales.

Tanto medusas como pólipos eran alimentadas tres veces al día con pequeñas tomas de nauplios de *Artemia salina*. No obstante, cuando la eclosión de las artemias no se daba, se les alimentaba con rotíferos congelados.

Determinación de la palatabilidad de microplásticos con/sin biofilm

Dado que *A. aurita* procedía de los acuarios del Oceanográfico de Valencia y se les mantuvo en las condiciones más similares posibles en el laboratorio, únicamente se les dejó una noche para su aclimatación antes del comienzo del estudio. Además, previo a realizar la experimentación, se les mantuvo un mínimo de 4 horas sin comer para que vaciaran su cavidad gástrica atendiendo a lo realizado por Sucharitakul et al. (2020). Para ello se le daba la última toma de artemia o rotíferos a las 21:00 y se comenzaba la experimentación a las 9:00 del día siguiente.

La comprobación de la palatabilidad de los MP en medusas se realizó con un total de 66 ejemplares, dado que muchas murieron por problemas con la aireación de los acuarios. Para ello se colocaron diariamente 4 individuos de *A. aurita* en un acuario rectangular (14,5x17x25,3) con agua salada natural (salinidad 38-40 ppt; temperatura 17,5-19,5°C) y aireación. Cada tres días se procedía al cambio de agua siguiendo el mismo procedimiento anterior. Una vez introducidas en el acuario de experimentación, se llevaba a cabo la medición del diámetro de las umbrelas utilizando un pie de rey (Figura 8). Posteriormente, se colocaba aleatoria e individualmente, con una pipeta Pasteur, 10 MP con y 10 MP sin biofilm (microfibras 2-4 mm) de un mismo color en los tentáculos de un individuo de *A. aurita* (Figura 9) y se anotaba las veces que los cogía (Figura 10) frente a las que no. Este procedimiento era repetido en cada una de las medusas pero modificando el color de la microfibra. El experimento se realizó durante un total de 4 semanas.



Figura 8. Medición, con un pie de rey, del diámetro de la umbrela de una medusa de *A. aurita*.



Figura 9. Colocación, con una pipeta Pasteur, de una microfibra rosa en los tentáculos de una medusa de *A. aurita*



Figura 10. Medusa de *A. aurita* con una microfibra amarilla en sus tentáculos.

Para los pólipos se utilizaron las microesferas naranjas fluorescentes (diámetro 180-212 μm). La placa con los pólipos se colocó en un recipiente transparente de 15x22x9 cm únicamente con agua salada natural (salinidad 34-36 ppt; temperatura 18-19,5°C) y siguiendo el mismo procedimiento anterior a la hora de cambiar el agua. Con la placa de pólipos bajo la lupa (1 aumentos) se colocaba aleatoriamente, con unas pinzas, 10 MP con y 10 MP sin biofilm en los tentáculos de los individuos (Figura 11) y se anotaba las veces que los cogía (Figura 12) frente a las que no. Dado la gran cantidad de pólipos que contenía la placa y la dificultad de tomarlos como individuos independientes, se experimentaba diariamente con todos aquellos contenidos en el área que abarcaba los oculares de la lupa. Este procedimiento fue repetido hasta haber cubierto toda la superficie de la placa por ambos lados, durante un total de 3 semanas.

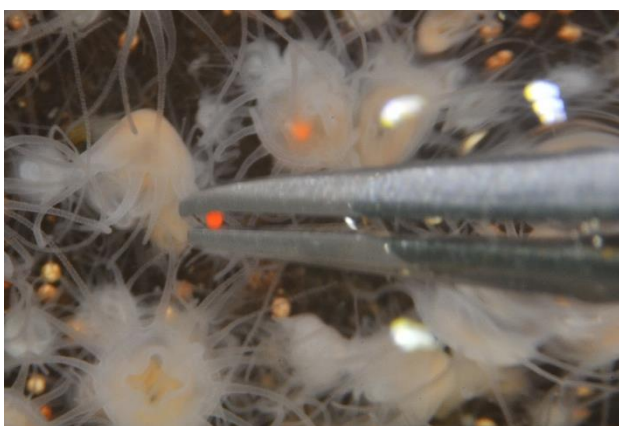


Figura 11. Colocación, con una pinza, de una microesfera naranja en los tentáculos de un pólipo de *A. aurita*.



Figura 12. Pólipo de *A. aurita* con una microesfera naranja en sus tentáculos.

Determinación del tiempo ingestión/egestión de microplásticos con/sin biofilm

Continuando con el experimento anterior, una vez que, tanto el pólipo como la medusa, cogían el MP con/sin biofilm, se anotaba la hora a la que captaban el polímero y la hora a la que lo soltaban obteniendo así, el tiempo medio que mantenían el MP enganchado en los tentáculos (Figura 13). En el caso de que se lo introdujeran dentro de la cavidad gástrica (Figura 14), se apuntaba la hora a la que se lo introducía y la hora a la que el plástico volvía a flotar en el agua obteniendo así, el tiempo medio de ingestión (desde que lo capta en el tentáculo hasta que se lo introduce en la cavidad gástrica) y el tiempo medio de egestión (desde que se lo introduce en la cavidad gástrica hasta que lo expulsa de nuevo al agua)

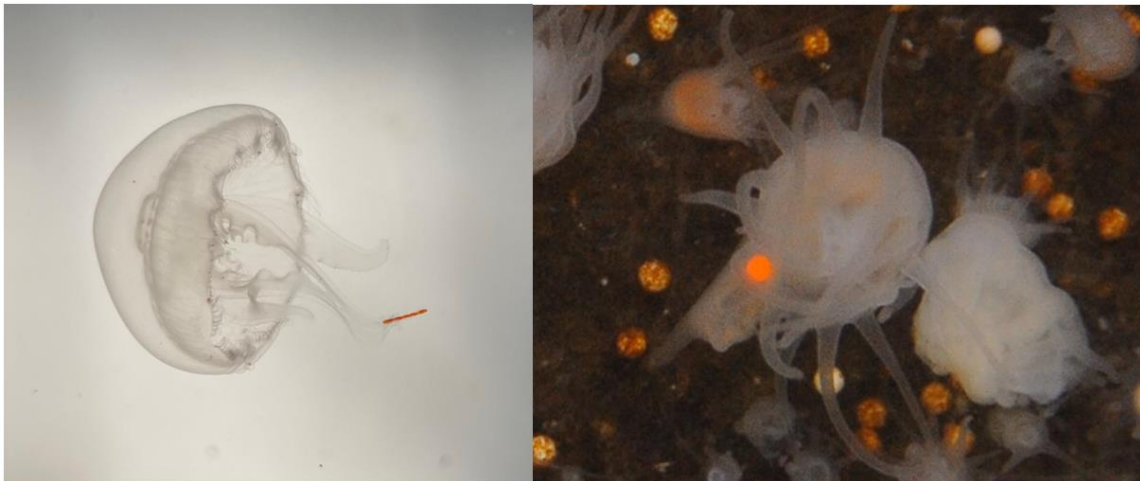


Figura 13. A la izquierda medusa de *A. aurita* con microfibra naranja en sus tentáculos; a la derecha pólipo de *A. aurita* con microesfera naranja en sus tentáculos.

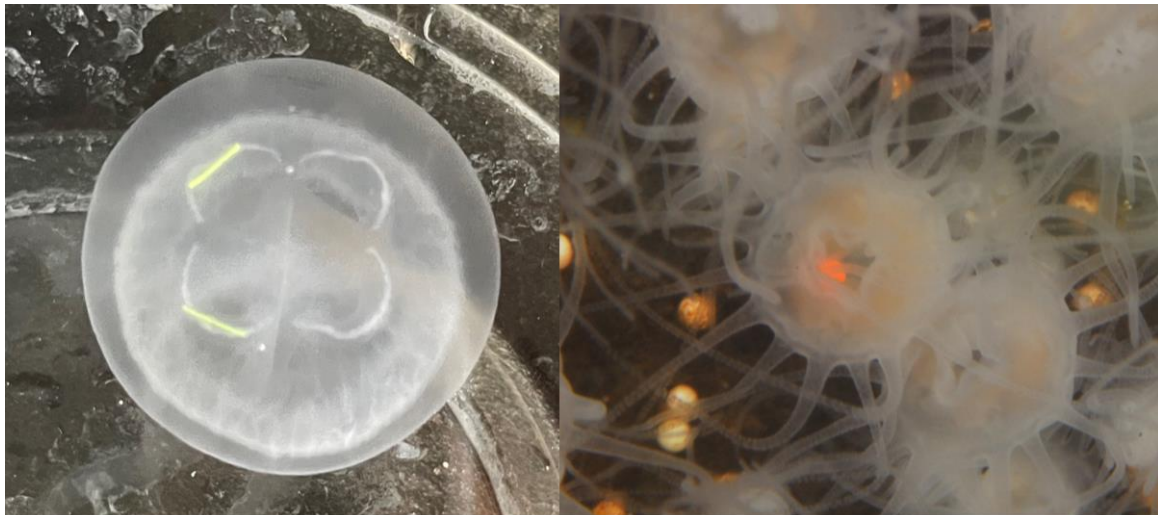


Figura 14. A la izquierda medusa de *A. aurita* con microfibras amarillas en la cavidad gástrica; a la derecha pólipo de *A. aurita* con microesfera naranja en la cavidad gástrica.

Análisis estadístico

El análisis estadístico fue elaborado mediante el software IBM SPSS statistics (versión 21).

Se realizaron pruebas χ^2 con el objetivo de comprobar si existían diferencias significativas entre aquellos plásticos envejecidos y los vírgenes a la hora de captarlos con los tentáculos o introducirlos en la cavidad gástrica. Asimismo se empleó para conocer si existía una preferencia sobre el color del MP (tanto con biofilm como sin biofilm) a la hora de cogerlo con los tentáculos o metérselo en la cavidad gástrica.

Para observar las diferencias significativas entre el tiempo del polímero en los tentáculos, el tiempo de ingestión y el tiempo de egestión de MPs con y sin biofilm, se realizaron los test paramétricos de ANOVA. No obstante previo a los análisis, los datos (tiempo del MP en tentáculo, tiempo ingestión y tiempo de egestión) fueron transformados logarítmicamente ($\ln(X+1)$) con el fin de que cumplieran la normalidad (test Kolmogorov-Smirnov) y la homogeneidad de la varianza (test de Levene). Tanto en el caso de que se dieran ambos requisitos como en el que no, se realizó un ANOVA debido a su robustez frente a la heterogeneidad (Underwood, 1997). Por otro lado, con los diámetros de las umbrelas se efectuó la prueba de correlación de Pearson, con el objetivo de comprobar si aquellas medusas de mayor tamaño captan y se introducen en la cavidad gástrica mayor cantidad de MP vírgenes y envejecidos.

RESULTADOS

Determinación de la palatabilidad de microplásticos con/sin biofilm

De los datos recogidos de 66 ejemplares de medusas de *A. aurita*, se han obtenido diferencias significativas a la hora de captarlos con los tentáculos ($\chi^2 = 4,661$; $gl = 1$; $p = 0,031$), con un $48,72 \pm 0,63\%$ de MP con biofilm frente al $42,82 \pm 0,61\%$ sin biofilm (Figura 15). Asimismo, existen diferencias entre aquellos MP que se introducen en la cavidad gástrica ($\chi^2 = 7,848$; $gl = 1$; $p = 0,005$), siendo los vírgenes, con un $13,07 \pm 0,37\%$, los dominantes en contraposición al $5,24 \pm 0,27\%$ de los envejecidos (Figura 15).

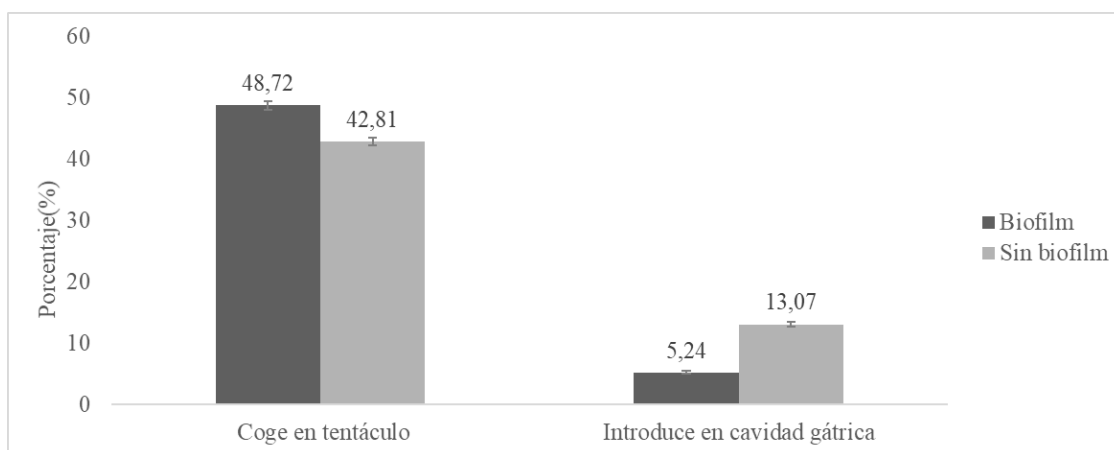


Figura 15. Comparativa entre el porcentaje medio (\pm SE) de MP con/sin biofilm que cogen en los tentáculos y se introducen en la cavidad gástrica en medusas de *A. aurita*.

Dada la existencia de diferencias entre aquellos MP con/sin biofilm, todos los análisis posteriores fueron realizados por separado.

No se han encontrado diferencias significativas entre los distintos colores a la hora de captarlos con los tentáculos tanto para las microfibras vírgenes ($\chi^2 = 1,637$; $gl = 3$; $p = 0,651$) como para aquellas envejecidas ($\chi^2 = 3,218$; $gl = 3$; $p = 0,359$). Observando las figuras 16 y 17, domina la captación de MP naranjas tanto con como sin biofilm, siendo del $52,30 \pm 1,26\%$ y $45,88 \pm 1,22\%$ respectivamente. En el caso de aquellos polímeros envejecidos, es el color verde ($42,66 \pm 1,35\%$) el que menos captan a diferencia del rosa ($40,23 \pm 1,21\%$) en los MP sin biofilm.

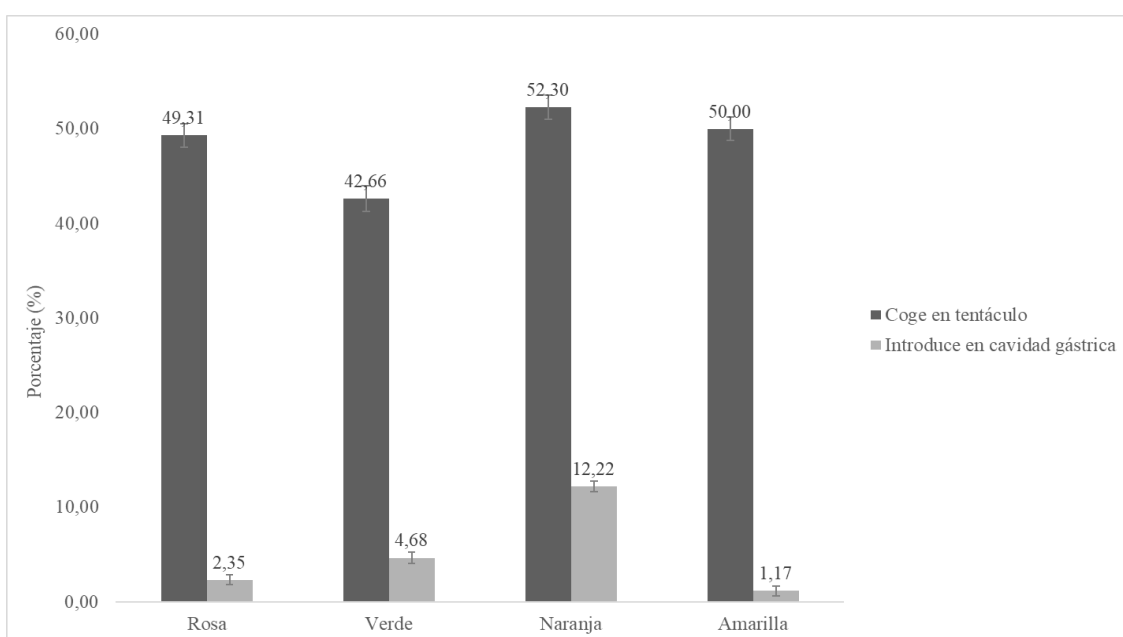


Figura 16. Comparativa entre el porcentaje medio (\pm SE) de los diferentes colores de los MP con biofilm que cogen en los tentáculos y se introducen en la cavidad gástrica en medusas de *A. aurita*.

A diferencia de lo dicho anteriormente, si se han obtenido diferencias significativas en la preferencia por el color de la fibra a la hora de introducirse en la cavidad gástrica tanto con ($\chi^2 = 14,368$; $gl = 3$; $p = 0,002$) como sin biofilm ($\chi^2 = 8,345$; $gl = 3$; $p = 0,039$). Destacar las fibras naranjas envejecidas con un $12,22 \pm 0,55\%$ frente al resto de los colores (verde $4,68 \pm 0,61\%$; rosa $2,35 \pm 0,53\%$ y amarilla $1,17 \pm 0,55\%$) (Figura 16). Por otro lado, las fibras verdes vírgenes dominan con un $20,89 \pm 0,79\%$ seguidas de las naranjas con un $15,38 \pm 0,73\%$, rosas $8,82 \pm 0,72\%$ y finalmente las amarillas con un $7,14 \pm 0,72\%$ (Figura 17).

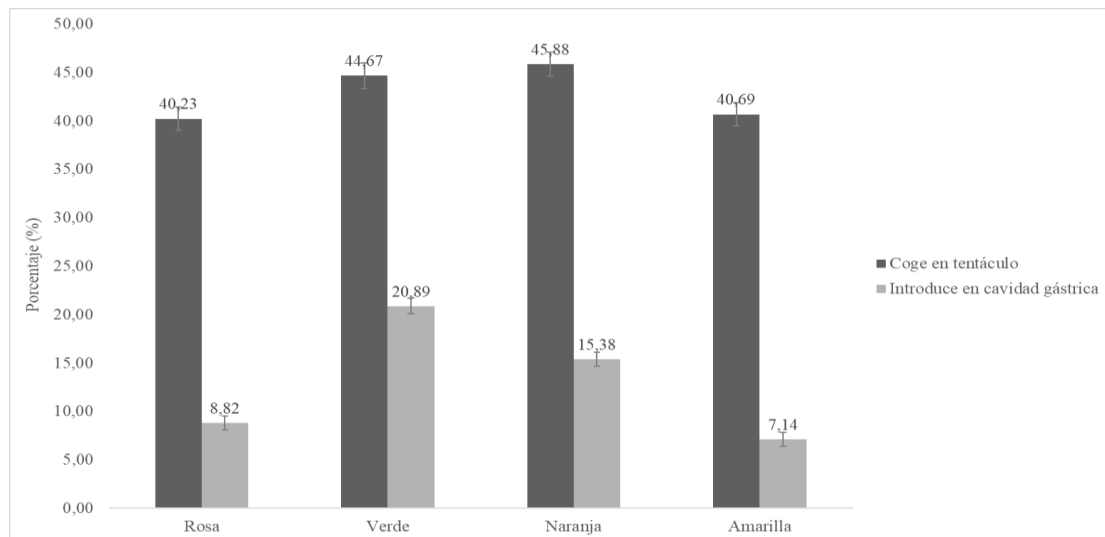


Figura 17. Comparativa entre el porcentaje medio (\pm SE) de los diferentes colores de los MP sin biofilm que cogen en los tentáculos y se introducen en la cavidad gástrica en medusas de *A. aurita*.

En cuando a los pólipos, no se han obtenido diferencias significativas ni en el número de veces que captan los MP con/sin biofilm con el tentáculo ($\chi^2 = 1,42$; gl = 1; p = 0,233), ni en el número de veces que se los introducen en la cavidad gástrica ($\chi^2 = 1,986$; gl = 1; p = 0,159). Como muestra la figura 18, dentro de ese $24 \pm 0,97\%$ de veces que cogen las microesferas envejecidas el $68,33 \pm 1\%$ se lo introducen en la cavidad gástrica. Por el lado de los MP sin biofilm, se ha obtenido un $19,60 \pm 0,43\%$ de veces que los cogen de las cuales, el $61,22 \pm 0,39\%$ se las introducen en la cavidad gástrica.

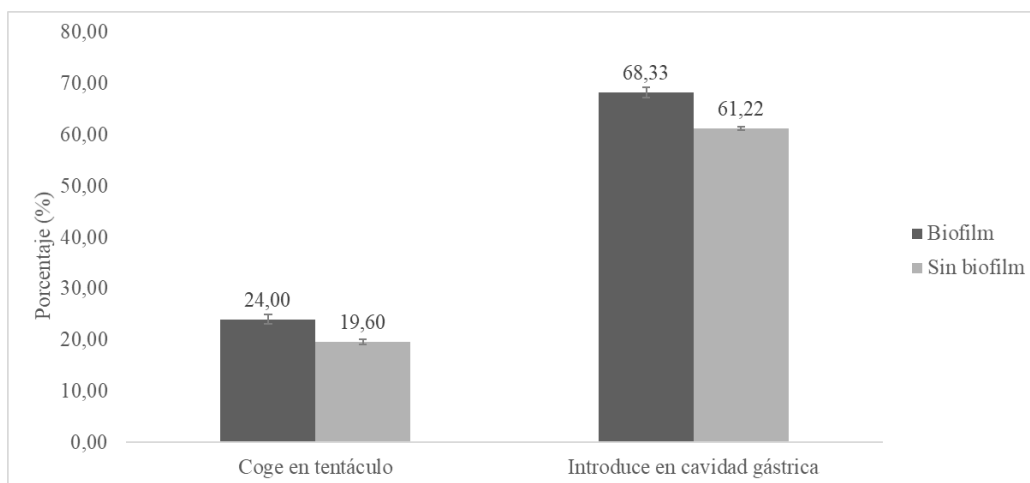


Figura 18. Comparativa entre el porcentaje medio (\pm SE) de MP con/sin biofilm que cogen y se introducen en la cavidad gástrica en pólipos de *A. aurita*.

Determinación del tiempo de ingestión/egestión de microplásticos con/sin biofilm

En medusas no se han observado diferencias significativas en el tiempo del polímero en los tentáculos ($F = 1,857$; $gl = 1$; $p = 0,174$), tiempo de ingestión ($F = 1,68$; $gl = 1$; $p = 0,201$) y tiempo de egestión ($F = 0,202$; $gl = 1$; $p = 0,655$) entre MP con y sin biofilm. Cabe destacar que se ha obtenido una media de 8,4 minutos ($503,83 \pm 148,03$ segundos) que mantiene los MP sin biofilm en el tentáculo frente a los 4,4 minutos ($267,42 \pm 71,76$ segundos) de los envejecidos (Figura 19). En cuanto a la tasa de ingestión se ha calculado una media de 1,36 minutos ($81,69 \pm 176,27$ segundos) que tardan en ingerir un MP con biofilm y 3,33 minutos ($199,80 \pm 157,58$ segundos) en ingerir el MP virgen (Figura 20). Finalmente la tasa de egestión ha revelado una media de 1 hora ($3635,02 \pm 19921,73$ segundos) en los MP envejecidos frente a las 2 horas ($7422,08 \pm 19229,94$ segundos) para aquellos sin biofilm (Figura 21).

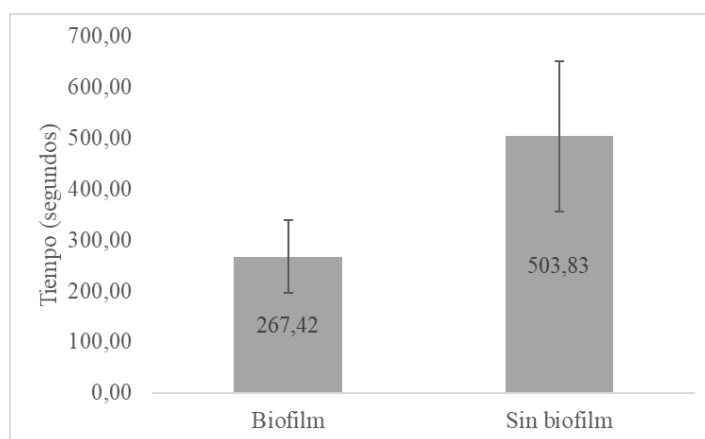


Figura 19. Tiempo medio (\pm SE) en segundos que mantiene en el tentáculo los MP con/sin biofilm en medusas de *A. aurita*.

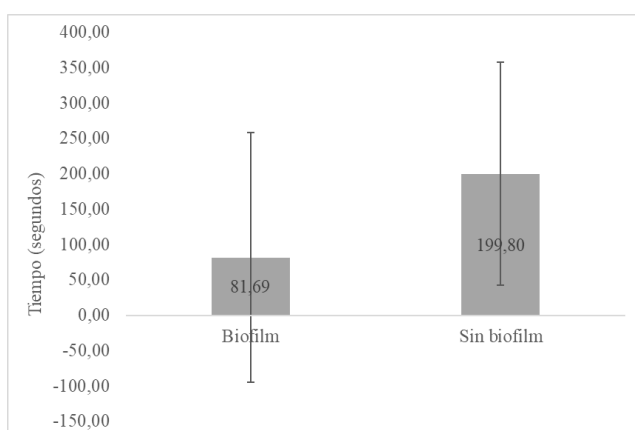


Figura 20. Tiempo medio (\pm SE) de ingestión de los MP con/sin biofilm en medusas de *A. aurita*.

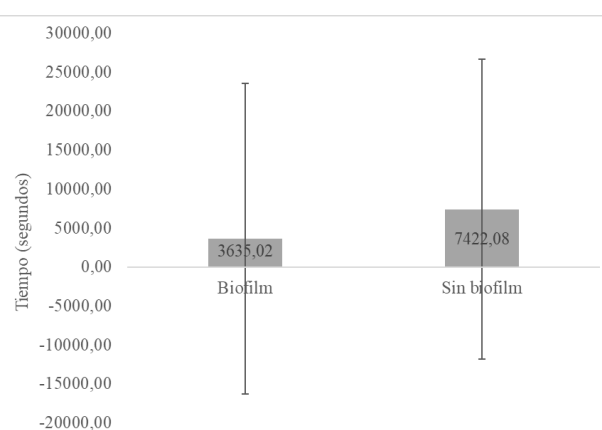


Figura 21. Tiempo medio (\pm SE) de egestión de los MP con/sin biofilm en medusas de *A. aurita*.

En relación a los pólipos, tampoco se han observado diferencias significativas en el tiempo del polímero en los tentáculos ($F = 0,064$; $gl = 1$; $p = 0,802$), tiempo de ingestión ($F = 0,418$; $gl = 1$; $p = 0,52$) y tiempo de egestión ($F = 0,255$; $gl = 1$; $p = 0,615$) entre MP con y sin biofilm. Atendiendo a la figura 22, se ha obtenido un tiempo medio de $26,01 \pm 30,45$ segundos que mantiene los MP con biofilm enganchados en los tentáculos frente a los $11,57 \pm 11,80$ segundos de los de sin biofilm. En cuando a las figuras 23 y 24, se ha obtenido un tiempo medio de ingestión/egestión de $25 \pm 5,75$ segundos y 51,7 minutos ($3105,55 \pm 1028,08$ segundos) respectivamente en MP envejecidos, y un tiempo de $18,88 \pm 5,08$ segundos y 35,7 minutos ($2143,33 \pm 759,50$ segundos) en los vírgenes.

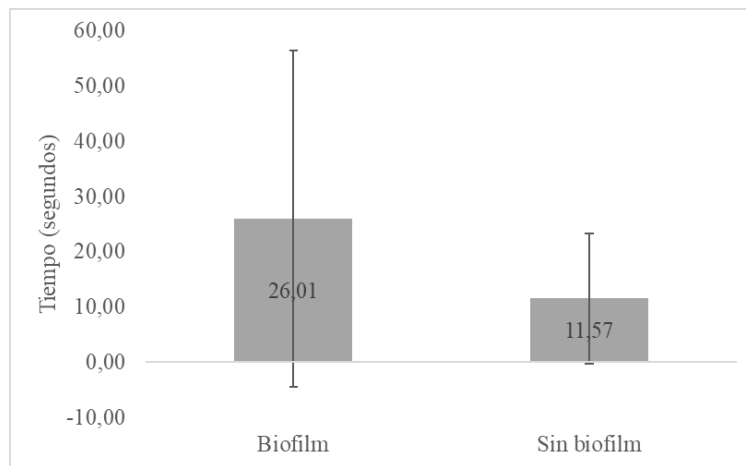


Figura 22. Tiempo medio (\pm SE) en segundos que mantiene en el tentáculo los MP con/sin biofilm en pólipos de *A. aurita*

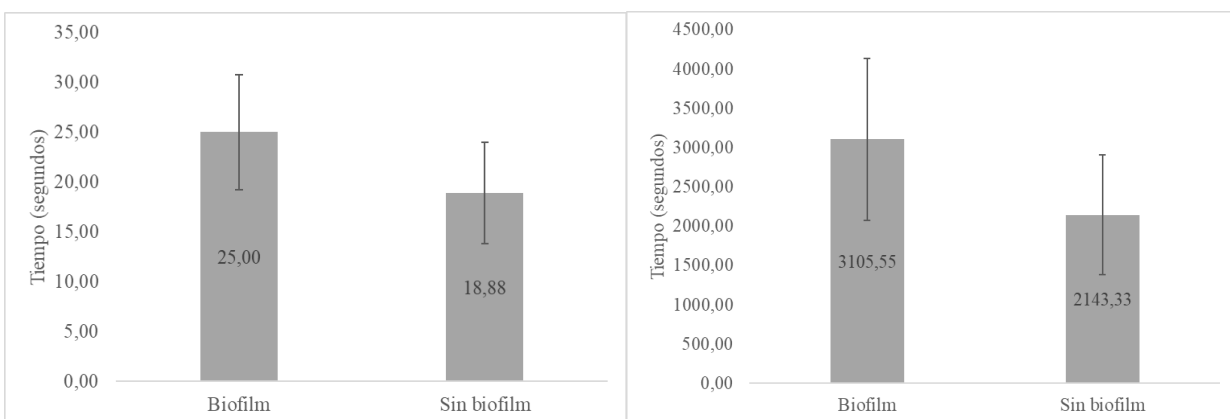


Figura 23. Tiempo medio (\pm SE) de ingestión de los MP con/sin biofilm en pólipos de *A. aurita*.

Figura 24. Tiempo medio (\pm SE) de egestión de los MP con/sin biofilm en pólipos de *A. aurita*.

Tamaño medusas vs número de MP

Atendiendo al tamaño de las medusas, los diámetros de las umbrellas oscilan entre los 0,89 cm y los 3,16 cm. Los análisis estadísticos realizados no han obtenido una correlación a la hora de captar con los tentáculos ($r = -0,045$; $p = 0,721$) (Figura 25) o ingerir ($r = -0,003$; $p = 0,981$) (Figura 26) más microesferas envejecidas entre las medusas que presentan un mayor diámetro frente a las más pequeñas. De igual manera, pero con los MP vírgenes, tampoco se ha obtenido una correlación en la captación ($r = 0,222$; $p = 0,073$) (Figura 25) ni ingestión ($r = 0,234$; $p = 0,059$) (Figura 26) de mayor cantidad de microfibras a mayor diámetro de la umbrella.

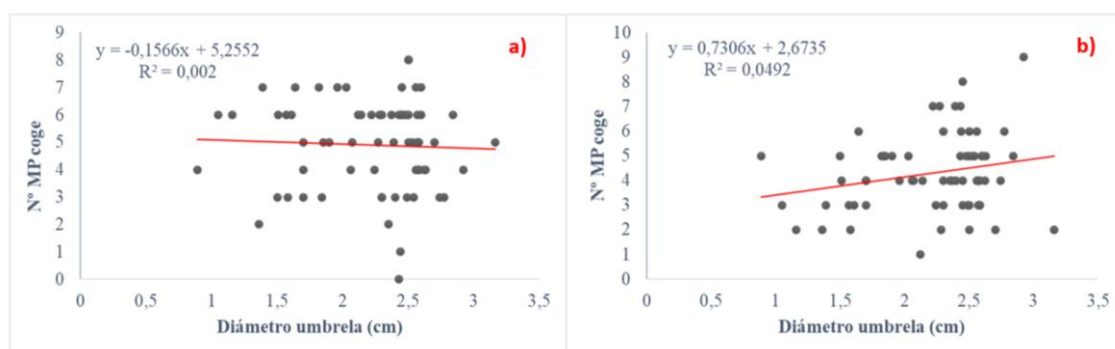


Figura 25. Regresión lineal de los diámetros de las umbrellas (cm) frente al número de MP (a/b = con/sin biofilm) que capturan con los tentáculos.

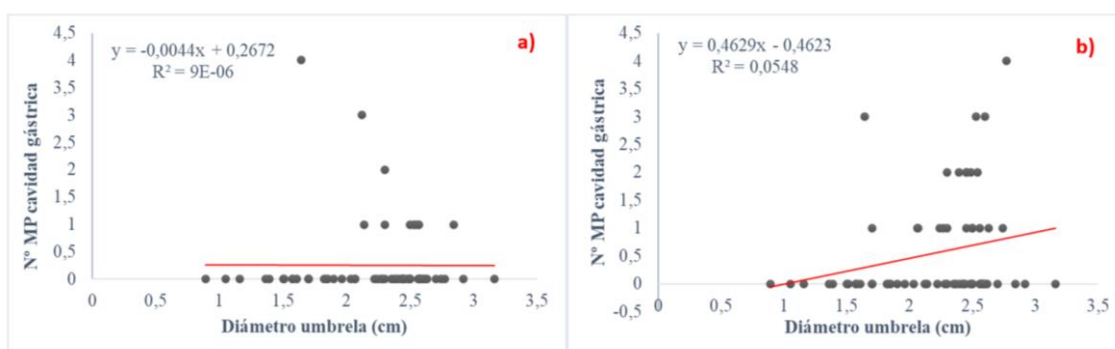


Figura 26. Regresión lineal de los diámetros de las umbrellas (cm) frente al número de MP (a/b = con/sin biofilm) que se introducen en la cavidad gástrica.

DISCUSIÓN

Determinación de la palatabilidad de microplásticos con/sin biofilm

Atendiendo al porcentaje de MP vírgenes y envejecidos que son capaces de coger las medusas en sus tentáculos, se ha obtenido una elevada captura ya que, aproximadamente, la mitad de los MP colocados en sus tentáculos eran captados por la propia medusa. Esta afirmación se contrarresta con los resultados obtenidos por

Sucharitakul et al. (2020), los cuales publicaron una captura del 0,23% de las microesferas presentes, llegando a la conclusión de que las medusas de *A. aurita* eran ineficientes a la hora de captar microesferas.

Son varios los mecanismos que podrían haber contribuido a la elevada captura de MP de este experimento. Por un lado, podría ser debida al tipo de MP utilizado en la experimentación. Mientras que Sucharitakul et al. (2020) usaron microesferas de poliestireno con una superficie dura y lisa, en este estudio se emplearon microfibras de poliéster de superficie rugosa y blanda, lo que podría haber favorecido la penetración de los nematocistos y con ello una mayor captura. Por otro lado, el método de colocar los MP directamente en los tentáculos de los individuos en vez de que sean captados del agua por ellas mismas, podría haber contribuido al incremento de los porcentajes de captura. Además, durante la alimentación de *A. aurita*, se observó que presentaban una mayor preferencia por aquellas presas vivas (nauplios de artemia recién eclosionada) que por los rotíferos congelados, por lo que cabría esperar que se hubieran obtenidos unos resultados de captura inferiores.

Por otro lado, son bajos los porcentajes de introducción en la cavidad gástrica obtenidos, tanto de MP con como sin biofilm, comparando con los resultados de Alcazo et al. (2019). Alcazo et al. (2019) observaron la ingestión de microesferas de polietileno por parte de *A. aurita* únicamente cuando su presa estaba presente en el medio, obteniendo unos porcentajes de ingestión del 22% (con una concentración en el medio de 5000 microesferas/L), 37% (10000 microesferas/L) y 47% (20000 microesferas/L). Dicho esto, los bajos porcentajes de ingestión obtenidos podrían ser debidos a la ausencia de sus presas en el medio con las que confundir los MP, junto con la capacidad de los quimiorreceptores de las medusas para rechazar los polímeros una vez captados con los tentáculos.

Se ha visto, con los resultados obtenidos, que existe una preferencia para captar con los tentáculos aquellos MP envejecidos. Sin embargo, a diferencia de lo que cabría esperar, las medusas se introducen en la cavidad gástrica un mayor porcentaje de microfibras sin biofilm. Sucharitakul et al. (2021a) llevaron a cabo un estudio sobre los efectos del biofilm en la tasa ingestión de *A. aurita*. Para ello colocaron microesferas de poliestireno a envejecer en agua de mar en dos condiciones diferentes: 12 h luz/oscuridad y otra únicamente en oscuridad. Posteriormente, indicaron que las

medusas ingerían 5 veces más microesferas incubadas a la luz que aquellas vírgenes o puestas en oscuridad. Con ello llegaron a la conclusión de que el aumento de la palatabilidad de los MP proviene de los microorganismos fotosintéticos presentes únicamente en los MP envejecidos bajo la luz. Son varias las publicaciones en diversas especies que hacen referencia al sulfuro de dimetilo (DMS), osmoprotector producido por algunas microalgas y bacterias, como el culpable del incremento de la palatabilidad de los MP. Breckels et al. (2013) demostraron que la presencia de DMS aumentaba el comportamiento de búsqueda de alimento por parte del copépodo *Temora longicornis*. Asimismo, Savoca et al. (2016) observaron que aquellos MP expuestos a diferentes condiciones marinas presentaban DMS mientras que los vírgenes no, lo que dio lugar a que las aves marinas, debido a sus quimiorreceptores, ingirieran una mayor cantidad de MP envejecidos. En la misma línea se situaron Savoca et al. (2017) y Procter et al. (2019) con la anchoa *Engraulis mordax* y el copépodo *Calanus helgolandicus* respectivamente. Dicho esto, los resultados obtenidos divergen de los publicados por diversos autores. La preferencia a la hora de ingerir los MP vírgenes observada, podría ser debida a la presencia de algún compuesto químico del propio colorante de las microfibras, detectado a través de los quimiorreceptores situados en los brazos orales de las *A. aurita* (Albert, 2011). Es decir, la presencia de biofilm formado por algas y bacterias capaces de fabricar sustancias químicas, como el DMS, haciéndolos más atractivos y comestibles, podría contrarrestar al compuesto o compuestos que aumentan la palatabilidad de aquellos vírgenes. Además, esto se sostiene con las diferencias significativas obtenidas a la hora de ingerir los diferentes colores de las microfibras con y sin biofilm.

Varios artículos reportan la presencia de MP de diversos colores en el interior de la cavidad gástrica de diferentes especies de medusas. Iliff et al. (2020) presenció una dominancia de los MP negros, azules y rojos en *C. xamachana*, sin embargo, Rapp et al. (2021) halló microfibras azules y transparentes en *P. noctiluca*. Asimismo, Albano et al. (2021) reportó el MP de color negro como dominante en contraposición al transparente hallado por Awuor et al. (2021) en *C. orsini*. Cabe destacar que todos los resultados obtenidos que hacen referencia a los colores de los MP, no son a causa de una elección cromática por parte de las medusas, sino que son debido, a la abundancia de ese color de MP en el medio donde han sido muestreadas. Esto se confirma con la ausencia de

diferencias significativas obtenidas en cuanto a la captación de los diferentes colores de microfibras tanto para vírgenes como para envejecidas.

La ausencia de diferencias significativas en pólipos en cuanto a la palatabilidad de los MP difiere de las obtenidas por Weideman et al. (2020) en la anémona *B. reynaudi*. Weideman et al. (2020) reportaron por primera vez la presencia de plásticos en la cavidad de la anémona. Asimismo realizaron pruebas experimentales para observar si realmente las observaciones con plásticos vírgenes que se realizan en los laboratorios subestiman las tasas de ingestión reales. Para ello colocaron plásticos en agua de mar durante 20 días y obtuvieron una ingestión del 61% de aquellos envejecidos, mayor que para los vírgenes. Los resultados que hemos obtenidos podrían deberse a que las superficies de las microesferas difieren de las microfibras lo que podría haber ocasionado la formación de diferentes colonias de biofilm, ocasionando un comportamiento distinto al que cabría esperar. Además, a diferencia de las medusas, se han calculado bajas tasas de capturas y altas tasas de ingestión. Esto podría ser debido a que las microesferas presentan una superficie más lisa y rígida complicando la penetración de los nematocistos, como informaban Sucharitakul et al. (2020). Las altas tasas de ingestión y la forma de alimentación más indiscriminada obtenidas, podrían ser a causa de la estrobilación. Durante la realización de la experimentación varios pólipos estrobilaron debido a la intensidad de la luz de la propia lupa, por ello es posible que ingirieran más MP con el fin de obtener y almacenar más energía preparándose así para dicho proceso.

Determinación del tiempo de ingestión/egestión de microplásticos con/sin biofilm

Los análisis realizados muestran la ausencia de diferencias significativas en los tiempos medio que mantienen los MP en tentáculos, tiempos de ingestión y tiempo de egestión entre MP vírgenes y envejecidos tanto en el caso de los pólipos como en las medusas.

Los 1,36 minutos de ingestión de MP con biofilm y los 3,33 minutos de los vírgenes en medusas son muy inferiores a los publicados por Sucharitakul et al. (2020), donde transcurridas dos horas desde el inicio de su experimento observaron microesferas en la cavidad gástrica. Asimismo, los tiempos medios de egestión (1 h para MP con biofilm; 2 h para vírgenes), son muy inferiores a los proporcionados por Sucharitakul et al. (2020), Sucharitakul et al. (2021a) y Costa et al., (2020a). Sucharitakul et al. (2021a) llevaron a cabo un estudio para comprobar si las éfiras de *A. aurita* ingerían más MP

por transferencia trófica que por la vía directa. Transcurridas 4 horas de su experimento, las éfiras habían excretado el 77% de las microesferas procedentes de la vía indirecta y el 100% de aquellas procedentes de la vía directa. Por otro lado, Sucharitakul et al. (2020) advirtieron que los MP ingeridos eran egestados tras 8 horas, frente a las 72 h publicadas por Costa et al., (2020a).

Por otro lado, los tiempos de egestión se corresponden a los publicados por Ishii & Tanak (2001), donde medusas de *A. aurita* excretaban los copépodos *Oithona davisae* no digeridos en menos de una hora. En la misma línea se encuentran FitzGeorge-Balfour et al. (2012), cuyas medusas alimentadas con copépodos *Acartia tonsa* egestaban los caparzones en menos de 2 horas tras su ingesta. Estos resultados podrían indicar una digestión de las microfibras. Además se han hallado bacterias como *Achromobacter* y *Kocuria spp.*, capaces de biodegradar plásticos, en la cavidad gástrica de *Aurelia sp.* No obstante, tardan aproximadamente 150 días en degradar el 10% del plástico (Kramar et al., 2018). Por ello, la explicación más razonable es que las medusas presentan un intestino capaz de rechazar eficazmente los MP.

Son varios los autores que reportan la egestión de MP en diferentes especies desde el cladóceros *Daphnia magna* (Frydkjær et al., 2017) pasando por el mejillón *Mytilus galloprovincialis* (Gonçalves et al., 2019; Chae & An, 2020) y finalizando con las larvas del erizo de mar *Tripneustes gratilla*, las cuales fueron capaces de egestar los MP a las 7 horas tras su ingestión (Kaposi et al., 2014). Las medusas son alimento de muchas especies desde el pez luna (*Mola mola*), la tortuga *Dermochelys coriácea* (Hays et al., 2018), el atún rojo (*Thunnus thynnus*) etc. (Cardona et al., 2012), por lo que pueden ser unos buenos vectores de los MP introduciéndolos en las cadenas trófica. Asimismo podría ocurrir con las llamadas *jelly-falls* postuladas como una fuente de entrada de MP por la vía detritívora (Rapp et al., 2021; Awuor et al., 2021). Sin embargo, los resultados de nuestro estudio podrían indicar que se tratan de vías insignificantes de introducción de estos polímeros.

Los polímeros se pueden comportar tanto como fuente como de sumidero de sustancias químicas presentes en el agua, como son los compuestos orgánicos hidrofóbicos (Rochman et al., 2013b) y metales pesados (Rochman et al., 2014). Rochman et al. (2014) señalaron que tras 12 meses de exposición de los plásticos a las concentraciones de metales pesados presentes en la Bahía de San Diego, estos no mostraron signos de

saturación indicando que pueden acumular grandes cantidades de metales pesados cuanto más tiempo estén presentes en el medio marino. Teniendo en cuenta las condiciones en las que se puede encontrar un MP en el medio marino (con biofilm en la superficie y sustancias químicas adheridas) y sabiendo que *A. aurita* tarda una media de 1 hora en medusas y 51,7 minutos en pólipos de expulsar los polímeros, esto podría llevar a que los compuestos químicos puedan pasar a los tejidos del organismo causando toxicidad. Los resultados obtenidos por Morabito et al. (2014) podrían confirmarlo, dado que exponiendo a *P. noctiluca* durante 20 minutos a metales pesados, observaron que alteraban la homeostasis de los nematocistos por lo que su capacidad de descarga junto con la eficacia de las toxinas del veneno se vieron comprometidas. Asimismo ocurrió con Morabito et al. (2013) los cuales, observaron que los metales pesados afectaban directa o indirectamente a la homeostasis de los nematocistos lo que impedía la contracción de estas células para su correcto funcionamiento.

Tamaño medusas vs número de MP

No se ha obtenido una correlación lineal entre el número de MP en tentáculos o ingeridos y el diámetro de la umbrela, al igual que lo observado en *P. noctiluca* por Albano et al. (2021). No obstante, estos resultados difieren de los publicados por Iliff et al. (2020) en *C. xamachana*, donde obtuvieron más cantidad de MP a mayor tamaño de la medusa.

Las medusas más grandes necesitan ingerir más cantidad de alimento. Además, tienen menos limitaciones en cuanto al tamaño de las presas, por lo que podrían acceder a una mayor variedad de las mismas. Dado que durante la realización del experimento, medusas grandes y pequeñas coincidieron espacialmente y la disponibilidad de las presas (MP) fue la misma, cabría esperar una mayor cantidad de MP captados e ingeridos de aquellas con un diámetro de umbrela mayor.

CONCLUSIÓN

Este estudio revela una preferencia, de las medusas, en la captación con los tentáculos de aquellos MP envejecidos frente a los vírgenes. No obstante, se introducen en la cavidad gástrica un mayor porcentaje de microfibras sin biofilm. Por ello, serán necesarios futuros estudios que describan las comunidades de microorganismos que se forman en las superficies de estos polímeros para una mejor comparación entre las

diversas publicaciones. Asimismo deberán precisar sobre qué tipo de sustancia o sustancias están asociadas con el incremento de la palatabilidad en cnidarios.

Además los tiempos medios de ingestión y egestión podrían indicar que la vía de entrada de MP a la cadena trófica a través de estos cnidarios es insignificante, al igual que por la vía detritívora. Asimismo, las medusas de *A. aurita* no se tratan de buenos indicadores de la distribución de MP en la columna de agua dada su elevada capacidad de egestarlos.

No obstante, la capacidad de los MP de adsorber sustancias químicas puede comprometer a los organismos causándoles toxicidad. Por ello serán necesarios más estudios sobre la capacidad de transferencia de sustancias tóxicas desde los MP a los tejidos de los cnidarios y los efectos tóxicos que estas puedan ocasionar

BIBLIOGRAFÍA

- Aksnes, D. L., Dupont, N., Staby, A., Fiksen, Ø., Kaartvedt, S., & Aure, J. (2009). Coastal water darkening and implications for mesopelagic regime shifts in Norwegian fjords. *Marine Ecology Progress Series*, 387, 39–49. <https://doi.org/10.3354/meps08120>
- Albano, M., Panarello, G., di Paola, D., D'Angelo, G., Granata, A., Savoca, S., & Capillo, G. (2021). The mauve stinger *Pelagia noctiluca* (Cnidaria, Scyphozoa) plastics contamination, the Strait of Messina case. *International Journal of Environmental Studies*, 78(6), 977–982. <https://doi.org/10.1080/00207233.2021.1893489>
- Albert, D.J., (2011). What's on the mind of a jellyfish? A review of behavioural observations on *Aurelia* sp. jellyfish. *Neurosci. Biobehav. Rev.* 35 (3), 474–482.
- Alcazo, J. T., Milagrosa, D. M., Cabrera, G., Alicia, D., & Herrera Ulibarri, A. (2019). *IMPACT OF MICROPLASTICS IN JELLYFISH*.
- Amélineau, F., Bonnet, D., Heitz, O., Mortreux, V., Harding, A. M. A., Karnovsky, N., Walkusz, W., Fort, J., & Grémillet, D. (2016). Microplastic pollution in the Greenland Sea: Background levels and selective contamination of planktivorous diving seabirds. *Environmental Pollution*, 219, 1131–1139. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2016.09.017>
- Anastasopoulou, A., Mytilineou, C., Smith, C. J., & Papadopoulou, K. N. (2013). Plastic debris ingested by deep-water fish of the Ionian Sea (Eastern Mediterranean). *Deep-Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers*, 74, 11–13. <https://doi.org/10.1016/j.dsr.2012.12.008>
- Arai, M. N. (2009). The potential importance of podocysts to the formation of scyphozoan blooms: A review. *Hydrobiologia*, 616(1), 241–246. <https://doi.org/10.1007/s10750-008-9588-5>
- Avio, C. G., Pittura, L., d'Errico, G., Abel, S., Amorello, S., Marino, G., Gorbi, S., & Regoli, F. (2019). Distribution and characterization of microplastic particles and textile microfibers in Adriatic food webs: General insights for biomonitoring strategies. *Environmental Pollution*, 258. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2019.113766>

- Awuor, W., Muthumbi, A., & Robertson-Andersson, D. v. (2021). Presence of microplastics in jellyfish (*Crambionella orsini*) along the Kenyan coast. *Western Indian Ocean Journal of Marine Science*, 20(1), 137–141. <https://doi.org/10.4314/wiojms.v20i1.12>
- Baini, M., Martellini, T., Cincinelli, A., Campani, T., Minutoli, R., Panti, C., Finoia, M. G., & Fossi, M. C. (2017). First detection of seven phthalate esters (PAEs) as plastic tracers in superficial neustonic/planktonic samples and cetacean blubber. *Analytical Methods*, 9(9), 1512–1520. <https://doi.org/10.1039/c6ay02674e>
- Barnes, D. K. A., Galgani, F., Thompson, R. C., & Barlaz, M. (2009). Accumulation and fragmentation of plastic debris in global environments. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 364(1526), 1985–1998. <https://doi.org/10.1098/rstb.2008.0205>
- Barrows, A. P. W., Cathey, S. E., & Petersen, C. W. (2018). Marine environment microfiber contamination: Global patterns and the diversity of microparticle origins. *Environmental Pollution*, 237, 275–284. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2018.02.062>
- Batel, A., Linti, F., Scherer, M., Erdinger, L., & Braunbeck, T. (2016). Transfer of benzo[a]pyrene from microplastics to *Artemia nauplii* and further to zebrafish via a trophic food web experiment: CYP1A induction and visual tracking of persistent organic pollutants. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 35(7), 1656–1666. <https://doi.org/10.1002/etc.3361>
- Bergami, E., Bocci, E., Vannuccini, M. L., Monopoli, M., Salvati, A., Dawson, K. A., & Corsi, I. (2016). Nano-sized polystyrene affects feeding, behavior and physiology of brine shrimp *Artemia franciscana* larvae. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 123, 18–25. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2015.09.021>
- Boero, F. (2013). Review of jellyfish blooms in the Mediterranean and Black sea. *General Fisheries Commission for the Mediterranean. Studies and Reviews*, (92), I,III,IV,1-53.
- Breckels, M. N., Bode, N. W. F., Codling, E. A., & Steinke, M. (2013). Effect of grazing-mediated dimethyl sulfide (DMS) production on the swimming behavior of the copepod *calanus helgolandicus*. *Marine Drugs*, 11(7), 2486–2500. <https://doi.org/10.3390/md11072486>
- Bretas Alvim, C., Mendoza-Roca, J. A., & Bes-Piá, A. (2020). Wastewater treatment plant as microplastics release source – Quantification and identification techniques. In *Journal of Environmental Management* (Vol. 255). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.109739>
- Bringer, A., Thomas, H., Prunier, G., Dubillot, E., Bossut, N., Churlaud, C., Clérandeau, C., le Bihanic, F., & Cachot, J. (2020). High density polyethylene (HDPE) microplastics impair development and swimming activity of Pacific oyster D-larvae, *Crassostrea gigas*, depending on particle size. *Environmental Pollution*, 260. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.113978>
- Brotz, L., Cheung, W. W. L., Kleisner, K., Pakhomov, E., & Pauly, D. (2012). Increasing jellyfish populations: Trends in Large Marine Ecosystems. *Hydrobiologia*, 690(1), 3–20. <https://doi.org/10.1007/s10750-012-1039-7>
- Brotz, L., Schiariti, A., López-Martínez, J., Álvarez-Tello, J., Peggy Hsieh, Y. H., Jones, R. P., Quiñones, J., Dong, Z., Morandini, A. C., Preciado, M., Laaz, E., & Mianzan, H. (2017). Jellyfish fisheries in the Americas: origin, state of the art, and perspectives on new fishing grounds. In *Reviews in Fish Biology and Fisheries* (Vol. 27, Issue 1). Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/s11160-016-9445-y>

- Browne, M. A., Niven, S. J., Galloway, T. S., Rowland, S. J., & Thompson, R. C. (2013). Microplastic moves pollutants and additives to worms, reducing functions linked to health and biodiversity. *Current Biology*, 23(23), 2388–2392. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2013.10.012>
- Cardona, L., de Quevedo, I. Á., Borrell, A., & Aguilar, A. (2012). Massive consumption of gelatinous plankton by mediterranean apex predators. *PLoS ONE*, 7(3). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0031329>
- Choy, C. A., Robison, B. H., Gagne, T. O., Erwin, B., Firl, E., Halden, R. U., Hamilton, J. A., Katija, K., Lisin, S. E., Rolsky, C., & S. Van Houtan, K. (2019). The vertical distribution and biological transport of marine microplastics across the epipelagic and mesopelagic water column. *Scientific Reports*, 9(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-019-44117-2>
- Cole, M., Lindeque, P., Halsband, C., & Galloway, T. S. (2011). Microplastics as contaminants in the marine environment: A review. In *Marine Pollution Bulletin* (Vol. 62, Issue 12, pp. 2588–2597). <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2011.09.025>
- Cole, M., Lindeque, P., Fileman, E., Halsband, C., & Galloway, T. S. (2015). The impact of polystyrene microplastics on feeding, function and fecundity in the marine copepod *Calanus helgolandicus*. *Environmental Science and Technology*, 49(2), 1130–1137. <https://doi.org/10.1021/es504525u>
- Cormier, B., Gambardella, C., Tato, T., Perdriat, Q., Costa, E., Veclin, C., le Bihanic, F., Grassl, B., Dubocq, F., Kärman, A., van Arkel, K., Lemoine, S., Lagarde, F., Morin, B., Garaventa, F., Faimali, M., Cousin, X., Bégout, M. L., Beiras, R., & Cachot, J. (2021). Chemicals sorbed to environmental microplastics are toxic to early life stages of aquatic organisms. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 208. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2020.111665>
- Costa, E., Gambardella, C., Piazza, V., Vassalli, M., Sbrana, F., Lavorano, S., Garaventa, F., & Faimali, M. (2020a). Microplastics ingestion in the ephyra stage of *Aurelia* sp. triggers acute and behavioral responses. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 189. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2019.109983>
- Costa, E., Piazza, V., Lavorano, S., Faimali, M., Garaventa, F., & Gambardella, C. (2020b). Trophic Transfer of Microplastics From Copepods to Jellyfish in the Marine Environment. *Frontiers in Environmental Science*, 8. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2020.571732>
- Devereux, R., Hartl, M. G. J., Bell, M., & Capper, A. (2021). The abundance of microplastics in cnidaria and ctenophora in the North Sea. *Marine Pollution Bulletin*, 173. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2021.112992>
- Díaz, A. (2020). Producción mundial de plástico 1950-2019. Statista. URL: <https://es.statista.com/estadisticas/636183/produccion-mundial-de-plastico/>
- Dong, Z., Liu, D., & Keesing, J. K. (2010). Jellyfish blooms in China: Dominant species, causes and consequences. *Marine Pollution Bulletin*, 60(7), 954–963. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2010.04.022>
- Dong, Z. (2018). Blooms of the moon jellyfish aurelia: Causes, consequences and controls. In *World Seas: An Environmental Evaluation Volume III: Ecological Issues and Environmental Impacts* (pp. 163–171). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-805052-1.00008-5>
- Dris, R., Imhof, H., Sanchez, W., Gasperi, J., Galgani, F., Tassin, B., & Laforsch, C. (2015). Beyond the ocean: Contamination of freshwater ecosystems with (micro-)plastic particles. *Environmental Chemistry*, 12(5), 539–550. <https://doi.org/10.1071/EN14172>

- EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain (CONTAM) (2016). Presence of microplastics and nanoplastics in food, with particular focus on seafood. *EFSA Journal* 14: 04501
- Eom, H. J., Lee, N., Yum, S., & Rhee, J. S. (2021). Effects of extremely high concentrations of polystyrene microplastics on asexual reproduction and nematocyst discharge in the jellyfish *Sanderia malayensis*. *Science of the Total Environment*, 807. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.150988>
- Eriksen, M., Lebreton, L. C. M., Carson, H. S., Thiel, M., Moore, C. J., Borerro, J. C., Galgani, F., Ryan, P. G., & Reisser, J. (2014). Plastic Pollution in the World's Oceans: More than 5 Trillion Plastic Pieces Weighing over 250,000 Tons Afloat at Sea. *PLoS ONE*, 9(12). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0111913>
- Fang, C., Zheng, R., Zhang, Y., Hong, F., Mu, J., Chen, M., Song, P., Lin, L., Lin, H., Le, F., & Bo, J. (2018). Microplastic contamination in benthic organisms from the Arctic and sub-Arctic regions. *Chemosphere*, 209, 298–306. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2018.06.101>
- Farrell, P., & Nelson, K. (2013). Trophic level transfer of microplastic: *Mytilus edulis* (L.) to *Carcinus maenas* (L.). *Environmental Pollution*, 177, 1–3. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2013.01.046>
- FitzGeorge-Balfour, T., Hirst, A. G., Lucas, C. H., Craggs, J., Whelan, E. J., & Mombrikotb, S. (2012). *Estimating digestion time in gelatinous predators: a methodological comparison with the scyphomedusa Aurelia aurita*. *Marine Biology*, 160(4), 793–804.
- Freeman, S., Booth, A. M., Sabbah, I., Tiller, R., Dierking, J., Klun, K., Rotter, A., Ben-David, E., Javidpour, J., & Angel, D. L. (2020). Between source and sea: The role of wastewater treatment in reducing marine microplastics. In *Journal of Environmental Management* (Vol. 266). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.110642>
- GESAMP. (2015) Sources, fate and effects of microplastics in the marine environment: a global assessment. In: *Kershaw PJ (ed) Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection. GESAMP, Vol. 90. 96 pp*
- Geyer, R., Jambeck, J. R., & Law, K. L. (2017). *Production, use, and fate of all plastics ever made*.
- Hays, G. C., Doyle, T. K., & Houghton, J. D. R. (2018). A Paradigm Shift in the Trophic Importance of Jellyfish? In *Trends in Ecology and Evolution* (Vol. 33, Issue 11, pp. 874–884). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2018.09.001>
- Hsieh, Y.-H. P., Leong, F.-M., & Rudloe, J. (2001). Jellyfish as food. In *Hydrobiologia* (Vol. 451).
- Illiff, S. M., Wilczek, E. R., Harris, R. J., Bouldin, R., & Stoner, E. W. (2020). Evidence of microplastics from benthic jellyfish (*Cassiopea xamachana*) in Florida estuaries. *Marine Pollution Bulletin*, 159. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2020.111521>
- Ishii, H., & Tanaka, F. (2001). Food and feeding of *Aurelia aurita* in Tokyo Bay with an analysis of stomach contents and a measurement of digestion times. In *Hydrobiologia* (Vol. 451).
- Ishii, T., Kamada, T., & Vairappan, C. S. (2016). Three new cembranoids from the Bornean soft coral *Nephtea* sp. *Journal of Asian Natural Products Research*, 18(5), 415–422. <https://doi.org/10.1080/10286020.2016.1145670>
- Johnson, M. C., & Wuensch, K. L. (1994). An Investigation of Habituation in the Jellyfish *Aurelia aurita*. In *BEHAVIORAL AND NEURAL BIOLOGY* (Vol. 61).

- Jones, R., Ricardo, G. F., & Negri, A. P. (2015). Effects of sediments on the reproductive cycle of corals. In *Marine Pollution Bulletin* (Vol. 100, Issue 1, pp. 13–33). Elsevier Ltd.
<https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2015.08.021>
- Jovanović, B., Gökdağ, K., Güven, O., Emre, Y., Whitley, E. M., & Kideys, A. E. (2018). Virgin microplastics are not causing imminent harm to fish after dietary exposure. *Marine Pollution Bulletin*, 130, 123–131. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.03.016>
- Kaposi, K. L., Mos, B., Kelaher, B. P., & Dworjanyn, S. A. (2014). Ingestion of microplastic has limited impact on a marine larva. *Environmental Science and Technology*, 48(3), 1638–1645.
<https://doi.org/10.1021/es404295e>
- Kershaw, P. (2015). Sources, Fate and Effects of Microplastics in the Marine Environment: A Global Assessment. *International Maritime Organization*
- Killi, N., & Mariottini, G. L. (2018). Cnidarian Jellyfish: Ecological Aspects, Nematocyst Isolation, and Treatment Methods of Sting. *Results and problems in cell differentiation*, 65, 477–513.
https://doi.org/10.1007/978-3-319-92486-1_21
- Klemeš, J. J., Fan, Y. van, Tan, R. R., & Jiang, P. (2020). Minimising the present and future plastic waste, energy and environmental footprints related to COVID-19. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 127. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2020.109883>
- Koelmans, A. A. (2015). Modeling the role of microplastics in bioaccumulation of organic chemicals to marine aquatic organisms. A critical review. In *Marine Anthropogenic Litter* (pp. 309–324). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-16510-3_11
- Kramar, M.K., Tinta, T., Lucic, D., Malej, A., Turk, V. (2018). Bacteria Associated with Jellyfish during Bloom and Post-Bloom Periods. bioRxiv, pp. 329524.
- Lee, H., Shim, W. J., & Kwon, J. H. (2014). Sorption capacity of plastic debris for hydrophobic organic chemicals. *Science of the Total Environment*, 470–471, 1545–1552.
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2013.08.023>
- Lengar, Ž., Klun, K., Dogsa, I., Rotter, A., & Stopar, D. (2021). Sequestration of Polystyrene Microplastics by Jellyfish Mucus. *Frontiers in Marine Science*, 8.
<https://doi.org/10.3389/fmars.2021.690749>
- Lusher, A. L., Hernandez-Milian, G., O'Brien, J., Berrow, S., O'Connor, I., & Officer, R. (2015). Microplastic and macroplastic ingestion by a deep diving, oceanic cetacean: The True's beaked whale *Mesoplodon mirus*. *Environmental Pollution*, 199, 185–191.
<https://doi.org/10.1016/j.envpol.2015.01.023>
- Lyons, M. (1973). Collar Cells in Planula and Adult Tentacle Ectoderm of the Solitary Coral *Balanophyllia regia* (Anthozoa Eupsammiidae). In *Z. Zellforseh* (Vol. 145).
- Macali, A., Semenov, A., Venuti, V., Crupi, V., D'Amico, F., Rossi, B., Corsi, I., & Bergami, E. (2018). Episodic records of jellyfish ingestion of plastic items reveal a novel pathway for trophic transference of marine litter. *Scientific Reports*, 8(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-018-24427-7>
- Macali, A., & Bergami, E. (2020). Jellyfish as innovative bioindicator for plastic pollution. *Ecological Indicators*, 115. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.106375>
- Michels, J., Stippkugel, A., Lenz, M., Wirtz, K., & Engel, A. (2018). Rapid aggregation of biofilm-covered microplastics with marine biogenic particles. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 285(1885). <https://doi.org/10.1098/rspb.2018.1203>

- Milisenda, G., Rosa, S., Fuentes, V. L., Boero, F., Guglielmo, L., Purcell, J. E., & Piraino, S. (2014). Jellyfish as prey: Frequency of predation and selective foraging of boops boops (vertebrata, actinopterygii) on the mauve stinger pelagia noctiluca (cnidaria, scyphozoa). *PLoS ONE*, 9(4). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0094600>
- Miyazato, H., Taira, J., & Ueda, K. (2016). Hydrogen peroxide derived from marine peroxy sesquiterpenoids induces apoptosis in HCT116 human colon cancer cells. *Bioorganic and Medicinal Chemistry Letters*, 26(19), 4641–4644. <https://doi.org/10.1016/j.bmcl.2016.08.057>
- Morabito, R., Dossena, S., la Spada, G., & Marino, A. (2014). Heavy metals affect nematocysts discharge response and biological activity of crude venom in the jellyfish Pelagia noctiluca (Cnidaria, Scyphozoa). *Cellular Physiology and Biochemistry*, 34(2), 244–254. <https://doi.org/10.1159/000362979>
- Morais, L. M. S., Sarti, F., Chelazzi, D., Cincinelli, A., Giarrizzo, T., & Martinelli Filho, J. E. (2020). The sea anemone *Bunodosoma cangicum* as a potential biomonitor for microplastics contamination on the Brazilian Amazon coast. *Environmental Pollution*, 265. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.114817>
- Morgana, S., Gambardella, C., Costa, E., Piazza, V., Garaventa, F., & Faimali, M. (2020). Ecotoxicological Effects of Microplastics in Marine Zooplankton. In *Springer Water* (pp. 234–239). Springer Nature. https://doi.org/10.1007/978-3-030-45909-3_36
- Murphy, F., & Quinn, B. (2018). The effects of microplastic on freshwater Hydra attenuata feeding, morphology & reproduction. *Environmental Pollution*, 234, 487–494. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2017.11.029>
- Murray, F., & Cowie, P. R. (2011). Plastic contamination in the decapod crustacean *Nephrops norvegicus* (Linnaeus, 1758). *Marine Pollution Bulletin*, 62(6), 1207–1217. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2011.03.032>
- Nelms, S. E., Galloway, T. S., Godley, B. J., Jarvis, D. S., & Lindeque, P. K. (2018). Investigating microplastic trophic transfer in marine top predators. *Environmental Pollution*, 238, 999–1007. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2018.02.016>
- Oberbeckmann, S., Löder, M. G. J., & Labrenz, M. (2015). Marine microplastic-associated biofilms - A review. *Environmental Chemistry*, 12(5), 551–562. <https://doi.org/10.1071/EN15069>
- O'Connor, I. A., Golsteijn, L., & Hendriks, A. J. (2016). Review of the partitioning of chemicals into different plastics: Consequences for the risk assessment of marine plastic debris. In *Marine Pollution Bulletin* (Vol. 113, Issues 1–2, pp. 17–24). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2016.07.021>
- Pannetier, P., Morin, B., le Bihanic, F., Dubreil, L., Clérandeau, C., Chouvellon, F., van Arkel, K., Danion, M., & Cachot, J. (2020). Environmental samples of microplastics induce significant toxic effects in fish larvae. *Environment International*, 134. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2019.105047>
- Patwa, A., Thiéry, A., Lombard, F., Lilley, M. K. S., Boisset, C., Bramard, J. F., Bottero, J. Y., & Barthélémy, P. (2015). Accumulation of nanoparticles in “jellyfish” mucus: A bio-inspired route to decontamination of nano-waste. *Scientific Reports*, 5. <https://doi.org/10.1038/srep11387>
- Pittura, L., Avio, C. G., Giuliani, M. E., d'Errico, G., Keiter, S. H., Cormier, B., Gorbi, S., & Regoli, F. (2018). Microplastics as vehicles of environmental PAHs to marine organisms: Combined chemical and physical hazards to the mediterranean mussels, *Mytilus galloprovincialis*. *Frontiers in Marine Science*, 5(APR). <https://doi.org/10.3389/fmars.2018.00103>

- Procter, J., Hopkins, F. E., Fileman, E. S., & Lindeque, P. K. (2019). Smells good enough to eat: Dimethyl sulfide (DMS) enhances copepod ingestion of microplastics. *Marine Pollution Bulletin*, 138, 1–6. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.11.014>
- Purcell, J. E., Uye, S. I., & Lo, W. T. (2007). Anthropogenic causes of jellyfish blooms and their direct consequences for humans: A review. In *Marine Ecology Progress Series* (Vol. 350, pp. 153–174). <https://doi.org/10.3354/meps07093>
- Rapp, J., Herrera, A., Bondyale-Juez, D. R., González-Pleiter, M., Reinold, S., Asensio, M., Martínez, I., & Gómez, M. (2021). Microplastic ingestion in jellyfish *Pelagia noctiluca* (Forsskal, 1775) in the North Atlantic Ocean. *Marine Pollution Bulletin*, 166. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2021.112266>
- Rochman, C. M., Hoh, E., Kurobe, T., & Teh, S. J. (2013a). Ingested plastic transfers hazardous chemicals to fish and induces hepatic stress. *Scientific Reports*, 3. <https://doi.org/10.1038/srep03263>
- Rochman, C. M., Manzano, C., Hentschel, B. T., Simonich, S. L. M., & Hoh, E. (2013b). Polystyrene plastic: A source and sink for polycyclic aromatic hydrocarbons in the marine environment. *Environmental Science and Technology*, 47(24), 13976–13984. <https://doi.org/10.1021/es403605f>
- Rochman, C. M., Hentschel, B. T., & The, S. J. (2014). Long-term sorption of metals is similar among plastic types: Implications for plastic debris in aquatic environments. *PLoS ONE*, 9(1). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0085433>
- Romeo, T., Pietro, B., Pedà, C., Consoli, P., Andaloro, F., & Fossi, M. C. (2015). First evidence of presence of plastic debris in stomach of large pelagic fish in the Mediterranean Sea. *Marine Pollution Bulletin*, 95(1), 358–361. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2015.04.048>
- Savoca, M. S., Wohlfeil, M. E., Ebeler, S. E., & Nevitt, G. A. (2016). *Marine plastic debris emits a keystone infochemical for olfactory foraging seabirds*. <http://advances.sciencemag.org/>
- Savoca, M. S., Tyson, C. W., McGill, M., & Slager, C. J. (2017). Odours from marine plastic debris induce food search behaviours in a forage fish. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 284(1860). <https://doi.org/10.1098/rspb.2017.1000>
- Setälä, O., Fleming-Lehtinen, V., & Lehtiniemi, M. (2014). Ingestion and transfer of microplastics in the planktonic food web. *Environmental Pollution*, 185, 77–83. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2013.10.013>
- Shanahan, L. K., & Gottfried, J. A. (2014). Olfactory insights into sleep-dependent learning and memory. In *Progress in Brain Research* (Vol. 208). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-63350-7.00012-7>
- Sucharitakul, P., Pitt, K. A., & Welsh, D. T. (2020). Limited ingestion, rapid egestion and no detectable impacts of microbeads on the moon jellyfish, *Aurelia aurita*. *Marine Pollution Bulletin*, 156. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2020.111208>
- Sucharitakul, P., Pitt, K. A., & Welsh, D. T. (2021a). Trophic transfer of microbeads to jellyfish and the importance of aging microbeads for microplastic experiments. *Marine Pollution Bulletin*, 172. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2021.112867>
- Sucharitakul, P., Pitt, K. A., & Welsh, D. T. (2021b). Assessment of microplastics in discharged treated wastewater and the utility of *Chrysaora pentastoma medusae* as bioindicators of

- microplastics. *Science of the Total Environment*, 790. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.148076>
- Sun, X., Li, Q., Zhu, M., Liang, J., Zheng, S., & Zhao, Y. (2017). Ingestion of microplastics by natural zooplankton groups in the northern South China Sea. *Marine Pollution Bulletin*, 115(1–2), 217–224. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2016.12.004>
- Sweetman, A. K., & Chapman, A. (2011). First observations of jelly-falls at the seafloor in a deep-sea fjord. *Deep-Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers*, 58(12), 1206–1211. <https://doi.org/10.1016/j.dsr.2011.08.006>
- Sweetman, A. K., Smith, C. R., Dale, T., & Jones, D. O. B. (2014). Rapid scavenging of jellyfish carcasses reveals the importance of gelatinous material to deep-sea food webs. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 281(1796). <https://doi.org/10.1098/rspb.2014.2210>
- Sweetman, A. K., & Chapman, A. (2015). First assessment of flux rates of jellyfish carcasses (jelly-falls) to the benthos reveals the importance of gelatinous material for biological C-cycling in jellyfish-dominated ecosystems. *Frontiers in Marine Science*, 2(JUL). <https://doi.org/10.3389/fmars.2015.00047>
- Templeman, M. A., McKenzie, M. R., & Kingsford, M. J. (2021). The utility of jellyfish as marine biomonitors. *Marine Pollution Bulletin*, 173. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2021.113056>
- Teuten, E. L., Saquing, J. M., Knappe, D. R. U., Barlaz, M. A., Jonsson, S., Björn, A., Rowland, S. J., Thompson, R. C., Galloway, T. S., Yamashita, R., Ochi, D., Watanuki, Y., Moore, C., Viet, P. H., Tana, T. S., Prudente, M., Boonyatumanond, R., Zakaria, M. P., Akkavong, K., ... Takada, H. (2009). Transport and release of chemicals from plastics to the environment and to wildlife. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 364(1526), 2027–2045. <https://doi.org/10.1098/rstb.2008.0284>
- Tombs, R. (2020). "Aurelia aurita" (On-line), Animal Diversity Web. Accessed November 15, 2021 at https://animaldiversity.org/accounts/Aurelia_aurita
- Turner, A. (2016). Heavy metals, metalloids and other hazardous elements in marine plastic litter. *Marine Pollution Bulletin*, 111(1–2), 136–142. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2016.07.020>
- Underwood, A. J. (1997). Experiments in ecology: Their logical design and interpretation using analysis of variance. *Cambridge University Press*.
- Van Franeker, J. A., Blaize, C., Danielsen, J., Fairclough, K., Gollan, J., Guse, N., Hansen, P. L., Heubeck, M., Jensen, J. K., le Guillou, G., Olsen, B., Olsen, K. O., Pedersen, J., Stienen, E. W. M., & Turner, D. M. (2011). Monitoring plastic ingestion by the northern fulmar *Fulmarus glacialis* in the North Sea. *Environmental Pollution*, 159(10), 2609–2615. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2011.06.008>
- Vaquer-Sunyer, R., & Duarte, C. M. (2008). *Thresholds of hypoxia for marine biodiversity*. www.pnas.org/cgi/content/full/
- Vroom, R. J. E., Koelmans, A. A., Besseling, E., & Halsband, C. (2017). Aging of microplastics promotes their ingestion by marine zooplankton. *Environmental Pollution*, 231, 987–996. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2017.08.088>
- Weideman, E. A., Munro, C., Perold, V., Omardien, A., & Ryan, P. G. (2020). Ingestion of plastic litter by the sandy anemone *Bunodactis reynaudi*. *Environmental Pollution*, 267. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.115543>

Welden, N. A. C., & Cowie, P. R. (2016). Long-term microplastic retention causes reduced body condition in the langoustine, *Nephrops norvegicus*. *Environmental Pollution*, 218, 895–900. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2016.08.020>

Wright, S. L., Rowe, D., Thompson, R. C., & Galloway, T. S. (2013). Microplastic ingestion decreases energy reserves in marine worms. In *Current Biology* (Vol. 23, Issue 23). Cell Press. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2013.10.068>

Yamamoto, J., Hirose, M., Ohtani, T., Sugimoto, K., Hirase, K., Shimamoto, N., Shimura, T., Honda, N., Fujimori, Y., & Mukai, T. (2008). Transportation of organic matter to the sea floor by carrion falls of the giant jellyfish *Nemopilema nomurai* in the Sea of Japan. *Marine Biology*, 153(3), 311–317. <https://doi.org/10.1007/s00227-007-0807-9>

ANEXO

Tabla 1. Tabla resumen sobre las características de los MP utilizados por los artículos relacionados con el estudio realizado.

CITA	PLÁSTICO	TIPO/TAMAÑO/DENSIDAD	CONCENTRACIÓN	MARCA
Sucharitakul et al., 2020	Poliestireno (PS)	Microesferas fluorescentes (100 µm)	2000 partículas/L	Tianjin BaseLine ChromTech (Tianjin, China)
Costa et al., 2020a	Polietileno (PE)	Esferas verde fluorescente (1-5 µm) (0.99 g/cm ³ densidad)	2000 partículas/L	Cospheric (CA, USA) y Sigma-Aldrich (Germany)
Costa et al., 2020b	Polietileno (PE)	Microplástico verde fluorescente (1-5 µm) (1.03 g/cm ³ densidad) con 414/515 nm excitación/emisión	2000 partículas/L	Sigma-Aldrich (Germany)
Rocha et al., 2020	Polietileno baja densidad (PE); Policloruro de vinilo (PVC)	Microplásticos de 125 µm para PE y 250 µm para PVC	$0.5 \times 10^5 - 4 \times 10^5$ (PE); $0.7 \times 10^5 - 1.5 \times 10^5$ (PVC) partículas/L	Sigma-Aldrich (Germany) y Goodfellow suppliers
Sucharitakul et al., 2021a	Poliestireno (PS)	Microesferas verde fluorescente (100 µm) con 467/526 nm excitación/emisión	2000 partículas/L	Tianjin BaseLine ChromTech (Tianjin, China)
Lengar et al., 2021	Poliestireno (PS)	Microesferas verde fluorescente (48 µm) (1.05 g/cm ³ densidad)	250, 500, 1000, 2000, 4000, and 8000 partículas/mL	Duke Scientific Corporation
Morgana et al., 2020	Polietileno baja densidad (PE)	Microplásticos verde fluorescente (1-5 µm) (1.3 g/cm ³ densidad) con 414/515 nm emisión/excitación	0.01–0.1–1–10 mg/L	Cospheric (CA, USA)
Tari Alcazo, 2019	Polietileno (PE)	Microesferas verde fluorescente (75-90 µm) (1.025 g/cm ³)	5000, 10000, 20000 partículas/L	Cospheric (CA, USA)
Eom et al., 2021	Poliestireno (PS)	Microesferas fluorescentes (1-6 µm)	1×10^{-4} partículas/mL	Sigma-Aldrich, Inc. (USA)
Murphy et al., 2018	Polietileno (PE)	Microplásticos azules irregulares (<400 mm)	0,01; 0,02; 0,04; 0,08 g/mL	Extraídos de un producto de lavado de cara disponible en el mercado.

Tabla 2. Tabla resumen sobre los métodos de cuantificación de los MP utilizados por los artículos relacionados con el estudio realizado.

CITA	MÉTODO CUANTIFICACIÓN MP
Sucharitakul et al., 2020	Mediante estereomicroscopio y luz UV.
Costa et al., 2020a	Mediante microscopio de epi-fluorescencia (Olympus) y microscopio de escáner láser confocal (CLSM Leica SP2). Los MP fluorescentes se iluminaron con un láser ArKr en el canal azul (longitud de onda 458 nm). Para abordar más a fondo la internalización de los mp, se observaron al microscopio holotomográfico 3D (Tomocube Inc. modelo HT-2).
Costa et al., 2020b	Mediante microscopio de epi-fluorescencia (Olympus). Los MP fluorescentes se iluminaron con un láser ArKr en el canal azul (longitud de onda 458 nm)
Rocha et al., 2020	Mediante inspección visual bajo estereomicroscopio (stereoscopic zoom microscope -SMZ 1500, Nikon Corporation) asociado con software NISElements D 3.2 microscope imaging. Se toman fotos de todos los ángulos y se cuantifican con el programa gratuito Image J. Tras digestión de las muestras y filtrado de las mismas, estas se fotografían bajo luz visible (luz azul, 540 nm) y luz UV (254 nm) y cuantificadas con herramienta análisis visual de mp (MP-VAT) con software Image J. Partículas que revelan fluorescencia roja se consideran LDPE o PVC.
Sucharitakul et al., 2021a	Mediante estereomicroscopio y luz UV
Lengar et al., 2021	Mediante un lector de fluorescencia de microplacas (Cytation 5, Biotek) tras excitar los mp a 368 nm y detectarlos a 530 nm.
Morgana et al., 2020	Mediante microscopio epi-fluorescente bajo una luz Leica DMRB. Las imágenes se adquirieron con una cámara CCD Leica DFC420C y el software Leica (Leica Application Suite V3). Las imágenes resultantes se almacenaron y visualizaron con el programa de software Leica utilizando el formato de imagen TIFF
Tarí Alcazo, 2019	Mediante luz ultravioleta
Eom et al., 2021	Mediante un estereoscopio Nikon SMZ25 junto con el software Image J.
Murphy et al., 2018	Mediante microscopio de disección

Tabla 3. Datos del tiempo en tentáculos, tiempos de ingestión y egestión de MP con/sin biofilm tomados en medusas de *A. aurita*.

Color microfibra	Biofilm	Sin biofilm	Biofilm		Sin biofilm	
	Tiempo total en tentáculos	Tiempo total en tentáculos	Tiempo ingestión	Tiempo egestión	Tiempo ingestión	Tiempo egestión
Rosa	0:00:05					
Rosa	0:53:00					
Rosa	0:03:00					
Rosa	0:00:05					
Rosa	0:02:00					
Rosa	0:02:00					
Rosa	0:08:00					
Rosa		0:02:00				
Rosa		0:01:00				
Rosa		0:02:00				
Rosa		0:02:00				
Rosa		0:01:00				
Amarilla	0:05:00					
Amarilla	0:42:00					
Amarilla	0:00:05					
Amarilla	0:04:00					
Amarilla	0:12:00					
Amarilla		1:47:00				
Amarilla		0:00:05				

Amarilla		0:00:05				
Naranja	0:01:00					
Naranja	0:01:00					
Naranja	0:34:00					
Naranja	0:01:00					
Naranja	0:01:00					
Naranja	0:01:00					
Naranja		2:04:00				
Naranja		0:01:00				
Naranja		0:01:00				
Rosa	0:02:00					
Rosa	0:01:00					
Rosa		0:41:00				
Rosa		0:35:00				
Rosa	0:01:00					
Rosa	0:00:10					
Rosa	0:01:00					
Rosa	0:01:00					
Rosa		0:01:00				
Amarilla	0:58:00					
Amarilla	0:41:00					
Amarilla		0:01:00				
Amarilla		0:04:00				
Amarilla	0:01:00					
Amarilla	0:00:05					
Amarilla		0:01:00				
Amarilla	0:00:05					
Amarilla	0:00:05					
Naranja		4:36:00				
Naranja	0:01:00					
Naranja		0:00:10				
Naranja	0:00:10					
Naranja	0:01:00					
Naranja		0:01:00				
Naranja		0:28:00				
Naranja		0:01:00				
Verde		1:36:00				
Verde	0:02:00					
Verde	0:01:00					
Verde	1:31:00					
Verde		0:02:00				
Verde		0:55:00				
Verde	0:00:10	0:00:10				

Verde		0:18:00				
Verde	0:04:00					
Rosa	0:00:05					
Rosa	0:38:00					
Rosa		0:08:00				
Rosa					0:30:00	1:43:00
Rosa		0:00:10				
Rosa	0:01:00					
Rosa		0:00:10				
Amarilla		0:28:00				
Amarilla	0:03:00					
Amarilla		0:01:00				
Amarilla		0:00:10				
Amarilla	0:00:10					
Amarilla	0:00:10					
Amarilla		0:00:10				
Amarilla		0:00:05				
Amarilla	0:05:00					
Amarilla	0:01:00					
Amarilla	0:00:05					
Amarilla	1:19:00					
Amarilla		0:42:00				
Amarilla		0:00:05				
Amarilla		0:01:00				
Amarilla	0:00:10					
Amarilla	0:03:00					
Naranja	0:01:00					
Naranja	0:00:10					
Naranja	0:01:00					
Naranja			0:19:00	4:20:00		
Naranja	0:01:00					
Naranja					0:41:00	-
Naranja	0:00:05					
Naranja	0:00:05					
Naranja		0:01:00				
Naranja		0:00:10				
Naranja		-				
Naranja		-				
Naranja		0:05:00				
Rosa	1:21:00					
Rosa		0:00:10				
Rosa		0:01:00				
Rosa		0:01:00				

Rosa	0:00:05					
Rosa	0:01:00					
Rosa	0:00:10					
Rosa	0:01:00					
Rosa		0:01:00				
Rosa		0:01:00				
Verde	0:00:10					
Verde	0:00:05					
Verde		0:00:10				
Verde		0:00:10				
Verde	0:01:00					
Verde		0:02:00				
Verde		0:01:00				
Verde	0:02:00					
Verde	0:00:05					
Verde	0:01:00					
Naranja			0:47:00	3:13:00		
Naranja			3:55:00	0:31:00		
Naranja					0:34:00	3:59:00
Naranja	0:00:05					
Naranja		0:08:00				
Naranja			0:20:00	3:20:00		
Naranja					0:24:00	0:47:00
Naranja		0:29:00				
Verde	0:01:00					
Verde	0:01:00					
Verde		0:00:05				
Verde	0:02:00					
Verde		0:00:10				
Verde		0:48:00				
Verde		0:02:00				
Verde	0:01:00					
Verde	0:00:10					
Rosa		0:50:00				
Rosa	0:06:00					
Rosa			1:04:00	3:12:00		
Rosa	1:28:00					
Rosa		-				
Rosa		0:00:05				
Rosa		0:00:05				
Rosa	0:00:05					
Rosa	0:02:00					
Rosa	0:15:00					

Naranja	0:00:10					
Naranja	0:08:00					
Naranja	0:00:10					
Naranja	0:00:10					
Naranja	0:01:00					
Naranja		3:34:00				
Naranja	0:00:10					
Naranja		0:00:05				
Amarilla	0:02:00					
Amarilla		0:00:05				
Amarilla		0:00:10				
Amarilla	0:03:00					
Amarilla	0:06:00					
Amarilla		0:01:00				
Amarilla		0:01:00				
Amarilla	1:14:00					
Amarilla		3:13:00				
Rosa		0:25:00				
Rosa	0:00:10					
Rosa		0:01:00				
Rosa	0:00:05					
Rosa		0:00:05				
Rosa		0:00:10				
Verde		0:00:10				
Verde		0:00:10				
Verde		0:00:05				
Verde	0:01:00					
Verde	0:00:10					
Verde		0:00:10				
Verde		0:00:10				
Verde	0:01:00					
Verde		0:00:05				
Verde	0:01:00					
Verde		0:00:05				
Verde	0:02:00					
Verde	0:02:00					
Naranja			0:37:00	4:00:00		
Naranja		0:00:10				
Naranja		0:01:00				
Naranja	0:00:05					
Naranja		2:22:00				
Naranja						
Naranja	0:00:10					

Naranja	0:00:10					
Naranja	0:00:10					
Naranja	0:01:00					
Naranja		0:01:00				
Naranja		0:01:00				
Naranja		0:01:00				
Amarilla		0:02:00				
Amarilla	0:05:00					
Amarilla	0:04:00					
Amarilla		0:00:10				
Amarilla	0:03:00					
Amarilla					0:16:00	3:54:00
Amarilla		0:05:00				
Amarilla	0:01:00					
Amarilla	0:01:00					
Amarilla	0:00:10					
Amarilla		0:14:00				
Amarilla		0:21:00				
Amarilla		0:06:00				
Amarilla	0:01:00					
Amarilla		0:07:00				
Amarilla		0:00:05				
Amarilla					0:44:00	9:48:00
Amarilla	0:02:00					
Amarilla	0:02:00					
Amarilla	0:04:00					
Amarilla		0:01:00				
Naranja	0:03:00					
Naranja					1:34:00	1:22:00
Naranja	0:00:10					
Naranja	0:01:00					
Naranja	0:01:00					
Naranja	0:01:00					
Naranja	0:00:10					
Naranja					0:26:00	1:58:00
Naranja	0:06:00					
Rosa	0:24:00					
Rosa		0:02:00				
Rosa		0:02:00				
Rosa		0:01:00				
Rosa	0:11:00					
Rosa	0:00:05					
Rosa					0:49:00	2:32:00

Rosa		0:04:00				
Rosa	0:03:00					
Rosa	0:00:05					
Rosa	0:01:00					
Rosa		0:01:00				
Rosa		0:00:10				
Rosa		0:01:00				
Verde	0:11:00					
Verde	0:03:00					
Verde	0:03:00					
Verde	0:05:00					
Verde		0:01:00				
Verde		0:01:00				
Verde		0:05:00				
Verde		0:04:00				
Verde		0:01:00				
Verde		0:00:10				
Verde		0:02:00				
Verde		0:01:00				
Verde		0:01:00				
Rosa	0:00:10					
Rosa	0:04:00					
Rosa	0:02:00					
Rosa	0:02:00					
Rosa		0:01:00				
Rosa	0:17:00					
Rosa	0:00:10					
Rosa		0:01:00				
Rosa		1:47:00				
Rosa		0:02:00				
Rosa		0:12:00				
Verde	0:02:00					
Verde	0:01:00					
Verde	0:00:10					
Verde					0:25:00	3:21:00
Verde		0:00:10				
Verde	0:01:00					
Verde					0:28:00	5:01:00
Verde					0:42:00	1:47:00
Verde	0:00:10					
Verde	0:00:10					
Verde		0:00:05				
Verde	0:00:10					

Naranja					0:17:00	4:54:00
Naranja			0:25:00	5:31:00		
Naranja	0:04:00					
Naranja					0:11:00	4:31:00
Naranja					0:38:00	2:37:00
Naranja		0:01:00				
Naranja	0:02:00					
Naranja	0:00:10					
Naranja		0:01:00				
Naranja	0:00:05					
Amarilla		2:39:00				
Amarilla		0:01:00				
Amarilla	0:01:00					
Amarilla					0:25:00	3:17:00
Amarilla	0:00:05					
Amarilla	0:12:00					
Amarilla	0:00:10					
Naranja	0:06:00		0:26:00	2:26:00		
Naranja		0:03:00				
Naranja			0:33:00	2:27:00		
Naranja	0:03:00					
Naranja	0:00:10					
Naranja			0:11:00	1:32:00		
Verde					2:02:00	5:41:00
Verde		3:02:00				
Verde		0:00:05				
Verde		0:01:00				
Verde			0:16:00	8:12:00		
Verde	0:00:05					
Verde	0:01:00					
Verde					1:25:00	4:47:00
Amarilla	2:05:00					
Amarilla	3:14:00					
Amarilla	0:02:00					
Amarilla	0:02:00					
Amarilla		0:00:10				
Amarilla	0:00:05					
Amarilla	0:01:00					
Amarilla	0:01:00					
Amarilla					0:32:00	0:13:00
Amarilla		0:00:10				
Amarilla	2:53:00					
Rosa		0:03:00				

Rosa					1:48:00	3:13:00
Rosa		0:00:10				
Rosa	0:00:10					
Rosa	0:01:00					
Rosa	0:00:10					
Rosa		0:11:00				
Rosa	0:01:00					
Rosa		0:01:00				
Verde		0:05:00				
Verde		1:47:00				
Verde		0:00:05				
Verde		0:01:00				
Verde		0:00:05				
Amarilla		0:24:00				
Amarilla	0:06:00					
Amarilla	0:00:05					
Amarilla	0:01:00					
Amarilla	0:00:10					
Amarilla		0:01:00				
Amarilla		0:01:00				
Amarilla		0:01:00				
Amarilla	0:01:00					
Amarilla	0:00:10					
Naranja		0:01:00				
Naranja		0:00:05				
Naranja		2:41:00				
Naranja	0:28:00					
Naranja		0:01:00				
Naranja		0:00:05				
Naranja	0:00:10					
Naranja	0:00:10					
Naranja	0:01:00					
Naranja		0:01:00				
Naranja	0:01:00					
Naranja		0:00:05				
Naranja	0:00:10					
Rosa	0:01:00					
Rosa	0:14:00					
Rosa	0:01:00					
Rosa		0:01:00				
Rosa	1:39:00					
Rosa	0:01:00					
Rosa		0:02:00				

Rosa	1:49:00					
Rosa		0:02:00				
Naranja			1:02:00	0:33:00		
Naranja	0:03:00					
Naranja	0:23:00					
Naranja		0:02:00				
Naranja		0:01:00				
Naranja	0:05:00					
Naranja	0:01:00					
Naranja		0:01:00				
Naranja		0:01:00				
Rosa	0:09:00					
Rosa	0:00:10					
Rosa		0:03:00				
Rosa		0:01:00				
Rosa					0:10:00	1:54:00
Rosa			0:52:00	2:22:00		
Verde			0:21:00	5:30:00		
Verde	0:00:05					
Verde	0:01:00					
Verde	0:00:05					
Verde					1:20:00	7:47:00
Verde		0:07:00				
Verde					0:22:00	5:27:00
Verde			0:11:00	0:54:00		
Verde	0:00:10					
Verde		0:00:05				
Amarilla		0:01:00				
Amarilla	0:02:00					
Amarilla	0:12:00					
Amarilla	0:00:10					
Amarilla		0:00:05				
Amarilla		2:37:00				
Amarilla	0:01:00					
Amarilla			2:05:00	4:39:00		
Amarilla		1:45:00				
Amarilla		0:00:05				
Amarilla	0:01:00					
Verde	0:01:00					
Verde	0:00:05					
Verde		0:00:10				
Verde		0:01:00				
Verde		0:04:00				

Verde	0:01:00					
Verde	0:00:10					
Verde		0:01:00				
Naranja		0:00:10				
Naranja		0:01:00				
Naranja	0:01:00					
Naranja		0:01:00				
Naranja		0:00:10				
Naranja	0:00:10					
Naranja	0:01:00					
Naranja		0:01:00				
Naranja		0:01:00				
Rosa	0:01:00					
Rosa	0:01:00					
Rosa	0:00:05					
Rosa		0:01:00				
Rosa	0:01:00					
Rosa	0:02:00					
Rosa	0:01:00					
Rosa		0:00:10				
Rosa		0:01:00				
Rosa		0:06:00				
Rosa	0:01:00					
Rosa		0:01:00				
Amarilla		0:00:10				
Amarilla		0:01:00				
Amarilla	0:01:00					
Amarilla	0:02:00					
Amarilla		0:01:00				
Amarilla	0:01:00					
Amarilla	0:00:10					
Naranja	0:00:10	1:04:00				
Naranja		0:02:00				
Naranja		0:00:10				
Naranja		0:00:10				
Naranja	0:06:00					
Naranja			0:17:00	4:10:00		
Naranja	0:00:10					
Naranja	0:02:00					
Naranja		0:01:00				
Naranja		0:26:00				
Rosa	0:01:00					
Rosa		0:01:00				

Rosa	0:00:10					
Rosa	0:01:00					
Rosa	0:02:00					
Rosa		0:53:00				
Rosa	0:00:10					
Amarillo	0:01:00					
Amarillo		0:05:00				
Amarillo		0:01:00				
Amarillo	0:00:10					
Amarillo	0:01:00					
Amarillo	0:00:10					
Amarillo	0:02:00					
Amarillo		0:01:00				
Verde	0:17:00					
Verde	0:01:00					
Verde	0:00:10					
Verde		0:02:00				
Verde	0:00:10					
Verde	0:12:00					
Verde	0:00:10					
Verde		0:02:00				
Verde	0:00:10					
Verde	0:00:10					
Rosa	0:19:00					
Rosa	0:01:00					
Rosa	0:01:00					
Rosa		0:29:00				
Rosa	0:12:00					
Rosa	0:01:00					
Rosa	0:01:00					
Rosa		0:00:10				
Naranja		0:13:00				
Naranja	0:02:00					
Naranja	0:47:00					
Naranja		0:01:00				
Naranja		0:01:00				
Naranja		0:00:10				
Naranja	0:01:00					
Amarilla	0:01:00					
Amarilla	0:05:00					
Amarilla	0:05:00					
Amarilla		0:08:00				
Amarilla		0:05:00				

Amarilla	0:01:00					
Amarilla	0:00:10					
Amarilla	0:01:00					
Amarilla	0:01:00					
Amarilla		0:01:00				
Amarilla		0:00:10				
Rosa	0:02:00					
Rosa	0:01:00					
Rosa		2:48:00				
Rosa		0:01:00				
Rosa	0:01:00					
Rosa	0:00:10					
Rosa					1:31:00	0:40:00
Rosa		0:00:05				
Amarilla		0:01:00				
Amarilla		0:00:05				
Amarilla	0:01:00					
Amarilla	0:05:00					
Amarilla	0:01:00					
Amarilla	0:05:00					
Amarilla					1:26:00	4:31:00
Amarilla		2:10:00				
Amarilla		0:00:05				
Amarilla	0:01:00					
Amarilla	0:08:00					
Verde					0:26:00	4:28:00
Verde					1:06:00	6:47:00
Verde					0:58:00	7:29:00
Verde	0:00:10					
Verde	0:01:00					
Verde		0:01:00				
Verde					0:51:00	5:02:00
Verde		4:15:00				
Verde	4:13:00					
Naranja					1:31:00	4:30:00
Naranja					2:19:00	2:10:00
Naranja		0:01				
Naranja		0:00:10				
Naranja	0:01:00					
Naranja	0:02:00					
Naranja	3:05:00					
Naranja		0:00:10				
Naranja		0:00:10				

Naranja		0:00:05				
Naranja	0:01:00					
Naranja	0:02:00					
Verde	0:01:00					
Verde	0:01:00					
Verde	1:09:00					
Verde		0:01:00				
Verde					0:38:00	3:37:00
Verde					0:38:00	4:22:00
Naranja		0:03:00				
Naranja		0:01:00				
Naranja	0:04:00					
Naranja	0:02:00					
Naranja		0:00:10				
Naranja	0:02:00					
Naranja	0:01:00					
Naranja	0:00:10					
Naranja	0:02:00					
Naranja		4:39:00				
Naranja		0:02:00				
Rosa	0:01:00					
Rosa	0:01:00					
Rosa	0:01:00					
Rosa	0:01:00					
Rosa		1:19:00				
Rosa		1:31:00				
Rosa	0:01:00					
Amarilla		4:52:00				
Amarilla		0:01:00				
Amarilla	0:04:00					
Amarilla		0:00:10				
Amarilla		0:01:00				
Amarilla		1:53:00				
Amarilla		0:01:00				
Verde	0:01:00					
Verde	0:00:05					
Verde		0:04:00				
Verde	0:01:00					
Verde	0:01:00					
Verde					2:27:00	3:51:00
Verde		0:00:05				
Verde		0:01:00				
Amarillo		0:00:05				

Amarillo		7:51:00				
Amarillo	0:01:00					
Amarillo	0:02:00					
Amarillo		0:00:05				
Amarillo	0:13:00					
Amarillo	0:01:00					
Amarillo		0:00:10				
Naranja	0:04:00					
Naranja	0:01:00					
Naranja	0:00:05					
Naranja		0:01:00				
Naranja		0:00:05				
Naranja					1:11:00	2:07:00
Naranja					0:27:00	4:19:00
Naranja	0:10:00					
Naranja	0:00:10					
Naranja	0:00:10					
Naranja	0:01:00					
Rosa		0:01:00				
Rosa					1:16:00	4:46:00
Rosa	1:54:00					
Rosa		0:01:00				
Rosa	0:14:00					
Rosa		2:28:00				
Rosa	0:01:00					

Tabla 4. Número de MP con/sin biofilm que captan y se introducen en la cavidad gástrica las medusas de *A. aurita*

Diámetro umbrella (cm)	Color microfibra	Biofilm	Cav. Gast. Biofilm	Sin biofilm	Cav. Gast. Sin Biofilm
1,82	Rosa	7/12		5/9	
1,7	Amarilla	1/2		3/10	
1,61	Naranja	6/11		3/10	
1,39	Rosa	7/10		3/10	
1,57	Amarilla	3/5		3/10	
1,84	Naranja	3/10		1/2	
1,85	Verde	1/2		1/2	
1,7	Rosa	3/10		2/5	1/10
1,5	Amarilla	3/10		1/2	
1,05	Amarilla	3/5		3/10	
1,64	Naranja	7/10	2/5	3/5	3/10
1,9	Rosa	1/2		1/2	
1,51	Verde	3/5		2/5	
1,7	Naranja	2/5		2/5	
1,58	Verde	3/10		1/5	

1,36	Verde	1/5		1/5	
2,14	Rosa	3/5	1/10	2/5	
1,16	Naranja	6/11		1/5	
0,89	Amarilla	2/5		1/2	
2,35	Rosa	1/5		2/5	
2,22	Verde	3/5		7/10	
2,56	Naranja	7/10	1/10	3/5	
2,07	Amarilla	1/2		2/5	1/10
2,27	Amarilla	1/2		7/10	1/10
2,45	Naranja	3/5		3/10	1/5
2,45	Rosa	3/5		4/5	1/10
2,92	Verde	2/5		9/10	
2,48	Rosa	3/5		1/2	
2,6	Verde	7/10		1/2	3/10
2,53	Naranja	1/2	1/10	1/2	3/10
2,24	Amarilla	2/5		3/10	1/10
2,12	Naranja	3/5	3/10	1/10	
2,54	Verde	3/10	1/10	1/2	1/5
2,5	Amarilla	4/5		3/10	1/10
2,63	Rosa	2/5		1/2	1/10
2,43	Verde	0/10		1/2	
2,37	Amarilla	3/5		2/5	
2,43	Naranja	3/5		7/10	
2,57	Rosa	3/5		3/10	
2,57	Naranja	1/2	1/10	2/5	
2,3	Rosa	3/10	1/10	3/10	1/10
2,3	Verde	3/5	1/5	2/5	1/5
2,84	Amarilla	3/5	1/10	1/2	
2,62	Verde	2/5		2/5	
2,3	Naranja	3/10		3/5	
2,03	Rosa	7/10		1/2	
2,58	Amarilla	2/5		3/10	
2,5	Naranja	1/2	1/10	3/5	
3,16	Rosa	1/2		1/5	
2,58	Amarillo	1/2		3/10	
2,5	Verde	4/5		1/5	
2,28	Rosa	3/5		1/5	
2,4	Naranja	3/10		2/5	
1,96	Amarilla	7/10		2/5	
2,06	Rosa	2/5		2/5	1/10
2,5	Amarilla	3/5		1/2	1/10
2,77	Verde	3/10		3/5	2/5
2,39	Naranja	1/2		7/10	1/5
2,49	Verde	3/10		3/10	1/5
2,6	Naranja	3/5		1/2	
2,7	Rosa	1/2		1/5	

2,44	Amarilla	1/10		3/5	
2,56	Verde	2/5		2/5	1/10
2,58	Amarillo	2/5		2/5	
2,45	Naranja	7/10		2/5	1/5
2,74	Rosa	3/10		2/5	1/10

Tabla 5. Datos del tiempo en tentáculos, tiempos de ingestión y egestión de MP con/sin biofilm tomados en pólipos de *A. aurita*.

Tipo de MP	Biofilm	Sin biofilm	Biofilm		Sin biofilm	
	Tiempo total en tentáculos	Tiempo total en tentáculos	Tiempo ingestión	Tiempo egestión	Tiempo ingestión	Tiempo egestión
Microesfera naranja					0:01:00	2:34:00
Microesfera naranja					0:01:00	0:56:00
Microesfera naranja					0:01:00	1:26:00
Microesfera naranja					0:01:00	0:56:00
Microesfera naranja		0:06:00				
Microesfera naranja					0:01:00	0:40:00
Microesfera naranja			0:01:00	1:01:00		
Microesfera naranja			0:01:00	0:32:00		
Microesfera naranja			0:01:00	1:01:00		
Microesfera naranja			0:01:00	1:01:00		
Microesfera naranja			0:01:00	0:32:00		
Microesfera naranja			0:01:00	1:48:00		
Microesfera naranja			0:01:00	0:55:00		
Microesfera naranja			0:01:00	2:01:00		
Microesfera naranja			0:01:00	0:54:00		
Microesfera naranja			0:01:00	0:27:00		
Microesfera naranja			0:01:00	0:27:00		
Microesfera naranja			0:01:00	0:54:00		
Microesfera naranja			0:01:00	1:32:00		
Microesfera naranja			0:01:00	1:32:00		

Microesfera naranja			0:01:00	1:32:00		
Microesfera naranja		0:01:00				
Microesfera naranja					0:01:00	2:43:00
Microesfera naranja					0:01:00	0:50:00
Microesfera naranja					0:01:00	0:38:00
Microesfera naranja	0:03:00					
Microesfera naranja	0:03:00					
Microesfera naranja	0:03:00					
Microesfera naranja	0:00:05					
Microesfera naranja	0:21:00					
Microesfera naranja			0:01:00	2:29:00		
Microesfera naranja			0:01:00	10:33:00		
Microesfera naranja			0:04:00	0:31:00		
Microesfera naranja			0:01:00	0:14:00		
Microesfera naranja					0:01:00	0:15:00
Microesfera naranja					0:01:00	0:39:00
Microesfera naranja					0:01:00	1:44:00
Microesfera naranja					0:01:00	5:43:00
Microesfera naranja					0:01:00	1:54:00
Microesfera naranja					0:01:00	1:50:00
Microesfera naranja					0:01:00	5:25:00
Microesfera naranja					0:01:00	2:58:00
Microesfera naranja					0:01:00	2:55:00
Microesfera naranja			0:01:00	2:10:00		
Microesfera naranja			0:01:00	2:10:00		
Microesfera naranja	0:02:00					
Microesfera naranja			0:02:00	0:56:00		

Microesfera naranja		0:00:10				
Microesfera naranja					0:02:00	3:14:00
Microesfera naranja					0:01:00	0:28:00
Microesfera naranja					0:01:00	3:03:00
Microesfera naranja			0:01:00	2:53:00		
Microesfera naranja			0:01:00	3:21:00		
Microesfera naranja			0:01:00	3:07:00		
Microesfera naranja	0:00:10					
Microesfera naranja	0:08:00					
Microesfera naranja			0:01:00	2:52:00		
Microesfera naranja			0:01:00	4:39:00		
Microesfera naranja					0:01:00	0:21:00
Microesfera naranja					0:01:00	1:09:00
Microesfera naranja					0:01:00	4:20:00
Microesfera naranja					0:01:00	0:47:00
Microesfera naranja		0:00:10				
Microesfera naranja					0:01:00	2:38:00
Microesfera naranja					0:01:00	2:36:00
Microesfera naranja					0:01:00	3:40:00
Microesfera naranja		0:00:10				
Microesfera naranja		0:00:10				
Microesfera naranja	0:00:05					
Microesfera naranja	0:02:00					
Microesfera naranja			0:01:00	11:31:00		
Microesfera naranja			0:01:00	2:49:00		
Microesfera naranja	0:00:10					
Microesfera naranja			0:01:00	1:00:00		

Microesfera naranja	0:01:00					
Microesfera naranja	0:01:00					
Microesfera naranja		0:01:00				
Microesfera naranja		0:01:00				
Microesfera naranja		0:04:00				
Microesfera naranja		0:01:00				
Microesfera naranja					0:01:00	0:08:00
Microesfera naranja					0:01:00	0:27:00
Microesfera naranja	0:00:05					
Microesfera naranja			0:01:00	2:51:00		
Microesfera naranja	0:00:05					
Microesfera naranja			0:01:00	0:14:00		
Microesfera naranja	0:00:05					
Microesfera naranja			0:01:00	4:18:00		
Microesfera naranja			0:01:00	4:17:00		
Microesfera naranja			0:01:00	4:24:00		
Microesfera naranja	0:01:00					
Microesfera naranja			0:01:00	4:10:00		
Microesfera naranja	0:01:00					
Microesfera naranja					0:01:00	3:18:00
Microesfera naranja		0:02:00				
Microesfera naranja					0:01:00	2:04:00
Microesfera naranja					0:01:00	0:16:00
Microesfera naranja		0:01:00				
Microesfera naranja		0:01:00				
Microesfera naranja		0:00:10				
Microesfera naranja					0:01:00	1:43:00

Microesfera naranja		0:02:00				
Microesfera naranja			0:01:00	1:30:00		
Microesfera naranja			0:01:00	0:24:00		
Microesfera naranja	0:00:05					
Microesfera naranja			0:01:00	1:15:00		
Microesfera naranja			0:01:00	1:12:00		
Microesfera naranja			0:01:00	1:11:00		

Tabla 6. Número de MP con/sin biofilm que captan y se introducen en la cavidad gástrica los pólipos de *A. aurita*

Tipo MP	Biofilm	Cav. Gast. Biofilm	Sin biofilm	Cav. Gast. Sin Biofilm
Microesfera naranja	3/5	3/5	6/25	1/25
Microesfera naranja	6/25	1/25	4/25	3/25
Microesfera naranja	3/25	3/25	4/25	1/6
Microesfera naranja	4/25	3/25	1/5	1/5
Microesfera naranja	2/25	2/25	4/25	3/25
Microesfera naranja	1/5	3/25	1/5	1/5
Microesfera naranja	1/5	2/25	6/25	3/25
Microesfera naranja	3/25	1/25	3/25	0/25
Microesfera naranja	11/25	6/25	3/25	2/25
Microesfera naranja	6/25	1/5	9/25	4/25