



UNIVERSIDAD
SAN SEBASTIAN

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA NATURALEZA
ESCUELA DE MEDICINA VETERINARIA
CARRERA MEDICINA VETERINARIA
SEDE CONCEPCIÓN**

**ANÁLISIS DE PRESENCIA DE MICROPLÁSTICOS EN HECES DE
GAVIOTA GARUMA (*Leucophaeus modestus*) EN COLONIAS DE
NIDACIÓN DEL DESIERTO DE ATACAMA.**

Memoria para optar al título de Médico Veterinario

Profesor Tutor: DCs. Diana Maritza Echeverry Berrio MV
Estudiante: Valentina Andrea Soto García

® Valentina Andrea Soto García, Diana Maritza Echeverry Berrío

Se autoriza la reproducción parcial o total de esta obra, con fines académicos, por cualquier forma, medio o procedimiento, siempre y cuando se incluya la cita bibliográfica del documento.

Concepción, Chile
2024

CALIFICACIÓN DE LA MEMORIA

En Concepción, el día 8 de julio de 2024, los abajo firmantes dejan constancia que la alumna VALENTINA ANDREA SOTO GARCÍA de la carrera de MEDICINA VETERINARIA ha aprobado la memoria para optar al título de MÉDICO VETERINARIO con una nota de 6,3.



Dr. Antonio Bizama Reyes
Médico Veterinario MSc
RUT: 11.898.320 - 3

MCs. Antonio Esteban Bizama Reyes M.V.

Presidente Comisión



MCs. Mónica Liliana Araya Opitz M.V.

Profesor Evaluador



Dr. Cs Diana Maritza Echeverry Berrío M.V.

Profesor Patrocinante

AGRADECIMIENTOS

Con gran estima le doy las gracias a la Dra. Diana Echeverry, por su constante apoyo, su preocupación, tiempo, y por sobre todo su paciencia y buena disposición a través de todo este proceso en el que estuvo pendiente de lo que pudiera necesitar y más

A la Dra. AnaLía Henríquez, por estar presente en mi defensa y ayudarme durante esta

A la Dra. Juana Correa, quien al verme un poco desorientada no dudo en prestarme su ayuda

A mis padres, Ramón y Oriana, que desde la distancia me daban ánimos cuando yo no los encontraba

A Ricardo, por su compañía en las tardes durante la búsqueda de datos y escritura del trabajo, acompañándome tan solo en silencio cuando lo necesitaba o simplemente recordándome palabras cuando se las pedía

A Daniela, por ayudarme y acompañarme durante mis mañanas y tardes en el laboratorio

A mi gata, Kitty, quien a veces se desvelaba conmigo y en otras me recordaba la hora que era y que debía dormir

TABLA DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE FIGURAS	VI
RESUMEN	VII
ABSTRACT	VIII
1. INTRODUCCIÓN	1
2. OBJETIVOS.....	5
3. MATERIAL Y MÉTODO	6
4.RESULTADOS.....	11
5. DISCUSION.....	16
6. CONCLUSION	19
7. REFERENCIAS	20
8. ANEXOS	25

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Sitios de nidificación de gaviota garuma.....	7
Figura 2. Sitios de nidificación de gaviota garuma y su distancia de la costa	12
Figura 3. Porcentaje de micropartículas encontradas por zona de recolección	13
Figura 4. Porcentaje de micropartículas encontradas por zona de recolección y color..	13
Figura 5. Porcentaje de las micropartículas encontradas	14
Figura 6. Forma de las micropartículas identificadas.....	15
Figura 7. Microfibras identificadas en heces de gaviota garuma	15
Figura 8. Microfibra encontradas en heces de gaviota dominicana.....	16

RESUMEN

En tiempos recientes, la contaminación generada por microplásticos en los mares y océanos del mundo ha sido objeto de estudio creciente, demostrando que estos contaminantes no solo afectan a los individuos, sino también a la cadena trófica a la que pertenecen. En Chile, diversas especies en la zona sur del país ya han sido impactadas por esta problemática; sin embargo, en la zona norte aún no se han realizado estudios al respecto. Por ello, el objetivo del presente estudio fue determinar la presencia de microplásticos utilizando a la gaviota garuma (*Leucophaeus modestus*) como especie centinela. Esta especie es particularmente adecuada para este propósito, ya que solo se reproduce y nidifica en el interior del desierto de Atacama, realizando a veces solo un viaje al día hacia la costa para alimentarse. Además, en el desierto cercano se encuentra el vertedero de la moda fast fashion o lowcost. Por lo tanto, el objetivo de este trabajo fue analizar presencia de microplásticos en heces de gaviota garuma (*Leucophaeus modestus*) provenientes de colonias de nidación del desierto de Atacama. Las muestras fueron recolectadas en diferentes sitios de nidación en el desierto de Atacama y sometidas a un proceso de digestión con KOH al 15% para su posterior filtración en filtros de fibra de vidrio, los cuales luego fueron visualizados bajo lupa para clasificar los microplásticos según su forma, tipo, color y tamaño. Casi en la totalidad de los filtros evaluados se encontró presencia de microplásticos, en los cuales el color predominante fue el negro (32%) y en cuanto a la forma de estos, la que más destaque fue la fibra (98%). En definitiva, gracias a la información obtenida de los análisis es posible afirmar que los microplásticos también se encuentran presentes en los sitios de nidación de la gaviota garuma al interior del desierto de Atacama.

Palabras clave: Microplásticos, contaminación marítima, Chile, gaviota garuma, vertedero de ropa, desierto de Atacama.

ABSTRACT

In recent times, the pollution generated by microplastics in the world's seas and oceans has been the subject of increasing study, demonstrating that these contaminants not only affect individuals, but also the trophic chain to which they belong. In Chile, several species in the southern part of the country have already been impacted by this problem; however, no studies have yet been carried out in the northern part of the country. Therefore, the objective of this study was to determine the presence of microplastics using the grey gull (*Leucophaeus modestus*) as a sentinel species. This species is particularly suitable for this purpose, since it only breeds and nests in the interior of the Atacama Desert, sometimes making only one trip per day to the coast to feed. In addition, the nearby desert is the dumping ground for fast fashion or lowcost fashion. Therefore, the objective of this work was to analyze the presence of microplastics in feces of grey gulls (*Leucophaeus modestus*) from nesting colonies in the Atacama Desert. Samples were collected from different nesting sites in the Atacama Desert and subjected to a digestion process with 15% KOH for subsequent filtration on fiberglass filters, which were then visualized under magnification to classify microplastics according to their shape, type, color and size. The presence of microplastics was found in almost all the filters evaluated, in which the predominant color was black (32%) and as for their shape, the one that stood out the most was the fiber (98%). In short, thanks to the information obtained from the analyses, it is possible to affirm that microplastics are also present in the nesting sites of the grey gull in the interior of the Atacama Desert.

Key words: Microplastics, marine pollution, Chile, grey gull, clothing dump, Atacama Desert.

1. INTRODUCCIÓN

Chile es un país que cuenta con una reducida cantidad de especies en fauna silvestre, las cuales además suelen caracterizarse por su alto nivel de endemismo (Servicio Agrícola y Ganadero [SAG], s.f.). Entre estas especies, podemos encontrar a la gaviota garuma (*Leucophaeus modestus*), ave que no tan solo destaca por ser endémica del ecosistema marino de la corriente de Humboldt, sino que también porque es la única entre sus pares (familia *Laridae*) que tiene la capacidad de reproducirse y nidificar en el desierto de Atacama. Este hábitat puede parecer desolado, mas no ha conseguido quedar libre del impacto antropogénico (Aguilar-Pulido et al., 2021; Howell y Dunn, 2007; Catoni et al., 2021; Howell, 1982).

Este desierto es reconocido por ser el más árido del mundo, pues tiene unas condiciones climáticas extremas, no cuenta con fuentes de agua dulce ni abundante vegetación, hay una baja humedad atmosférica junto con cielos constantemente despejados y cambios de temperatura que durante el día varían entre los 33,5 °C y los 2,3 °C (Howell, 1982; Malinarich, 2016). A pesar de todo esto, las gaviotas sitúan sus nidos lejos de la costa adentrándose hasta 115 kilómetros en el interior del desierto. Se cree que de esta forma disminuyen el riesgo de estar expuestas a depredadores, no obstante, esto causa que según la distancia que mantengan de la costa, a veces deban limitarse a un único viaje durante el día para ir en busca de alimento (Simeone et al., 2022; Howell et al., 1974).

Si bien es cierto que con esta manera de nidificar tan particular pueden aminorar el problema de los depredadores, estos ejemplares no han sido capaces de escapar de los efectos provocados por el ser humano, pues según Aguilar-Pulido et al., (2021) en esta última década ha aumentado el desarrollo de proyectos mineros y energéticos en la zona, lo que fomenta la probabilidad de que padezcan efectos adversos. Sin embargo, hay otro asunto que no se ha considerado a día de hoy y es de gran importancia, el alza de la contaminación en el desierto de Atacama y las costas chilenas (Parladé Sangrán, 2022; Ministerio del Medio Ambiente [MMA], 2023).

Actualmente, en las cercanías de la comuna de Alto Hospicio en el norte, a 200 km de distancia del sitio de nidificación aproximadamente, se encuentra la que hoy por hoy está siendo llamada “la gran mancha de basura de la moda” (Bartlett, 2023). En este lugar

acaban todas aquellas vestimentas pertenecientes al conocido *fast fashion* (moda rápida) o *lowcost* (bajo costo) las que una vez que no consiguen venderse son eliminadas en el desierto, lo que lo ha ido transformando en un verdadero vertedero ilegal de la moda, pues son montañas de ropa desechada proveniente de los continentes de Europa, Asia y América (Parladé Sangrán, 2022; Bartlett, 2023).

La industria textil produce la mayoría de sus prendas en base a poliéster, pues es más barato, pero el problema es que este corresponde a un tipo de resina plástica, la que puede tardar un tiempo de más de 200 años para desintegrarse (Paúl, 2022).

De acuerdo con el Programa de las Naciones Unidas por el Medio Ambiente (PNUMA, 2021), en los últimos años se ha incrementado la rapidez y el volumen con que acaban los desechos y contaminación plástica en los diferentes mares y océanos del mundo, tanto así que se estima que para el año 2040 las emisiones de los residuos se tripliquen en el ecosistema marino si no se lleva a cabo ningún tipo de acción o medida para impedirlo. Entre los desechos más relevantes actualmente se encuentran los microplásticos, los cuales corresponden a “piezas de plástico con un diámetro menor a 5 milímetros” (MMA, 2023).

En Chile se han desarrollado investigaciones de la distribución y tipos de microplásticos que están en mayor proporción en las costas y sedimentos marinos, cuyos residuos identificados están compuestos principalmente por acrílico, tereftalato de polietileno (PET), celofán, polipropileno (PP) y poliuretano (PUR) (Castillo et al., 2020; Jorquera et al., 2022).

Estos microplásticos pueden venir de diversos orígenes, uno de ellos es la anteriormente mencionada ropa, puesto que si bien no puede desintegrarse si puede desgastarse, y una vez que esto comience a ocurrir los restos comenzarán a diseminarse por la atmósfera, siendo capaces de ocasionar efectos nocivos en la fauna de la zona y el mar (Paúl, 2022), en efecto, se ha llevado a cabo un estudio en Japón sobre la presencia de los microplásticos en la atmósfera y se ha comprobado que estos se encuentran presentes en las nubes, siendo transportados por el aire en el agua que forma parte de la estructura de la nube, por lo que se concluye que estos son capaces de llegar ahí por medio de la realización del ciclo del agua, proveniente desde el océano (Wang et al., 2023).

Ahora bien, esto se relaciona directamente con la fauna silvestre, ya que son capaces de actuar como el reflejo de lo que sucede en su ecosistema, debido a lo cual, la gaviota garuma puede actuar como especie centinela indicando que tan afectado se encuentra el área que habita y del cual extrae su alimento (Mendez-Sanhueza et al., 2023).

La alimentación de la gaviota garuma acostumbra a tratarse principalmente de pulgones de mar (*Emerita analoga*) y anchovetas (*Engraulis ringens*) (Museo de historia natural de Concepción, 2020). Ory et al., (2017a) tuvieron como objeto de estudio a esta última junto con otras especies que viven en el entorno marino del sur de Chile, tales como el pejerrey (*Odontesthes regia*), la sardina común (*Strangomera bentincki*) y la sardina chilena (*Sardinops sagax*), logrando confirmar la presencia de microplásticos en dos de los ejemplares mencionados con anterioridad, el pejerrey y la anchoveta.

Además de encontrarse en peces, los microplásticos también se hacen presentes en las heces y otros desechos de diversas especies animales, como la gaviota dominicana (*Larus dominicanus*) (Mendez-Sanhueza et al., 2023) y egagrópilas de cóndor andino (*Vultur gryphus*) (Gamarra-Toledo et al., 2023), dejando en evidencia que la incidencia de estos elementos está aumentando en el medio ambiente de diferentes zonas. Según el estudio llevado a cabo por Méndez-Sanhueza et al., (2023) en el Centro de Rehabilitación de Fauna Silvestre (CEREFAS) de la Universidad San Sebastián, fueron encontrados restos de microplásticos en heces de ejemplares de gaviota dominicana, así como en pingüinos magallánicos (*Spheniscus magellanicus*) los que eran pertenecientes a las costas de la región del Biobío, confirmando así la presencia de estos contaminantes en la cadena trófica del lugar. Asimismo, se han encontrado restos de microplásticos en la cuenca del río Biobío, incluyendo áreas que se consideraban prístinas, por lo que estos residuos ambientales son considerados omnipresentes a nivel mundial (Correa-Araneda et al., 2022).

Aunque los casos en aves no se encuentran restringidos solo a Chile, puesto que en países vecinos también se ha evaluado este problema, en Perú se analizó el caso del cóndor andino, el cual terminó por demostrar una muy alta tasa de microplásticos (entre un 85% – 100%) del total de las muestras de pellets regurgitados (Gamarra – Toledo et al., 2023).

En todos estos casos, los individuos analizados suelen extraer los microplásticos de alguna otra especie que tienen como alimento, o incluso confunden a los mismos microplásticos con alimentos, pues Ory et al. (2017a) menciona que una de las anchovetas en su estudio confundió un microplástico con un krill (*euphausiid*). Al igual que se desarrolló un estudio similar en Isla de Pascua, en el cual el pez raya ámbar (*Decapterus muroadsi*) ingirió microplásticos al confundirlo con su presa habitual, los copépodos (*Copepoda*) (Ory et al., 2017b).

Existen estudios adicionales en especies para el consumo humano, de las cuales son de importancia económica para el país, una es el choro zapato (*Choromytilus chorus*) y la otra es la centolla magallánica (*Lithodes santolla*), en ambos se confirmaron la presencia de microplásticos (Opitz, 2017; Andrade y Ovando, 2017).

En base a todo lo anterior, es que radica la importancia de tener a la gaviota garuma como una especie centinela, debido a que no hay estudios ni clasificaciones de las especies que han podido verse afectadas por microplásticos en el norte del país, o si es que, por el contrario, estos de alguna manera no han conseguido afectarlas. El problema de la contaminación y las repercusiones que causa, están censándose recientemente, hoy por hoy, por lo que brota el cuestionamiento: Si en cada estudio que se realiza sobre la presencia de microplásticos en animales sale positiva, considerándose ya que son omnipresentes en el medioambiente a nivel mundial ¿Es posible que haya llegado incluso a un sitio tan lejano como el de anidación de la gaviota garuma?

2. OBJETIVOS

2.1.- Objetivo general

Analizar presencia de microplásticos en heces de gaviota garuma (*Leucophaeus modestus*) provenientes de colonias de nidación del desierto de Atacama.

2.2.- Objetivos específicos

-Cuantificar la presencia de microplásticos en heces de gaviota garuma por muestra y por zona de nidificación.

-Caracterizar los microplásticos encontrados en heces de gaviota garuma de acuerdo a forma, color, tamaño.

3. MATERIAL Y MÉTODO

3.1 Muestras

Para llevar a cabo este estudio descriptivo se utilizaron muestras de heces pertenecientes a individuos de gaviota garuma, las cuales fueron recolectadas en distintos sitios de nidificación del desierto de Atacama en la región de Antofagasta durante los meses de febrero-abril de 2022, en marco del proyecto “Análisis Reproductivo y Migratorio de la Gaviota Garuma”, perteneciente a la Universidad de Concepción y que fueron cedidas para esta investigación. Posterior a la recolección las muestras fueron transportadas y almacenadas a temperatura ambiente en el laboratorio institucional de la Universidad San Sebastián, sede Concepción.

Las muestras fueron recolectadas en las siguientes localidades:

- Cerro Colupo (22/02/2022), 25 muestras.
- Colupito (01/03/2022), 18 muestras
- Colonia Colupo II (02/03/2022), 15 muestras.
- Cerro Chanchito (03/03/2022), 10 muestras.
- Cerro Negro Norte (08/04/2022), 3 muestras.
- Cerro Plomo (08/04/2022), 8 muestras.

Fueron recolectadas un total de 79 muestras. Este tamaño de muestra fue por conveniencia ya que se seleccionaron las muestras que se observaron más frescas durante el periodo de muestreo que correspondió a un día por localidad. Finalmente, se lograron analizar las siguientes muestras por localidad:

- Cerro Colupo (22/02/2022), 16 muestras.
- Colupito (01/03/2022), 18 muestras
- Colonia Colupo II (02/03/2022), 15 muestras.
- Cerro Chanchito (03/03/2022), 3 muestras.
- Cerro Negro Norte (08/04/2022), 1 muestras.
- Cerro Plomo (08/04/2022), 3 muestras.

Figura 1. Sitios de nidificación de gaviota garuma (*Leucophaeus modestus*) en el desierto de Atacama, región de Antofagasta, norte de Chile. De estos sitios de nidificación se obtuvieron las muestras de heces, regurgitación y alimento para el análisis propuesto.



Fuente: Elaborado por la Dra. Juana Paola Correa

3.2 Materiales

Los materiales que se emplearon en esta investigación se clasifican en 3 tipos de acuerdo con el uso dado: Materiales de Recolección, materiales de procesamiento y equipos.

3.2.1 Materiales de Recolección

- Papel Aluminio
- Espátulas de Aluminio
- Tubos de ensayo de vidrio
- Cinta adhesiva
- Marcador permanente

3.2.2 Materiales de Procesamiento

- Frascos de Vidrio
- KOH 15% (hidróxido de potasio)
- Filtros de fibra de vidrio
- Placas Petri de vidrio de 60 mm
- Matraz de Kitasato
- Pipeta de vidrio
- Vasos precipitados
- Agua destilada
- Matraz de aforado 500 mL
- Pinzas antiestáticas punta redondeada

3.2.3 Equipos

- Bomba de vacío
- Lupa
- Estufa
- Mufla
- Cabina de flujo laminar
- Agitador con control de temperatura
- Computador

3.3 Recolección y procesamiento de las muestras

Los materiales que se emplearon en la recolección de muestras fueron espátula y papel de aluminio para evitar la contaminación cruzada con plástico proveniente de materiales de recolección. Para el procesamiento de las muestras se siguió el protocolo empleado por Mendez-Sanhueza et al., (2023), en el que se usa material libre de eventuales microplásticos, lo que se garantiza lavándolo con agua destilada y secándolo en el horno o, a temperatura ambiente. No se empleó ningún material de plástico durante el procesamiento, debido a que se pueden alterar las muestras. Antes de iniciar con el proceso de digestión, las muestras se deshidrataron en la estufa a 40°C durante 24 horas para eliminar contenido de agua de las muestras que pudiese interferir con la concentración del KOH. Posteriormente fueron puestas en digestión en frascos de vidrio con 300 mL de KOH al 15% cada una a una temperatura de 40°C hasta su digestión completa, la cual tardó entre 3 – 12 días, dependiendo de la muestra. Cuando la muestra estaba completamente digerida se retira del agitador y se filtra empleando el matraz de Kitasato.

Previo al proceso de filtración, las placas de Petri de vidrio fueron lavadas con agua destilada y luego secadas a temperatura ambiente o en horno. Los filtros de fibra de vidrio fueron envueltos en papel aluminio junto con las placas secas, para después ser calcinados en una mufla a 400°C durante 4 horas.

Los filtros se emplearon en conjunto con un matraz de Kitasato, a través del cual se pasó toda la solución en digestión con ayuda de una bomba de vacío, intercalando con agua destilada para que de esta forma no se sature el filtro. Para cada muestra se empleó la cantidad de filtros necesarios hasta que pasara toda la solución.

Como blanco se usó un vaso precipitado con agua destilada, localizado a un lado del matraz de Kitasato durante el tiempo en que la muestra fue filtrada, esto con el fin de distinguir las posibles micropartículas que se encuentren en el ambiente y pudiesen contaminar la muestra.

Durante el proceso de filtrado se tomaron pequeños volúmenes de la muestra con pipeta de vidrio, comenzando desde el sobrenadante y evitando tocar el sedimento. Cuando la

filtración de cada muestra finalizó, se tomó el filtro y se guardó en una placa de Petri, la cual se rotuló con el nombre de la muestra y la fecha de filtrado.

Para el filtrado del blanco se puso el filtro en el embudo y se filtró el agua destilada, que fue previamente reservada en un vaso precipitado, luego se almacenó en una placa Petri rotulada. Este procedimiento se repitió con cada muestra.

3.4. Análisis y caracterización de partículas

Para el análisis y caracterización de las partículas se empleó una lupa para realizar una revisión completa del filtro. Se registró en la base de datos de Excel la forma o tipo de partícula identificada, color y tamaño para de esta manera estimar la frecuencia y porcentaje de las muestras positivas, además de caracterizar los microplásticos. La información contenida en la base de datos se completó con la información de procedencia de las muestras para realizar mapas de distribución de estas partículas por sitio de nidación y se presentó la información en gráficos con estadística descriptiva (frecuencias y porcentajes).

4. RESULTADOS

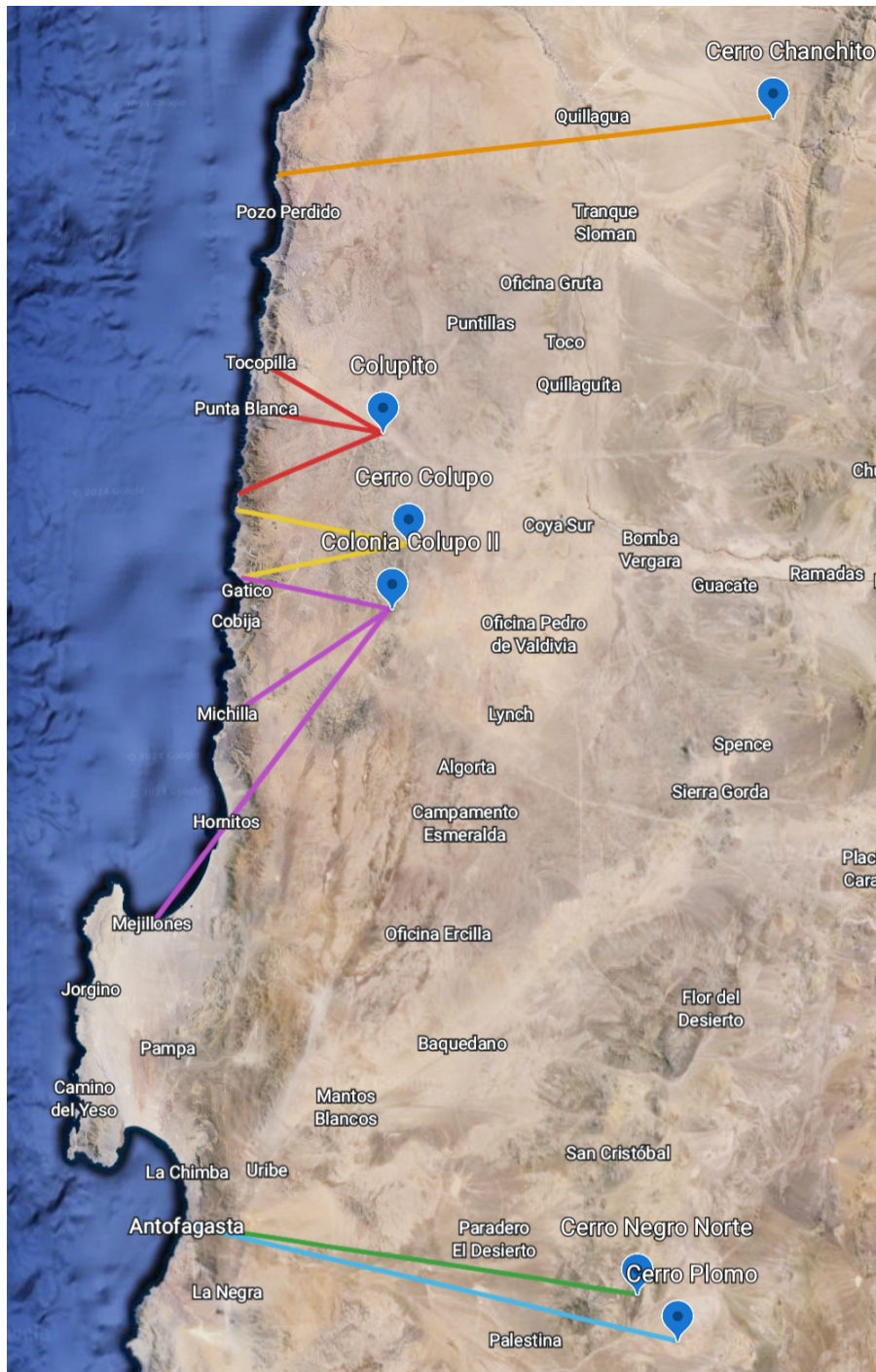
Se contabilizaron las muestras provenientes del desierto de Atacama que correspondían a algunos sitios de nidificación de la gaviota a varios kilómetros de distancia del mar (Figura 2). En total se tenían 79 muestras del desierto. Sin embargo, solo un total de 56 muestras fueron utilizadas para identificar presencia de microplásticos. Las 23 muestras restantes debieron ser descartadas principalmente por crecimiento de hongos en la muestra o precipitación excesiva durante el proceso de digestión, lo que impidió su filtración ya que se saturaba el filtro de fibra de vidrio con facilidad.

Además, dentro de las muestras analizadas se incluye 1 muestra de una especie diferente, perteneciente a un zorro culpeo (*Lycalopex culpaeus*), siendo esta recolectada en el sitio de nidificación Cerro Chanchito.

Acorde a los resultados obtenidos en laboratorio, y en conformidad con el objetivo específico uno, fue posible cuantificar la cantidad de micropartículas e identificarlas por las diferentes zonas de nidificación.

El recuento de micropartículas totales fue de 408, el cual se desglosa en la figura 3 de la siguiente manera: Cerro Chanchito: 9 micropartículas; Cerro Negro Norte: 1 micropartícula; Cerro Plomo: 2 micropartículas; Colupito: 193 micropartículas; Colupo: 55 micropartículas; Colupo II: 148 micropartículas.

Figura 2. Sitios de nidificación de gaviota garuma (*Leucophaeus modestus*) en el desierto de Atacama y sus respectivas distancias hasta la costa.



Nota: Cerro Chanchito (línea naranja) 100,18 km de distancia a la costa; Colupito (líneas rojas) 28,41 km, 27,98 km y 31,39 km de distancia a la costa; Cerro Colupo (líneas amarillas) 35,2 km y 34,17 km de la costa; Colonia Colupo II (líneas moradas) 30,91 km, 39,4 km y 79,5 km hacia la costa; Cerro Negro Norte (línea verde) 92,2 km desde la costa; Cerro Plomo (línea celeste) 101,96 km de distancia de la costa. Fuente: Elaboración propia.

Figura 3. Porcentaje de microfibras clasificadas por zona de recolección en el desierto de Atacama.

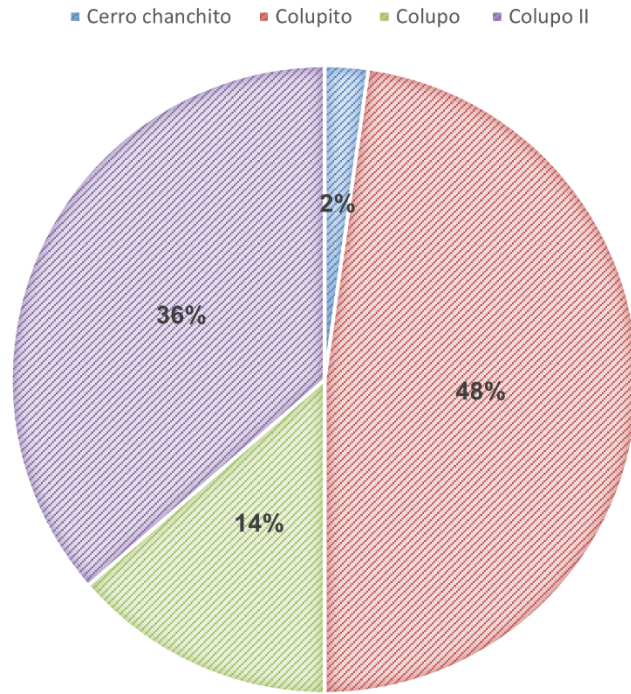
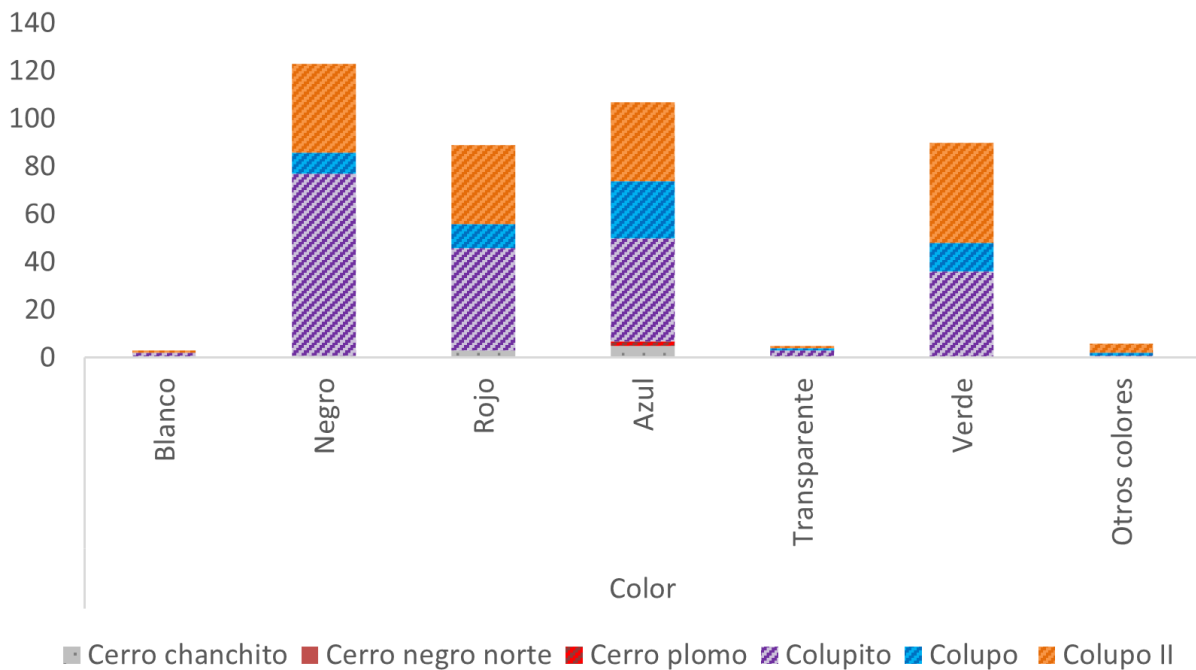
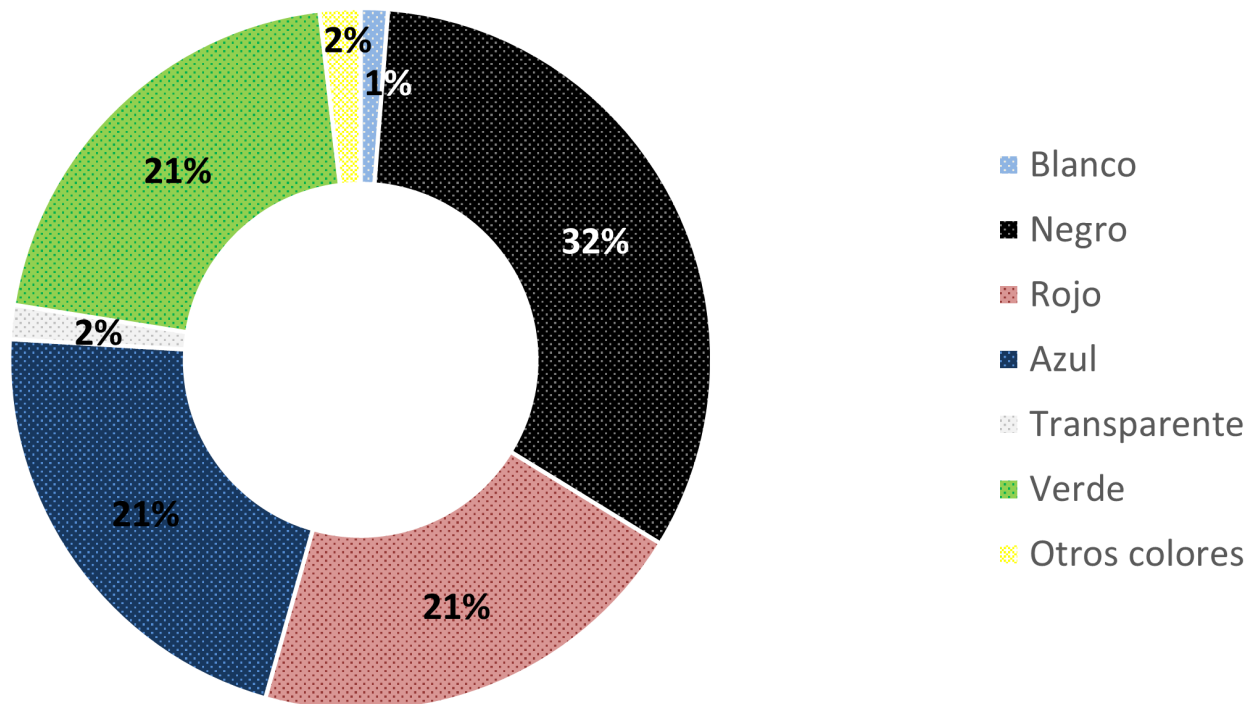


Figura 4. Micropartículas clasificadas por zona de recolección y colores predominantes en el desierto de Atacama.



De igual manera, estas micropartículas fueron caracterizadas y diferenciadas según el color que presentaban en la observación con lupa, lo cual en parte responde al objetivo específico 2. El color que más destaco entre los encontrados es el negro, a su vez, hubo resultados similares entre los colores azul, verde y rojo.

Figura 5. Porcentaje de colores de las micropartículas encontradas en las muestras provenientes del desierto de Atacama.



Otra forma de caracterizar las micropartículas fue mediante la forma, las que podrían ser con forma de fibra, de pellet o una pieza sólida. Estos datos también contribuyeron al objetivo específico 2 siendo representados en la figura 4. La forma que por lejos se encontraba en mayor cantidad en comparación a las otras dos mencionadas anteriormente fue la fibra, abarcando casi el total de las muestras (ver Figura 6).

Figura 6. Forma de las micropartículas identificadas en las muestras provenientes del desierto de Atacama.

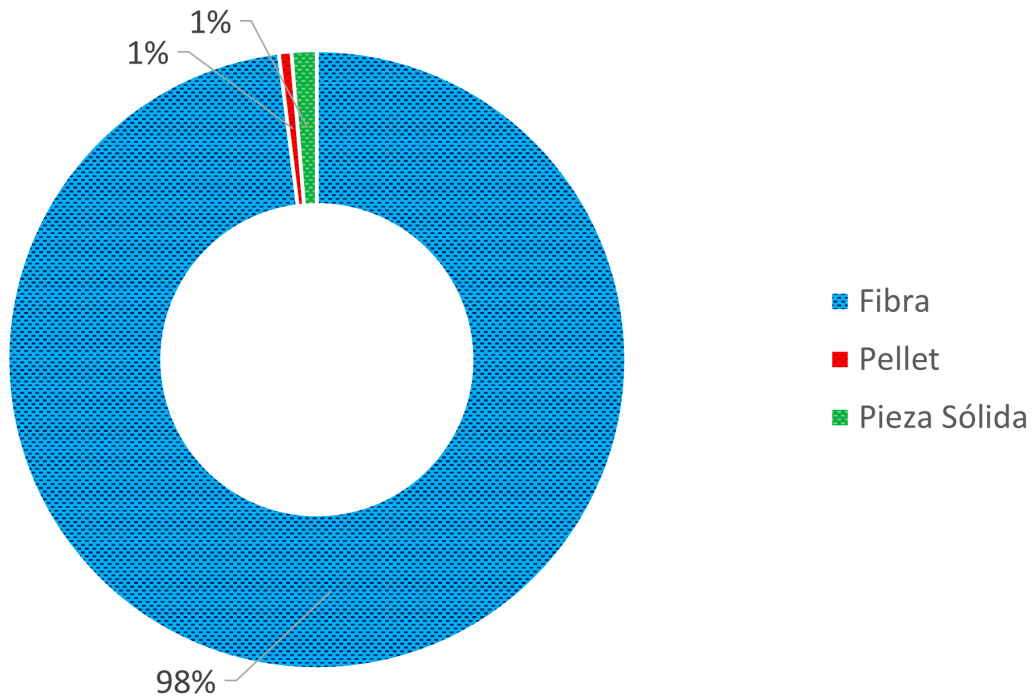
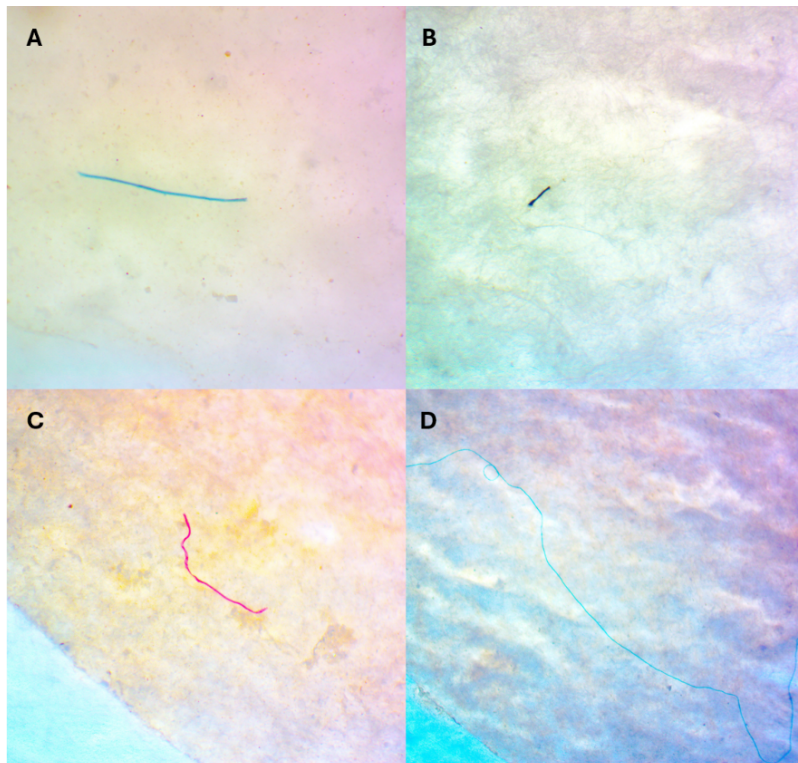


Figura 7. Microfibras identificadas en heces de gaviota garuma (*Leucophaeus modestus*) (A) Microfibra azul (B) Microfibra negra (C) Microfibra roja (D) Microfibra verde.



5. DISCUSIÓN

De acuerdo con los resultados de este estudio obtenidos del análisis de 56 muestras en el laboratorio, es posible decir que los microplásticos se encuentran presentes en la gran mayoría de los sitios de nidación de la gaviota garuma ubicados en el desierto de Atacama. Esto coincide con el estudio de Sarkar et al., (2023) que concluye que prácticamente los microplásticos se están reportando en todos los ecosistemas a nivel mundial. En este estudio se evaluaron heces, regurgitaciones y restos de alimento y en todas estas matrices se encontró presencia de microfibras. Sin embargo, cuando se evaluó por sitio, no en todos se identificaron matrices con microfibras, siendo el Cerro Negro norte el que no presentó ninguna micropartícula y por el contrario el cerro Colupito presentó un total de 193 micropartículas. Para tratar de comprender la razón se evaluó la cercanía de cada uno de estos puntos a zonas pobladas, encontrándose que cerro Colupito es la que se ubica a menor distancia (30 km aproximadamente) de asentamientos humanos. Por otro lado, en Cerro Negro norte no se recolectaron muchas muestras, lo que indica que la ausencia de microplásticos en esta zona sea realmente debido a un menor impacto por contaminación de este sitio de nidificación.

Por otra parte, la presencia de fibras en las muestras blanco debió ser causado por contaminación ambiental o por algún implemento utilizado durante el proceso de filtración. Sin embargo, para evitar contar micropartículas generadas en el laboratorio como micropartículas de los sitios de nidación, se restaron las partículas del filtro blanco (control) de los filtros objeto de estudio.

Es posible que el origen de los microplásticos encontrados en las muestras provenga de la contaminación marítima, pues además de encontrarlos en las heces de gaviota garuma, también fueron encontradas en chanchitos de mar, en regurgitaciones de peces y en su predador, el zorro. Chanchitos de mar y anchovetas son parte de la dieta de estas aves, y en el estudio previo realizado en el sur de Chile por Ory et al. (2017a) ya se habían encontrado presencia de microplásticos en las sardinas anchovetas. Sin embargo, no se puede saber con precisión en qué lugar se alimentaron estas aves, ya que se han

estudiado las rutas de migración, nidación y alimentación de la gaviota garuma, encontrándose que se puede desplazar grandes distancias hasta lugares de mayor disponibilidad de alimento y luego retornar en la noche a los sitios de nidación, así se encuentren muy adentro en el desierto (Catoni et al., 2021). Por otra parte, en el cerro Colupo aunque no fue el mayor sitio dónde se identificaron micropartículas, si tuvo un porcentaje importante. Según el estudio trabajo realizado por Aguilar-Pulido et al., (2021) se menciona que las gaviotas hace años atrás habrían abandonado el sitio de nidificación de la Pampa de Colupo, presuntamente por la disminución en la cantidad de peces como fuente de alimento además del impacto antropogénico de la época debido a la explotación del salitre. Sin embargo, actualmente ya se ha recuperado y volvió a ser un sitio de nidación de la gaviota, pero el impacto antropogénico continúa en esa zona.

Este estudio concuerda con muchos otros sobre la presencia de micropartículas en las aves marinas, identificándose a estas como las más propensas a consumir microplásticos que provienen de la contaminación marítima (Provencher et al., 2019; Lusher et al., 2022; Mendez-Sanhueza et al., 2023). En efecto, las zonas de nidificación que presentaban una cantidad considerablemente mayor de micropartículas que el resto de las zonas, son las que se encontraban más cerca de la costa (Colupo, Colonia Colupo II y Colupito) y al mismo tiempo, más cerca de pequeñas poblaciones de asentamientos humanos, tales como algunas caletas y zonas turísticas, las que son una fuente de contaminación terrestre de microplásticos (De La Torre, 2019). Ahora bien, el resto de los sitios se encuentran a una distancia mayor de la costa, pero es verdad que también se encuentran con ciudades o poblaciones un poco más grandes al llegar a esta, tal como la ciudad de Antofagasta.

Con respecto a la forma de los microplásticos encontrados, la mayor cantidad de estos fueron fibras (98%). Este resultado era esperado, debido a que las fibras son una de las formas de presentación de mayor abundancia en los diversos estudios que se llevan a cabo, por ejemplo, en peces, centollas, lobos marinos y en otros tipos de aves marinas (Ory et al., 2017a; Andrade y Ovando, 2017; Pérez-Gómez et al., 2024; Mendez-Sanhueza et al., 2023). Por el contrario, existen estudios en los que las fibras no se

consideran dentro de la clasificación debido a una posible alteración del resultado por contaminación ambiental o por confusión con fibras no sintéticas (Ory et al., 2017a; Navarro et al., 2023).

En cuanto a los colores obtenidos por muestra, por un lado, el negro es el que se encontraba en mayor porcentaje (32%), lo que coincide con el trabajo realizado por Pérez-Gómez et al., (2024) en lobos marinos, en el cual predominaba el color negro (52%) por sobre los demás. Por otro lado, el color que predominaba en la mayoría de los estudios era el azul, seguido del color blanco, e incluso en uno de estos el color blanco era el que se presentaba en mayor abundancia (Pérez-Venegas et al., 2018; Pérez-Venegas et al., 2020; Andrade y Ovando, 2017; Méndez-Sanhueza *et al.*, 2023). No hay origen claro de donde provengan estas fibras, por lo que es difícil esclarecer el motivo de la variación entre los colores y los diferentes estudios.

Este estudio no se puede confirmar que los microplásticos se traspasen de una especie a otra por efectos de la cadena trófica. Sin embargo, esto ha sido reportado en otros estudios y debe ser una hipótesis para resolver en un futuro (Navarro et al., 2023).

6. CONCLUSION

En relación con la pregunta realizada al inicio del presente trabajo, se concluye que sí hay presencia de microplásticos en las muestras de heces de gaviota garuma (*Leucophaeus modestus*) extraídas de los diferentes sitios de nidación en el desierto de Atacama.

Se identifica un total de 408 micropartículas en las diferentes matrices analizadas (heces, regurgitaciones, chanchito de mar y anchovetas), siendo la zona de nidificación correspondiente a Colupito la que presentó el mayor número. En un 96% de las muestras analizadas se observó presencia de microplástico.

De los microplásticos encontrados, las microfibras fueron las más abundantes y entre estas, la mayor cantidad fueron de color negro.

7. REFERENCIAS

- Aguilar-Pulido, R., Catoni, C., Luna-Jorquera, G., Perucci, M., Dell'Omo, G., Zavalaga, c., & Simeone, A. (2021). Distribución, características y situación actual de las colonias reproductivas de la gaviota garuma (*Leucophaeus modestus*) en el desierto de Atacama, norte de Chile. *Revista Chilena de Ornitología*, aveschile.cl. <https://aveschile.cl/wp-content/uploads/2021/12/6.-Aguilar-Pulido-et-al.pdf>
- Andrade, Claudia y Ovando, Fernanda. (2017). Primer registro de microplásticos en contenido estomacal de centolla austral *Lithodes santolla* (Anomura: Lithodidae), bahía de Nassau, Cabo de Hornos, Chile. *Anales del Instituto de la Patagonia*, 45 (3), 59-65. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-686X2017000300059>
- Bartlett, J. (2023). Atacama, el lugar donde van a morir las prendas de ropa “lowcost”. National Geographic. <https://www.nationalgeographic.es/2023/04/desierto-atacama-vertedero-prendas-de-ropa-lowcost>
- Castillo, C., Fernández, C., Gutiérrez, M. H., Aranda, M., Urbina, M. A., Yáñez, J., Alvarez, A. G., & Pantoja-Gutiérrez, S. (2020). Water column circulation drives microplastic distribution in the Martínez-Baker Channels, a large fjord ecosystem in Chilean Patagonia. *Marine Pollution Bulletin*, 160, 111591. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2020.111591>
- Catoni, C., Aguilar-Pulido, R., Zavalaga, C. B., & Dell'Omo, G. (2021). Radar reveals the nocturnal flights of breeding grey gulls *Leucophaeus modestus* in the Atacama desert, Chile. *Bird Study*, 68(3), 351-358. <https://doi.org/10.1080/00063657.2022.2092067>
- Correa-Araneda, F., Pérez, J. J., Tonin, A. M., Esse, C., Boyero, L., Díaz, M. E., Figueroa, R., Santander-Massa, R., Cornejo, A., Link, Ó., Jorquera, E., & Urbina, M. A. (2022). Microplastic concentration, distribution and dynamics along one of the largest Mediterranean-climate rivers: a whole watershed approach. *Environmental Research*, 209, 112808. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2022.112808>

- De-La-Torre, G. E. (2019). Microplásticos en el medio marino: una problemática que abordar. *ResearchGate*. <https://www.researchgate.net/publication/338263789>
- Gamarra-Toledo, V., Plaza, P. I., Peña, Y. A., Bermejo, P. A., López, J. C., Cano, G. L., Barreto, S., Cáceres-Medina, S., & Lambertucci, S. A. (2023). High incidence of plastic debris in Andean condors from remote areas: evidence for marine-terrestrial trophic transfer. *Environmental Pollution*, 317, 120742. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2022.120742>
- Howell, S.N. y Dunn, J. (2007). *Gulls of the Americas*. Houghton Mifflin, Nueva York, EE.UU.
- Howell, T. Araya, B. & Millie, W. (1974). Breeding biology of the Gray Gull, *Larus modestus*. *University of California Publications in Zoology* 104: 1-57.
- Howell, T. R. (1982). Desert—nesting sea gulls. *Natural History (Pre-1988)*, 91, 52. <https://www.proquest.com/magazines/desert-nesting-sea-gulls/docview/198600996/se-2>
- Jorquera, A., Castillo, C., Murillo, V., Araya, J. F., Pinochet, J., Narváez, D. A., Pantoja-Gutiérrez, S., & Urbina, M. A. (2022). Physical and anthropogenic drivers shaping the spatial distribution of microplastics in the marine sediments of Chilean fjords. *Science of The Total Environment*, 814, 152506. <https://doi.org/bdigitaluss.remotexs.co/10.1016/j.scitotenv.2021.152506>
- Lusher, A. L., Provencher, J. F., Baak, J. E., Hamilton, B. M., Vorkamp, K., Hallanger, I. G., Pijogge, L., Liboiron, M., Bourdages, M.P.T., Hammer, S., Gavrilov, H., Vermaire, J.C., Linnebjerg, J.F., Mallory, M.L., Gabrielsen, G. W. (2022). Monitoring litter and microplastics in Arctic mammals and birds. *Arctic Science*, 8(4), 1217-1235. <https://doi.org/10.1139/as-2021-0058>
- Malinarich, V. (2016). Diagnóstico poblacional de la gaviota garuma *Leucophaeus modestus* (Tschudi, 1843), en la Zona Norte de Chile. Informe no publicado. Unidad de Recursos Naturales Renovables. Servicio Agrícola y Ganadero (SAG), Región de Tarapacá.

Mendez-Sanhueza, S.; Torres, M.; Pozo, K.; Del Aguila, G.; Hernandez, F.; Jacobsen, C.; Echeverry, D. (2023) Microplastics in Seabird Feces from Coastal Areas of Central Chile. *Animals*, 13, 2840. <https://doi.org/10.3390/ani13182840>

Ministerio del Medio Ambiente [MMA]. (s. f.). *Residuos marinos y microplásticos*. residuosmarinos.mma.gob. Recuperado 24 de septiembre de 2023, de <https://residuosmarinos.mma.gob.cl/residuos-marinos-y-microplasticos/>

Museo de Historia Natural de Concepción. (2020). *Gaviota Garuma*. Consultado el 20 de septiembre de 2023, de <https://bit.ly/3uQcken>

Navarro, A., Luzardo, O. P., Gómez, M., Acosta-Dacal, A., Martínez, I., De la Rosa, J. F., Macías-Montes, A., Suárez-Pérez, A., & Herrera, A. (2023). Microplastics ingestion and chemical pollutants in seabirds of Gran Canaria (Canary Islands, Spain). *Marine Pollution Bulletin*, 186, 114434. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2022.114434>

Opitz, T. S. (2017). *Evaluación de los efectos de la contaminación con microplástico, en el balance energético del recurso pesquero Choromytilus chorus* [Tesis para optar al grado de Magíster en Gestión y Planificación Ambiental, Universidad de Chile]. Repositorio institucional. <http://mgpa.forestaluchile.cl/Tesis/Opitz%20Tania.pdf>

Ory, N., Chagnon, C., Félix, F., Fernández, C., Ferreira, J. L., Gallardo, C., Garcés-Ordóñez, O., Henostroza, A., Laaz, E., Mizraji, R., Mojica, H., Haro, V. M., Medina, L., Preciado, M., Sobral, P., Urbina, M. A., & Thiel, M. (2017a). Low prevalence of microplastic contamination in planktivorous fish species from the Southeast Pacific Ocean. *Marine Pollution Bulletin*, 127, 211-216. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2017.12.016>

Ory, N. C., Sobral, P., Ferreira, J.L., & Thiel, M. (2017b). Amberstripe scad decaptherus muroadsi (Carangidae) fish ingest blue microplastics resembling their copepod prey along the coast of Rapa Nui (Easter Island) in the South Pacific subtropical

gyre. *Science of The Total Environment*, 586. 430-437.
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.01.175>

Parladé Sangrán, M. de la C. (2022). *Propuesta de un producto eco-eficiente. La problemática del plástico en la moda rápida focalizada en el caso del desierto de Atacama (Chile) y cómo contribuir en su erradicación mediante la propuesta de un nuevo producto eco-eficiente: paneles de aislamiento térmico a partir de desechos de tejidos*. [Trabajo Fin de Grado Inédito, Universidad de Sevilla]. Depósito de Investigación. <https://idus.us.es/handle/11441/143111>

Paúl, F (2022, enero 26). BBC News Mundo. «Hemos transformado nuestra ciudad en el basurero del mundo»: el inmenso cementerio de ropa usada en el desierto de Atacama en Chile. *BBC News Mundo*» <https://www.bbc.com/mundo/noticias-america-latina-60024852>

Pérez Gómez, C. A., Torres, M., Pozo, K., & Echeverry Berrío, D. (2024). Identificación de microplásticos en heces de lobos marinos (*Otaria flavescens*) en el puerto La Poza, Región del Bio bío, Chile. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, Volumen 35(Número 1), e25593. <https://doi.org/10.15381/rivep.v35i1.25593>

Perez-Venegas, D., Seguel, M., Pavés, H., Pulgar, J., Urbina, M., Ahrendt, C., & Galbán-Malagón, C. (2018). First detection of plastic microfibers in a wild population of South American fur seals (*Arctocephalus australis*) in the Chilean Northern Patagonia. *Marine Pollution Bulletin*, 136, 50-54.
<https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.08.065>

Perez-Venegas, D. J., Toro-Valdivieso, C., Ayala, F., Brito, B., Iturra, L., Arriagada, M., Seguel, M., Barrios, C., Sepúlveda, M., Oliva, D., Cárdenas-Alayza, S., Urbina, M. A., Jorquera, A., Castro-Nallar, E., & Galbán-Malagón, C. (2020). Monitoring the occurrence of microplastic ingestion in Otariids along the Peruvian and Chilean coasts. *Marine Pollution Bulletin*, 153, 110966.
<https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2020.110966>

- Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. (2021). *Pollution to solution: Accessing marine litter and plastic pollution*. https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/36965/POLSOLSum_SP.pdf
- Provencher, J. F., Borrelle, S. B., Bond, A. L., Lavers, J. L., Van Franeker, J. A., Kühn, S., Hammer, S., Avery-Gomm, S., & Mallory, M. L. (2019b). Recommended best practices for plastic and litter ingestion studies in marine birds: Collection, processing, and reporting. *Facets*, 4(1), 111-130. <https://doi.org/10.1139/facets-2018-0043>
- Sarkar, S., Diab, H., & Thompson, J. (2023). Microplastic pollution: Chemical characterization and impact on wildlife. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20(3), 1745. <https://doi.org/10.3390/ijerph20031745>
- Servicio Agrícola y Ganadero. (s. f.). Fauna. <https://www.sag.gob.cl/ambitos-de-accion/fauna>
- Simeone, A., Zavalaga, C. B., Aguilar-Pulido, R., & Arce, P. (2022). Comparative nest attendance and chick provisioning strategies in coastal and desert nesting grey gulls (*Leucophaeus modestus*) in northern Chile. *Emu*, 122(3-4), 203-207. <https://doi.org/10.1080/01584197.2022.2112400>
- Wang, Y., Okochi, H., Tani, Y., Hayami, H., Minami, Y., Katsumi, N., Takeuchi, M., Sorimachi, A., Fujii, Y., Kajino, M., Adachi, K., Ishihara, Y., Iwamoto, Y., & Niida, Y. (2023). Airborne hydrophilic microplastics in cloud water at high altitudes and their role in cloud formation. *Environmental Chemistry Letters*, 21(6), 3055-3062. <https://doi.org/10.1007/s10311-023-01626-x>

8. ANEXOS

Muestras de Microplástico					Colores							Formas								
Nombre Filtro	Muestra	Código	Año	Sitios de muestreo	Matiz	Estación	Blanco	Negro	Rojo	Azul	Transparente	Verde	Otros	Fibra	Pellet	Pieza sólida	Pedazo de bolsa	Algodón	Otro	
Pez 1 (20) Colupo II	Pez	Filtro 1	2022	Colupo II	Pez	Verano		1							1					
Pez 1 (20) Colupo II	Pez	Filtro 1	2022	Colupo II	Pez	Verano						1			1					
Pez 1 (20) Colupo II	Pez	Filtro 1	2022	Colupo II	Pez	Verano						1			1					
Pez 1 (20) Colupo II	Pez	Filtro 1	2022	Colupo II	Pez	Verano	1									1				
Pez 1 (20) Colupo II	Pez	Filtro 2	2022	Colupo II	Pez	Verano				1										
Pez 1 (20) Colupo II	Pez	Filtro 2	2022	Colupo II	Pez	Verano				1										
Pez 1 (20) Colupo II	Pez	Filtro 2	2022	Colupo II	Pez	Verano							1							
Pez 1 (20) Colupo II	Pez	Filtro 2	2022	Colupo II	Pez	Verano														
Pez 1 (20) Colupo II	Pez	Filtro 3	2022	Colupo II	Pez	Verano		1												
Pez 1 (20) Colupo II	Pez	Filtro 3	2022	Colupo II	Pez	Verano				1										
Pez 1 (20) Colupo II	Pez	Filtro 3	2022	Colupo II	Pez	Verano								1						
Pez 1 (20) Colupo II	Pez	Filtro 3	2022	Colupo II	Pez	Verano														
Pez 1 (20) Colupo II	Pez	Filtro 3	2022	Colupo II	Pez	Verano				1										
Pez 1 (20) Colupo II	Pez	Filtro 3	2022	Colupo II	Pez	Verano							1							
Pez 1 (20) Colupo II	Pez	Blanco F3	2022	Colupo II	Pez	Verano		1												
Pez 1 (20) Colupo II	Pez	Filtro 3	2022	Colupo II	Pez	Verano								1						
Pez 1 (20) Colupo II	Pez	Filtro 3	2022	Colupo II	Pez	Verano														
Pez 1 (20) Colupo II	Pez	Blanco F2	2022	Colupo II	Pez	Verano		1												
Pez 1 (20) Colupo II	Pez	Blanco F2	2022	Colupo II	Pez	Verano		1												
Pez 1 (20) Colupo II	Pez	Blanco F2	2022	Colupo II	Pez	Verano		1												
Pez 1 (20) Colupo II	Pez	Blanco F3/2	2022	Colupo II	Pez	Verano		1												
Pez 1 (20) Colupo II	Pez	Filtro 3	2022	Colupo II	Pez	Verano				1										
Pez 2 (21) Colupo II	Pez	Blanco F1	2022	Colupo II	Pez	Verano		1												
Pez 2 (21) Colupo II	Pez	Blanco F2	2022	Colupo II	Pez	Verano				1										
Pez 2 (21) Colupo II	Pez	Blanco F2	2022	Colupo II	Pez	Verano		1												
Pez 2 (21) Colupo II	Pez	Blanco F2	2022	Colupo II	Pez	Verano								1						
Pez 2 (21) Colupo II	Pez	Blanco F2	2022	Colupo II	Pez	Verano				1										
Pez 2 (21) Colupo II	Pez	Filtro 2	2022	Colupo II	Pez	Verano		1												
Pez 2 (21) Colupo II	Pez	Filtro 2	2022	Colupo II	Pez	Verano		1												
Pez 2 (21) Colupo II	Pez	Filtro 2	2022	Colupo II	Pez	Verano														
Pez 2 (21) Colupo II	Pez	Filtro 2	2022	Colupo II	Pez	Verano		1												
Pez 2 (21) Colupo II	Pez	Filtro 2	2022	Colupo II	Pez	Verano														
Pez 2 (21) Colupo II	Pez	Filtro 2	2022	Colupo II	Pez	Verano														
Pez 2 (21) Colupo II	Pez	Filtro 2	2022	Colupo II	Pez	Verano														
Pez 2 (21) Colupo II	Pez	Filtro 2	2022	Colupo II	Pez	Verano														
Pez 2 (21) Colupo II	Pez	Filtro 2	2022	Colupo II	Pez	Verano														
Pez 2 (21) Colupo II	Pez	Filtro 2	2022	Colupo II	Pez	Verano														
Pez 2 (21) Colupo II	Pez	Filtro 2	2022	Colupo II	Pez	Verano														
Pez 2 (21) Colupo II	Pez	Filtro 2	2022	Colupo II	Pez	Verano														
Pez 2 (21) Colupo II	Pez	Filtro 2	2022	Colupo II	Pez	Verano														
Pez 2 (21) Colupo II	Pez	Filtro 2	2022	Colupo II	Pez	Verano														
Pez 2 (21) Colupo II	Pez	Filtro 2	2022	Colupo II	Pez	Verano														
Gaviota Garuma 10	Heces	Filtro 1	2022	Colupito	Heces	Verano		1												
Gaviota Garuma 10	Heces	Filtro 1	2022	Colupito	Heces	Verano		1												
Gaviota Garuma 10	Heces	Filtro 1	2022	Colupito	Heces	Verano		1												
Gaviota Garuma 10	Heces	Filtro 1	2022	Colupito	Heces	Verano		1												
Gaviota Garuma 10	Heces	Filtro 1	2022	Colupito	Heces	Verano		1												
Gaviota Garuma 10	Heces	Blanco	2022	Colupito	Heces	Verano		1												
Gaviota Garuma 10	Heces	Filtro 1	2022	Colupito	Heces	Verano		1												
Gaviota Garuma 10	Heces	Filtro 1	2022	Colupito	Heces	Verano		1												
Gaviota Garuma 10	Heces	Filtro 1	2022	Colupito	Heces	Verano				1										
Gaviota Garuma 11	Heces	Filtro 1	2022	Colupito	Heces	Verano		1												

Muestras de Microplástico										Colores					Formas				
Nombre Filtro	Muestra	Código	Año	Sitios de muestreo	Matix	Estación	Blanco	Negro	Rojo	Azul	Transparente	Verde	Otros	Fibra	Pallet	Pieza sólida	Pedazo de bolsa	Algodón	Otro
Esponja Marina 34	Invertebrado	Filtro 1	2022	Colupo	Invertebrado	Verano				1				1					
Esponja Marina 34	Invertebrado	Filtro 1	2022	Colupo	Invertebrado	Verano				1				1					
Esponja Marina 34	Invertebrado	Blanco	2022	Colupo	Invertebrado	Verano						1		1					
Esponja Marina 34	Invertebrado	Blanco	2022	Colupo	Invertebrado	Verano								1					
Gaviota Garuma 35	Hece	Filtro 1	2022	Colupo	Hece	Verano			1					1					
Gaviota Garuma 35	Hece	Filtro 1	2022	Colupo	Hece	Verano						1		1					
Gaviota Garuma 35	Hece	Filtro 1	2022	Colupo	Hece	Verano		1						1					
Gaviota Garuma 35	Hece	Filtro 1	2022	Colupo	Hece	Verano								1					
Gaviota Garuma 37	Hece	Blanco	2022	Colupo	Hece	Verano				1				1					
Gaviota Garuma 37	Hece	Blanco	2022	Colupo	Hece	Verano			1					1					
Gaviota Garuma 38	Hece	Filtro 1	2022	Colupo	Hece	Verano								1					
Gaviota Garuma 38	Hece	Filtro 1	2022	Colupo	Hece	Verano		1						1					
Gaviota Garuma 38	Hece	Blanco	2022	Colupo	Hece	Verano				1				1					
Gaviota Garuma 36	Hece	Filtro 1	2022	Colupo	Hece	Verano					1			1					
Gaviota Garuma 36	Hece	Filtro 1	2022	Colupo	Hece	Verano								1					
Gaviota Garuma 36	Hece	Blanco	2022	Colupo	Hece	Verano				1				1					
Gaviota Garuma 45	Hece	Filtro 1	2022	Colupo	Hece	Verano		1						1					
Gaviota Garuma 45	Hece	Filtro 1	2022	Colupo	Hece	Verano								1					
Gaviota Garuma 45	Hece	Filtro 1	2022	Colupo	Hece	Verano				1				1					
Gaviota Garuma 45	Hece	Filtro 1	2022	Colupo	Hece	Verano								1					
Gaviota Garuma 45	Hece	Filtro 1	2022	Colupo	Hece	Verano								1					
Gaviota Garuma 50	Hece	Filtro 1	2022	Colupo	Hece	Verano								1					
Gaviota Garuma 50	Hece	Filtro 1	2022	Colupo	Hece	Verano								1					
Gaviota Garuma 69	Hece	Filtro 1	2022	Cerro Negro Norte	Hece	Verano								1					
Chanchito de Mar 46	Invertebrado	Filtro 2	2022	Colupo	Invertebrado	Verano		1						1					
Chanchito de Mar 46	Invertebrado	Filtro 2	2022	Colupo	Invertebrado	Verano			1					1					
Chanchito de Mar 46	Invertebrado	Filtro 2	2022	Colupo	Invertebrado	Verano						1		1					
Gaviota Garuma 62	Hece	Filtro 1	2022	Cerro Plomo	Hece	Verano								1					
Gaviota Garuma 49	Hece	Filtro 1	2022	Colupo	Hece	Verano			1					1					
Gaviota Garuma 49	Hece	Filtro 1	2022	Colupo	Hece	Verano								1					
Gaviota Garuma 49	Hece	Filtro 1	2022	Colupo	Hece	Verano								1					
Gaviota Garuma 49	Hece	Filtro 1	2022	Colupo	Hece	Verano								1					
Gaviota Garuma 49	Hece	Blanco	2022	Colupo	Hece	Verano								1					
Gaviota Garuma 76	Hece	Filtro 1	2022	Cerro Chanchito	Hece	Verano				1				1					
Gaviota Garuma 76	Hece	Filtro 1	2022	Cerro Chanchito	Hece	Verano								1					
Gaviota Garuma 76	Hece	Filtro 1	2022	Cerro Chanchito	Hece	Verano								1					
Gaviota Garuma 76	Hece	Filtro 1	2022	Cerro Chanchito	Hece	Verano								1					
Gaviota Garuma 76	Hece	Filtro 1	2022	Cerro Chanchito	Hece	Verano								1					
Gaviota Garuma 76	Hece	Blanco	2022	Cerro Chanchito	Hece	Verano								1					
Gaviota Garuma 76	Hece	Blanco	2022	Cerro Chanchito	Hece	Verano			1					1					

Muestras de Microplástico											Colores					Formas				
Nombre Filtro	Muestra	Código	Año	Sitios de muestreo	Matix	Estación	Blanco	Negro	Rojo	Azul	Transparente	Verde	Otros	Fibra	Pellet	Pieza sólida	Pedazo de bolsa	Algodón	Otro	
Gaviota Garuma 76	Hececs	Blanco	2022	Cerro Chanchito	Hececs	Verano				1				1						
Gaviota Garuma 48	Hececs	Filtro 1	2022	Colupo	Hececs	Verano			1					1						
Gaviota Garuma 60	Hececs	Filtro 1	2022	Cerro Plomo	Hececs	Verano				1				1						
Gaviota Garuma 44	Hececs	Filtro 1	2022	Colupo	Hececs	Verano				1				1						
Gaviota Garuma 44	Hececs	Filtro 1	2022	Colupo	Hececs	Verano				1				1						
Gaviota Garuma 44	Hececs	Filtro 1	2022	Colupo	Hececs	Verano				1				1						
Gaviota Garuma 44	Hececs	Filtro 1	2022	Colupo	Hececs	Verano				1				1						
Gaviota Garuma 44	Hececs	Filtro 1	2022	Colupo	Hececs	Verano				1				1						
Gaviota Garuma 44	Hececs	Blanco	2022	Colupo	Hececs	Verano				1				1						
Gaviota Garuma 44	Hececs	Blanco	2022	Colupo	Hececs	Verano				1				1						
Gaviota Garuma 61	Hececs	Blanco	2022	Cerro Plomo	Hececs	Verano						1		1						
Gaviota Garuma 72	Hececs	Filtro 1	2022	Cerro Chanchito	Hececs	Verano			1					1						
Gaviota Garuma 72	Hececs	Filtro 1	2022	Cerro Chanchito	Hececs	Verano			1					1						
Gaviota Garuma 72	Hececs	Blanco	2022	Cerro Chanchito	Hececs	Verano						1		1						
Pez 3(31)	Pez	Filtro 2	2022	Colupo II	Pez	Verano				1				1						
Pez 3(31)	Pez	Filtro 2	2022	Colupo II	Pez	Verano				1				1						
Pez 3(31)	Pez	Filtro 2	2022	Colupo II	Pez	Verano				1				1						
Pez 3(31)	Pez	Filtro 2	2022	Colupo II	Pez	Verano				1				1						
Pez 3(31)	Pez	Filtro 2	2022	Colupo II	Pez	Verano				1				1						
Pez 3(31)	Pez	Blanco 2	2022	Colupo II	Pez	Verano				1				1						
Pez 3(31)	Pez	Blanco 2	2022	Colupo II	Pez	Verano			1					1						
Gaviota Garuma 51	Hececs	Filtro 1	2022	Colupo	Pez	Verano				1				1						
Zorro 79	Hececs	Filtro 1	2022	Cerro Chanchito	Hececs	Verano				1				1						
Zorro 79	Hececs	Filtro 1	2022	Cerro Chanchito	Hececs	Verano								1						
Zorro 79	Hececs	Blanco	2022	Cerro Chanchito	Hececs	Verano			1					1						
Gaviota Garuma 43	Hececs	Filtro 1	2022	Colupo	Hececs	Verano				1				1						
Gaviota Garuma 43	Hececs	Filtro 1	2022	Colupo	Hececs	Verano						1		1						
Gaviota Garuma 43	Hececs	Filtro 1	2022	Colupo	Hececs	Verano			1					1						
Gaviota Garuma 43	Hececs	Blanco	2022	Colupo	Hececs	Verano						1		1						
Gaviota Garuma 43	Hececs	Blanco	2022	Colupo	Hececs	Verano						1		1						
Gaviota Garuma 43	Hececs	Blanco	2022	Colupo	Hececs	Verano						1		1						
Gaviota Garuma 30	Hececs	Filtro 1	2022	Colupo II	Hececs	Verano						1		1						
Gaviota Garuma 30	Hececs	Filtro 1	2022	Colupo II	Hececs	Verano						1		1						
Gaviota Garuma 30	Hececs	Filtro 1	2022	Colupo II	Hececs	Verano						1		1						
Gaviota Garuma 30	Hececs	Filtro 1	2022	Colupo II	Hececs	Verano						1		1						
Gaviota Garuma 30	Hececs	Blanco	2022	Colupo II	Hececs	Verano						1		1						
Gaviota Garuma 30	Hececs	Blanco	2022	Colupo II	Hececs	Verano						1		1						
Gaviota Garuma 30	Hececs	Blanco	2022	Colupo II	Hececs	Verano						1		1						
Gaviota Garuma 30	Hececs	Blanco	2022	Colupo II	Hececs	Verano						1		1						
Gaviota Garuma 71	Hececs	Filtro 1	2022	Colupo II	Hececs	Verano			1					1						
Gaviota Garuma 71	Hececs	Filtro 1	2022	Colupo II	Hececs	Verano						1		1						
Gaviota Garuma 71	Hececs	Blanco	2022	Colupo II	Hececs	Verano				1				1						
Gaviota Garuma 71	Hececs	Blanco	2022	Colupo II	Hececs	Verano						1		1						