



UNIVERSIDAD
SAN SEBASTIAN

**FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA
ESCUELA DE MEDICINA VETERINARIA
CARRERA MEDICINA VETERINARIA
SEDE CONCEPCIÓN**

**ANÁLISIS DE LA PRESENCIA DE MESO- Y MICROPLÁSTICOS EN
HECES DE FLAMENCOS (ORDEN PHOENICOPTERIFORMES) DE LA
LAGUNA CHAXA, DESIERTO DE ATACAMA, CHILE.**

Memoria para optar al título de Médico Veterinario

Profesor Patrocinante: DCs, Juana Paola Correa Galaz, MV.

Profesor Copatrocinante: DCs, Diana Maritza Echeverry Berrío, MV.

Estudiante: Valentina Rocío Hornero Huisca.

® Valentina Rocío Hornero Huisca.

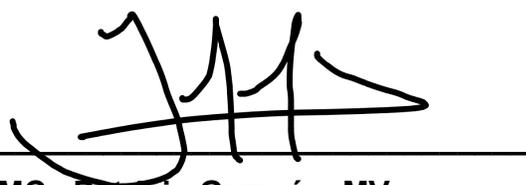
Se autoriza la reproducción parcial o total de esta obra, con fines académicos, por cualquier forma, medio o procedimiento, siempre y cuando se incluya la cita bibliográfica del documento.

Concepción, Chile

2025

HOJA DE CALIFICACIÓN MEMORIA DE TÍTULO

En Concepción, el 8 de julio del año 2025 los abajo firmantes, dejan constancia que la estudiante VALENTINA ROCÍO HORMERO HUISCA de la carrera de MEDICINA VETERINARIA, ha aprobado la memoria para optar al título profesional de MÉDICO VETERINARIO con una nota de 6,5.



MCs Patricio Guzmán, MV

Profesor evaluador



MCs Camila Altamirano, MV

Profesor evaluador



DCs Juana Correa, MV

Profesor evaluador

TABLA DE CONTENIDOS

Índice de Tablas.....	iii
Índice de Figuras.....	iv
Resumen	v
Abstract	vi
1. Introducción	1
2. Objetivos	6
3. Material y Métodos	7
4. Resultados	13
5. Discusión	19
6. Conclusión	23
7. Referencias	24
8. Anexos.....	34

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Cantidad de partículas presentes por filtro utilizado en el análisis de heces de flamencos de la Laguna Chaxa (Chile).....	13
--	----

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Fotografía del sitio de recolección de muestras de heces de flamencos en la Laguna Chaxa, Chile.....	9
Figura 2. Metodología empleada para el análisis de muestras de heces de flamencos de la Laguna Chaxa (Chile), con el objetivo de identificar meso- y microplásticos.....	11
Figura 3. Porcentaje de partículas detectadas en heces de flamencos de la Laguna Chaxa (Chile), según colores	13
Figura 4. Imágenes microscópicas de partículas potencialmente plásticas identificadas en heces de flamencos de la Laguna Chaxa (Chile), según colores (A) Microfibra roja (B) Microfibra negra y azul (C) Microfibra azul y negra (D) Microfibra negra.	14
Figura 5. Porcentaje de partículas detectadas en heces de flamencos de la Laguna Chaxa (Chile), según tamaño.....	15
Figura 6. Porcentaje de partículas detectadas en heces de flamencos de la Laguna Chaxa (Chile), según las formas identificadas	15
Figura 7. Espectro FTIR de muestra 2 de flamencos de la Laguna Chaxa (Chile) y espectro puro de Policloruro de vinilo (PVC).....	16
Figura 8. Tipos de polímeros presentes en las partículas encontradas en las heces de flamencos de la Laguna Chaxa, Chile	17
Figura 9. Espectro FTIR de muestras de flamencos de la Laguna Chaxa (Chile) en relación a espectros puros de distintos compuestos. (a) Muestra 1 y espectro puro de Nylon. (b) Muestra 2 y espectro puro de Tereftalato de polietileno (PET). (c) Muestra 7 y espectro puro de Acrílico. Los picos negros corresponden a espectros puros de la biblioteca, mientras que los picos de color azul, rojo y amarillo corresponden a las muestras.....	¡Error! Marcador no definido.7

RESUMEN

Los plásticos son polímeros orgánicos sintéticos que se forman por la polimerización de monómeros derivados del petróleo. Una de sus principales características es ser altamente resistentes a la degradación y de larga durabilidad. Es por esto que uno de los principales problemas que se observa en la actualidad en diversos ecosistemas tanto acuáticos como terrestres es la acumulación de residuos plásticos. Estos residuos al acumularse han generado un impacto negativo en la salud de la fauna silvestre en las últimas décadas, volviéndose un problema alarmante que genera consecuencias como la ingesta accidental, obstrucciones, asfixia, animales enredados y lesiones físicas.

Las aves están expuestas al plástico mediante la transferencia trófica y el consumo voluntario de partículas plásticas presentes en el entorno, estas al presentar una amplia distribución en todo el mundo se convierten en un componente fundamental de los ecosistemas terrestres ya que se comportan como bioindicadores de contaminación ambiental, es por esto que el objetivo de este estudio fue determinar la presencia de meso- y microplásticos en heces de flamencos de la Laguna Chaxa ubicada en la Reserva Nacional los Flamencos del Desierto de Atacama, Chile.

La metodología se realizó mediante un análisis físico químico en el laboratorio con equipos especializados para los procesos de secado, digestión, agitación y filtración de las muestras, esto permitió identificar la presencia de meso- y microplásticos en las heces de flamencos. Para el análisis de datos microscópicos se realizó un registro fotográfico de las muestras utilizando el software Image Focus Alpha y una cámara USB que se conectó a la lupa estereoscópica y a un computador, las variables que se analizaron fueron cualitativas, describiendo color, forma, tamaño y composición de las partículas encontradas mediante el análisis químico en el FTIR.

De acuerdo a los resultados obtenidos se cuantificaron en total 46 partículas potencialmente plásticas en 7 de las 10 muestras analizadas, el color predominante fue el negro (39%) seguido del azul (35%) en cuanto a la forma que presentaron la que se encontraba en mayor proporción fue la fibra (83%). Respecto al tamaño de los microplásticos encontrados los resultados evidenciaron una mayor cantidad de partículas con la siguiente medida < 0.5 mm. De acuerdo a la caracterización química realizada a través de FTIR, se identificaron los siguientes polímeros Tereftalato de polietileno (PET) (79%), Acrílico (7%), Nylon (7%) y Policloruro de vinilo (PVC) (7%), siendo el tereftalato de polietileno (PET) el polímero plástico que se encontraba en mayor proporción (79%). Se concluyó que sí existe presencia de meso- y microplásticos en las muestras de heces de flamencos del orden Phoenicopteriformes provenientes de la Laguna Chaxa, Desierto de Atacama.

Palabras claves: Microplástico; Plástico; Contaminación; Aves; Flamencos.

ABSTRACT

Plastics are synthetic organic polymers formed by the polymerization of petroleum-derived monomers. One of their main characteristics is their high resistance to degradation and long durability. Therefore, one of the main problems currently observed in various aquatic and terrestrial ecosystems is the accumulation of plastic waste. This accumulation of waste has generated a negative impact on the health of wildlife in recent decades, becoming an alarming problem that generates consequences such as accidental ingestion, obstructions, suffocation, entanglement of animals, and physical injuries.

Birds are exposed to plastic through trophic transfer and the voluntary consumption of plastic particles present in the environment. These particles, being widely distributed throughout the world, become a fundamental component of terrestrial ecosystems as they behave as bioindicators of environmental pollution. Therefore, the objective of this study was to determine the presence of meso- and microplastics in the feces of flamingos from Laguna Chaxa, located in the Los Flamencos National Reserve of the Atacama Desert, Chile.

The methodology was carried out through a physical-chemical analysis in the laboratory with specialized equipment for the processes of drying, digestion, agitation and filtration of the samples, this allowed to identify the presence of meso- and microplastics in the feces of flamingos. For the analysis of microscopic data, a photographic record of the samples was made using the Image Focus Alpha software and a USB camera that was connected to the stereoscopic magnifying glass and a computer, the variables that were analyzed were qualitative, describing color, shape, size and composition of the particles found through chemical analysis in the FTIR.

According to the results obtained, a total of 46 potentially plastic particles were quantified in 7 of the 10 samples analyzed, the predominant color was black (39%) followed by blue (35%) regarding the form they presented, the one that was found in greater proportion was fiber (83%). Regarding the size of the microplastics found, the results showed a greater amount of particles with the following measurement < 0.5 mm. According to the chemical characterization carried out through FTIR, the following polymers were identified: Polyethylene terephthalate (PET) (79%), Acrylic (7%), Nylon (7%) and Polyvinyl chloride (PVC) (7%), with polyethylene terephthalate (PET) being the plastic polymer found in the highest proportion (79%). It was concluded that there is indeed the presence of meso- and microplastics in the fecal samples of flamingos of the Phoenicopteriformes order from Laguna Chaxa, Atacama Desert.

Keywords: Microplastic; Plastic; Pollution; Birds; Flamingos.

1. INTRODUCCIÓN

Los plásticos se definen como polímeros orgánicos sintéticos que se forman por la polimerización de monómeros derivados del petróleo (Cole et al., 2011; Sánchez, 2018). Una de sus principales características es ser altamente resistente a la degradación, por lo tanto, se habla de un material de larga durabilidad (Derraik, 2002), ligero y de bajo costo de producción (Thompson et al, 2009).

Los plásticos se pueden diferenciar por su tamaño, color y composición química (Chota & Chong, 2020). De acuerdo al tamaño que estos tengan, se pueden dividir en cuatro categorías: nanoplásticos (<1mm), microplásticos (<5mm), mesoplásticos (5-25mm) y macroplásticos (>25mm) (Blair et al, 2017), siendo los microplásticos los más abundantes y la principal fuente de contaminación del medio ambiente marino (Gómez et al., 2020; Jiménez et al., 2022). Los microplásticos según su origen, se dividen en primarios y secundarios, los primarios se fabrican para ser microscópicos y usualmente son utilizados como cosméticos faciales y exfoliantes (Susanti et al., 2020), mientras que, los microplásticos secundarios provienen de plásticos de mayor tamaño que con el tiempo se van fragmentando y reduciendo su tamaño ya que están expuestos a factores externos tales como radiación ultravioleta (UV), oleaje y viento (Pérez-Venegas et al., 2018).

Uno de los principales problemas que se puede observar en la actualidad en diversos ecosistemas tanto acuáticos como terrestres es la acumulación de residuos plásticos. Estos residuos además de causar contaminación ambiental y visual (Thompson, 2015), han generado un gran impacto en la salud de la fauna silvestre en las últimas décadas, volviéndose un problema alarmante cada vez más estudiado debido a las consecuencias negativas que generan en los animales (Wenfeng et al., 2019). Dentro de las consecuencias negativas inmediatas que se han descrito es la ingesta accidental de residuos plásticos, siendo las aves marinas y mamíferos marinos los principales afectados. Particularmente las aves confunden los plásticos con presas por lo que ingieren partículas de plásticos directamente, es por ello que es usual encontrar plástico en el tracto digestivo y en las heces (Wang et al., 2021).

Los microplásticos ingresan a la cadena alimentaria mediante la transferencia trófica depredador-presa (Zhu et al., 2018), esto se da principalmente porque los microplásticos que están presentes en el océano tienen una apariencia y tamaño similar al zooplancton (Wang et al., 2021) que es el recurso alimenticio de un variado número de pequeños peces, mariscos y crustáceos por lo que estos erróneamente ingieren partículas de plástico en lugar de zooplancton (Waring et al., 2018). Estos peces, mariscos y crustáceos son la fuente de alimento de las aves marinas lo que, en consecuencia, genera una ingesta crónica de partículas de microplásticos a largo plazo en las aves.

Algunos autores mencionan que la ingesta crónica de microplásticos puede llegar a ser nociva e incluso toxica para los organismos vivos, ya que al ser de un tamaño microscópico tienen la capacidad de atravesar membranas biológicas y acumularse en diferentes tejidos (Amereh et al., 2020). También se describe que una vez realizada la ingesta de microplásticos es más probable que se eliminen por las heces, sin embargo, antes de que esto ocurra los microplásticos pasan un largo periodo de tiempo retenidos a nivel del tracto digestivo (Méndez-Sanhueza et al., 2023) causando úlceras, hemorragias, obstrucciones, falsa saciedad y en algunos casos muerte por inanición. Posteriormente a esto se produce una bioacumulación y biomagnificación (Bucci et al., 2020; Pérez-Venegas et al., 2018). Otros autores mencionan que los animales se enredan en los residuos plásticos (mallas, bolsas, redes de pesca) causándoles diversas lesiones tales como, mutilación, laceración y asfixia (Derraik, 2002; Lavers et al., 2020; Ryan, 2018).

1.1. Antecedentes de microplásticos en aves.

Las aves presentan una amplia distribución en todo el mundo, por lo que son un componente fundamental de los ecosistemas terrestres ya que se comportan como bioindicadores de contaminación ambiental (Parra, 2014; Wang et al., 2021). Al contrario de los mamíferos terrestres, en aves marinas si está bien documentada esta problemática, mientras que en aves terrestres no hay tantos registros. Antczak et al. (2010) señalan que en ecosistemas terrestres hay registros ocasionales de fauna silvestre que además de ingerir plástico los utiliza para construir nidos o madrigueras, sin embargo, los registros siguen siendo escasos.

Herrera (2020) realizó una investigación sobre el consumo de desechos de origen antropogénico en el Cóndor andino (*Vultur gryphus*), este autor señala que en los ecosistemas terrestres existen sitios de disposición de basura (SDB) (Vivanco, 2023). Estos SDB representan una potencial fuente de alimento para la fauna silvestre de fácil acceso, lo que les permite un bajo gasto de energía a la hora de conseguir alimento. Herrera (2020) analizó 882 egagrópilas de Cóndor andino (*Vultur gryphus*) de tres zonas diferentes en Chile, Zona Centro que incluye Región Metropolitana y la Región del libertador general Bernardo O'Higgins, Zona Sur que incluye la Región de Aysén Carlos Ibáñez del campo y la Zona Austral que incluye la Región de Magallanes y la Antártica Chilena, obteniendo como resultado una significativa cantidad (33,4%) de residuos plásticos en forma de microplásticos y macroplásticos en la Zona Centro, mientras que en la Zona Austral un 1,1% y en la Zona Sur no se observaron egagrópilas con residuos plásticos.

Otros autores (Richard et al., 2021) describen el consumo incidental de plásticos en Jotes de Cabeza Negra (*Coragyps atratus*), en vertederos de la provincia de Manabí, Ecuador. Para este estudio se recolectaron 298 egagrópilas de las cuales se seleccionaron 112 para su posterior análisis. Los autores hallaron plásticos y microplásticos en el 100% de las egagrópilas analizadas. Los autores también mencionan que la ingesta crónica de plásticos crea el sustrato ideal para bacterias resistentes al pH gástrico de estas aves y que, en consecuencia, podría afectarlos negativamente.

1.2. Aves del desierto de Atacama, Chile.

La flora y fauna del Desierto de Atacama se encuentra determinada por la geografía y la disponibilidad de agua (Gantz et al., 2009; Orellana, 2013), sin embargo, se describe que existe una riqueza de especies de aves de las cuales destacan: las tres especies de flamenco del orden Phoenicopteriformes, Flamenco chileno o austral (*Phoenicopus chilensis*), Parina grande o Flamenco andino (*Phoenicoparrus andinus*) y Parina chica o Flamenco de James (*Phoenicoparrus jamesi*), aves rapaces del orden Strigiformes como el tucúquere (*Bubo magallanicus*) y el chuncho del norte (*Glaucidium peruanum*), además aves como el Ñandú del norte (*Rhea pennata*), el cóndor (*Vultur gryphus*), gaviota andina

(*Chroicocephalus serranus*), Perdicitita cordillerana (*Attagis gayi*) y la Tagua cornuda (*Fulica cornuta*) (CONAF, 2024a).

1.3 Características de los flamencos.

En el mundo existen seis especies de flamenco pertenecientes al orden Phoenicopteriformes de las cuales tres especies anidan en Chile (Yáñez 2021). Los flamencos son aves migratorias en busca de alimento y de un lugar de asentamiento para reproducirse. Su dieta es omnívora por lo tanto se alimentan de microalgas, crustáceos, pequeños invertebrados que habitan en lagunas altiplánicas (Tobar et al., 2017), sin embargo, en humedales marinos se considera que tienen una dieta carnívora (Tobar et al, 2014).

Según el censo estival 2024 realizado por la Corporación Nacional Forestal (CONAF) existe una población total de 18.078 flamencos en la Reserva Nacional Los Flamencos, dentro de los cuales hay una alta presencia de individuos juveniles, esto indica que las lagunas, salares y humedales de la reserva son sitios de reproducción, nidificación, alimentación y descanso para esta especie (CONAF, 2024b), es por ello que se hace énfasis en la conservación y protección de estas áreas ya que son lugares de interés para turistas e investigadores.

Considerando la problemática expuesta y los estudios existentes sobre los efectos negativos que trae la contaminación por microplásticos en fauna marina, surge la preocupación por la falta de información actualizada del impacto negativo que generan los microplásticos en ecosistemas terrestres y en la fauna local, especialmente porque en el Norte de Chile se encuentra el vertedero ilegal de ropa, uno de los más grandes del mundo (Sanz, 2024) que abarca más de 300 hectáreas de desierto generando residuos de textiles sintéticos, principal fuente de microplásticos (Bartlett, 2023). Se desconoce además el nivel de impacto que está generando la quema de estos residuos de material sintético, ya que las partículas como fibras y microplásticos pueden permanecer suspendidas en el aire durante largos periodos de tiempo y ser transportadas por el viento a los entornos terrestres circundantes, y posteriormente a través de precipitaciones depositarse en los ecosistemas (Li et al., 2024).

El sitio de muestreo para esta investigación será la Laguna Chaxa ubicada en la parte central del Salar de Atacama a 4500 msnm en la localidad de Toconao, provincia el Loa, Desierto de Atacama. Esta se encuentra dentro de la Reserva Nacional los Flamencos por lo que forma parte del sistema nacional de áreas silvestres protegidas de la corporación nacional forestal (CONAF, 2024b) por ende, se supone que no debiese existir intervención humana. En esta laguna se puede realizar avistamiento de flamencos debido a las condiciones favorables que presenta la laguna ya que no es profunda lo que permite a los flamencos un asentamiento. La laguna Chaxa es una zona de difícil acceso por lo alejada que se encuentra y por su altitud, sin embargo, se encuentra abierta al público y recibe turistas durante todo el año, por esta razón y por el conflicto ambiental que genera el vertedero ilegal de Alto Hospicio del Desierto de Atacama (Fischer, 2022) es que se sospecha que puede existir contaminación por microplásticos en esta zona y que pueden verse afectadas las especies que allí habitan.

Teniendo en cuenta esto y la poca evidencia científica que existe, el objetivo de este estudio será determinar la presencia de meso- y microplásticos en heces de flamencos (Orden Phoenicopteriformes) de la laguna Chaxa del Desierto de Atacama, Chile, es por esto que la interrogante que guiará esta investigación será: ¿Cuál es la presencia de meso- y microplásticos en las heces de los flamencos seleccionados de la Laguna Chaxa del Desierto de Atacama, Chile?

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Determinar la presencia de meso- y microplásticos en heces de flamencos (Orden Phoenicopteriformes) de la laguna Chaxa del Desierto de Atacama, Chile.

2.2. Objetivos específicos

- 1.** Cuantificar partículas potencialmente plásticas en las heces de flamencos (Orden Phoenicopteriformes).
- 2.** Caracterizar físicamente partículas potencialmente plásticas encontradas en las heces de flamencos (Orden Phoenicopteriformes) de acuerdo a su color, tamaño y forma.
- 3.** Caracterizar químicamente las partículas encontradas e identificar los polímeros predominantes en heces de flamencos (Orden Phoenicopteriformes) a través de la utilización de la técnica FTIR (Espectroscopía infrarroja por transformada de Fourier).

3. MATERIAL Y MÉTODO

3.1 Materiales

3.1.1 Materiales de Recolección

- Papel Aluminio
- Espátulas de Aluminio
- Tubos de ensayo de vidrio
- Etiquetas
- Marcador permanente

3.1.2 Materiales de procedimiento

- Papel Aluminio
- Frascos de vidrio
- Placas de Petri
- Vasos precipitados de 100, 250 y 500 ML
- Matraz aforado
- Sistema de filtración
- Pinzas y espátulas metálicas
- Bagueta de vidrio
- Pipetas Pasteur de vidrio
- KOH al 15% (hidróxido de potasio)
- Agua milli Q
- Balanza analítica
- Detergente
- Agua destilada
- Filtros GFF de fibra de vidrio tamaño de poro 0,7 μm
- Guantes
- Antiparras
- Delantal

3.1.3 Equipos especializados

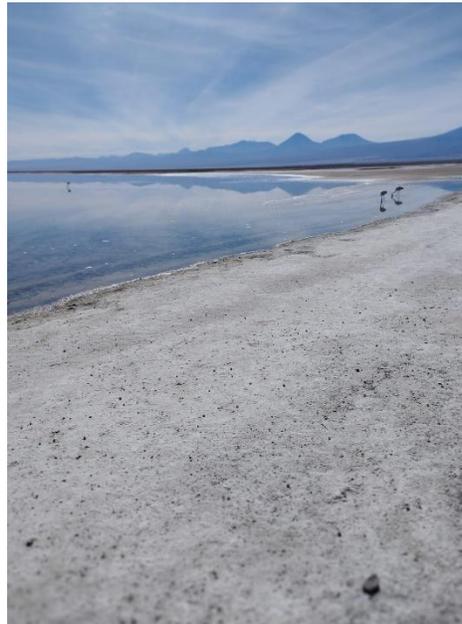
- Lupa estereoscópica
- Cámara CMEX USB - 2
- Mufia
- Estufa
- Bomba de vacío
- Agitador Shaker orbital
- Campanas extractoras
- FT/ IR – 4600

3.2 Área de estudio

El área de estudio corresponde a la Laguna Chaxa, esta se encuentra situada en la parte central del Salar de Atacama dentro de la Reserva Nacional los Flamencos ubicada en la Región de Antofagasta en la localidad de Toconao, provincia el Loa, Chile. Para llevar a cabo este estudio se analiza material biológico correspondiente a heces de flamencos pertenecientes al orden Phoenicopteriformes que fueron recolectadas el 25 de junio del año 2024 de la Laguna Chaxa (Ver figura 1) bajo el proyecto FONDECYT Regular 1241723 “*Plastic pollution and textile’s impact in the northern of the Chile: the role of geography, weather and ocean currents in the cycling and transport of microplastics?*” de la investigadora Karla Pozo y coinvestigadora Diana Echeverry.

Inicialmente estaba previsto recolectar alrededor de 20 muestras de heces de flamencos (Orden Phoenicopteriformes) con un peso estimado de 5 gramos cada una aproximadamente, sin embargo, debido a limitaciones en el financiamiento del proyecto sólo se realizó un único muestreo en el área de estudio logrando recolectar 10 muestras, no obstante, la literatura consultada indica que el rango mínimo que se requiere para analizar va de 2 a 283 muestras con un peso de 0,1 a 380 gramos por muestra (Pérez-Guevara et al., 2021).

Figura 1. Fotografía del sitio de recolección de muestras de heces de flamencos en la Laguna Chaxa, Chile.



Fuente: Torres, M (2024). Sitio de recolección de muestras [Fotografía]. Laguna Chaxa, Desierto de Atacama, Chile.

3.3 Trabajo de laboratorio

Las muestras recolectadas se guardan en frascos de vidrio para evitar contaminación y se transportan en un cooler a temperatura ambiente en un avión. Una vez en Concepción son llevadas al laboratorio institucional de investigación de la Universidad San Sebastián, sede Concepción, donde se clasifican y posteriormente se almacenan y se congelan a -20°C hasta que se realiza el análisis. La metodología se desarrolla siguiendo el protocolo de Méndez-Sanhueza et al. (2023). Sin embargo, se modifica en la etapa inicial y en lugar de utilizar el equipo de liofilización para deshidratar las muestras se usa una estufa a una temperatura de 40°C por 24 horas.

Para procesar las muestras todos los materiales que se emplean son de vidrio con el objetivo de evitar cualquier posible contaminación en las muestras, para lograr esto los materiales que se utilizan son previamente lavados con abundante agua y detergente y se enjuagan con agua destilada, luego se secan en una estufa a 70°C por 2 horas, y además son llevados a una mufla donde se calcinan a 500°C por 4 horas.

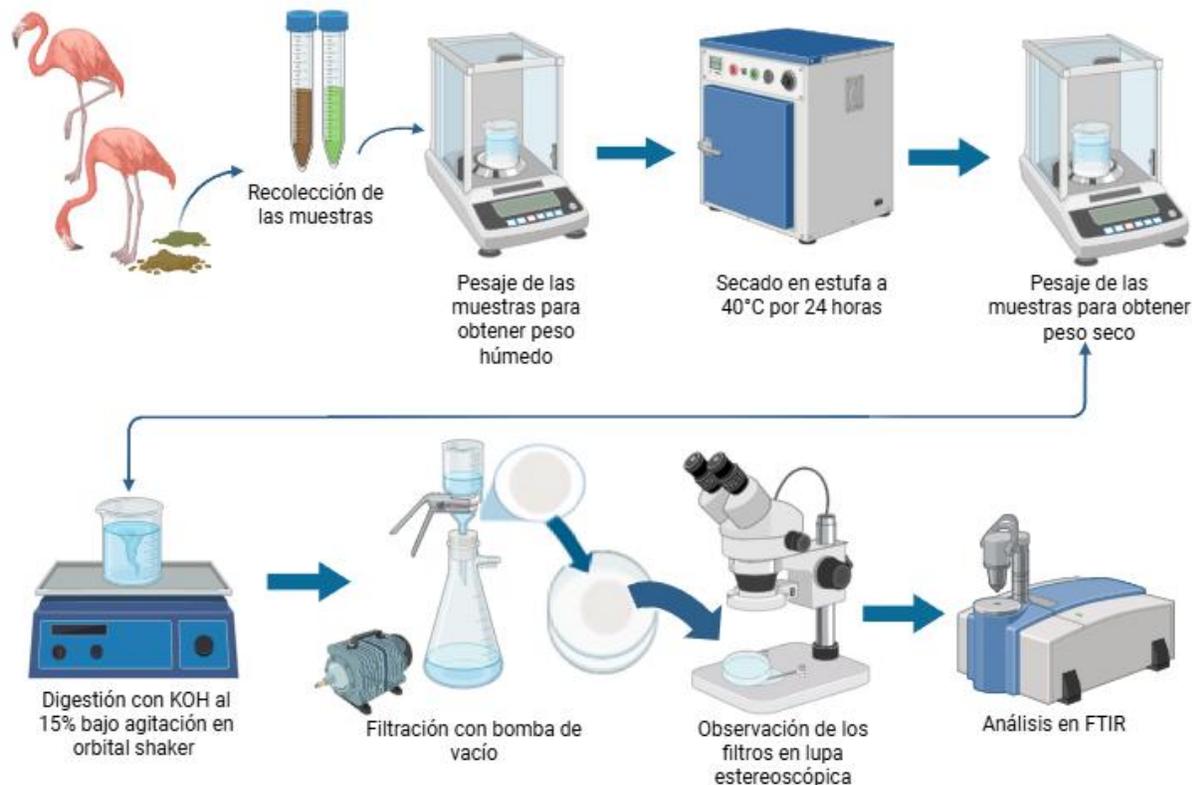
Una vez listos los materiales las muestras previamente congeladas se dejan descongelando a temperatura ambiente por 2 días, una vez descongeladas cada muestra se pesa en una balanza analítica para obtener el peso húmedo de cada muestra y se introducen en vasos precipitados de 250 ML los cuales se tapan con papel de aluminio al que se le realizan pequeños orificios para que se sequen en una estufa a una temperatura de 40°C por 24 horas, en esta etapa se realiza el primer blanco de control para ello se deja un vaso precipitado en la estufa durante el secado de las muestras bajo las mismas condiciones, es decir tapado con papel de aluminio al cual igualmente se le realizan orificios. Una vez secas las muestras de heces se pesan en una balanza analítica para obtener el peso seco de cada muestra para determinar cuánto se redujo la muestra durante el secado, luego se taparon con papel de aluminio previamente calcinado para evitar contaminación de estas.

Posterior al proceso de secado se comienza con el proceso de digestión y agitación. Para realizar la digestión a cada vaso precipitado que contenía muestras de heces se le agregó 100 ml de hidróxido de potasio (KOH) al 15%, y se agitó a 125 rpm por 3 días hasta lograr una digestión completa en cada muestra, este procesamiento finaliza cuando el líquido de las muestras adquiere un color claro, transparente y homogéneo y solo presenta sedimentos en el fondo. La duración de este proceso depende de cada muestra varía de 3 a 7 días. Finalizando el proceso de digestión y agitación se comienza con el proceso de filtración para el cual se utilizan filtros GFF de fibra de vidrio con tamaño de poro de 0,7 μm en un sistema de filtración con bomba de vacío. En esta etapa es importante tener un blanco de control para verificar que no existió contaminación durante la filtración de cada muestra para ello se utilizan pipetas Pasteur de vidrio y se lavan con agua milli Q entre cada filtración.

Una vez realizada la filtración de las muestras, cada filtro de fibra de vidrio se guarda en placas de Petri de vidrio previamente rotuladas con el número de muestra. Antes de observar los filtros en la lupa estereoscópica los filtros se secan en una estufa a 40°C por 12 horas para eliminar la humedad presente en estos, posterior a esto se observan en una lupa estereoscópica para identificar partículas potencialmente plásticas y sus características tales como color, tamaño y forma, adicional a esto las muestras también se analizan mediante Espectroscopía Infrarroja por transformada de Fourier (FTIR), esto

permite tener más certeza de la composición de los polímeros plásticos presentes en cada muestra, luego cada espectro se compara con espectros puros de la biblioteca de IR de Polímeros y Aditivos NICODOM

Figura 2. Metodología empleada para el análisis de muestras de heces de flamencos de la Laguna Chaxa (Chile), con el objetivo de identificar meso- y microplásticos.



Fuente: Para la elaboración del diagrama se emplearon imágenes de www.biorender.com

Una vez finalizado el proceso de filtración de muestras, los filtros se guardan en Placas de Petri que se rotulan con el número de muestra y fecha de filtración hasta su análisis en el equipo de espectroscopia infrarroja por transformada de Fourier (FTIR).

3.4 Análisis de datos

Para el análisis microscópico de cada filtro se emplea la lupa estereoscópica para la visualización del filtro completo. Posterior a esto se realiza un registro fotográfico del filtro mediante una cámara CMEX USB - 2 que se conecta a la lupa estereoscópica y también

se conecta a un computador, y a través del software de análisis de imagen Image Focus Alpha se realiza el registro fotográfico de las partículas potencialmente plásticas que se pudieran encontrar. Para la medición de estas partículas se utiliza el software imageJ. Las variables que se analizan son cualitativas, se describe el color, tamaño y forma de lo observado, estos datos se registran en una planilla de Excel para posteriormente realizar los respectivos gráficos. Adicionalmente se realiza un análisis en el equipo de espectroscopía infrarroja por transformada de Fourier (FTIR) para determinar la composición de las partículas encontradas.

Los resultados se presentan en gráficos, en los cuales se detalla en porcentajes la cantidad de partículas plásticas encontradas, porcentajes de colores y formas identificadas en las partículas de plástico y su respectivo tamaño y porcentaje de los tipos de polímeros que se identifican.

3.5 Aspectos bioéticos

Este proyecto cuenta con la aprobación del Comité de Bioética Institucional y presenta un certificado CB-24-006 FONDECYT 1241723.

4. RESULTADOS

En el presente estudio se identifican partículas en las heces de flamencos (Orden *Phoenicopteriformes*). Tras el análisis en el laboratorio, se pudo cuantificar las partículas potencialmente plásticas en las heces de los flamencos. Se encuentran un total de 46 partículas, como se detalla en la tabla 1, cumpliendo así con el primer objetivo específico de la investigación.

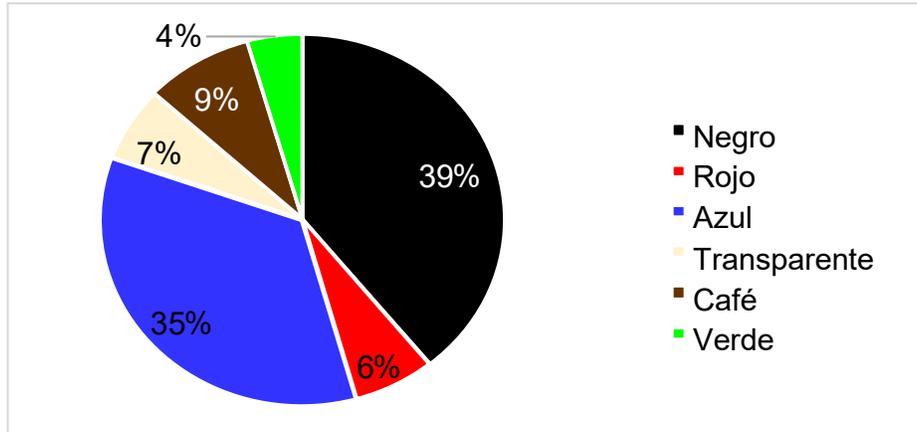
Tabla 1. Cantidad de partículas presentes por filtro utilizado en el análisis de heces de flamencos de la Laguna Chaxa (Chile).

N° de muestra	Nombre de filtro	Partículas presentes por filtro
Muestra 1	Filtro muestra 1	7
Muestra 2	Filtro muestra 2	8
Muestra 3	Filtro muestra 3	4
Muestra 4	Filtro muestra 4	4
Muestra 5	Filtro muestra 5	3
Muestra 6	Filtro muestra 6	1
Muestra 7	Filtro muestra 7	9
Muestra 8	Filtro muestra 8	2
Muestra 9	Filtro muestra 9	6
Muestra 10	Filtro muestra 10	2
Total		46 partículas.

Nota: En esta tabla se muestra el recuento total de partículas presentes en los filtros.

Las partículas potencialmente plásticas halladas en las heces se caracterizan según su color, tamaño y forma mediante un análisis físico con microscopía óptica, logrando así cumplir con el segundo objetivo específico. Se obtienen datos que revelan que el color negro es el más predominante (39%), aunque también se observan altos porcentajes de partículas de color azul (35%) (Figura 3). Es importante identificar el color de las partículas observadas ya que puede indicar el origen de estas.

Figura 3. Porcentaje de partículas detectadas en heces de flamencos de la Laguna Chaxa (Chile), según colores.



La caracterización física de acuerdo a su tamaño y forma igualmente se realiza con microscopía óptica y a través del software imagen focus alpha se realiza un registro fotográfico (ver figura 4) y posteriormente con el software imageJ se realizan mediciones individuales de cada partícula observada (Anexo I), posterior a esto se determinan los porcentajes acorde a los distintos rangos de tamaño definidos. Los resultados evidencian una mayor cantidad de partículas menores a 0.5 mm (70%) (ver figura 5).

Figura 4. Imágenes microscópicas de partículas potencialmente plásticas identificadas en heces de flamencos de la Laguna Chaxa (Chile), según colores (A) Microfibra roja (B) Microfibra negra y azul (C) Microfibra azul y negra (D) Microfibra negra.

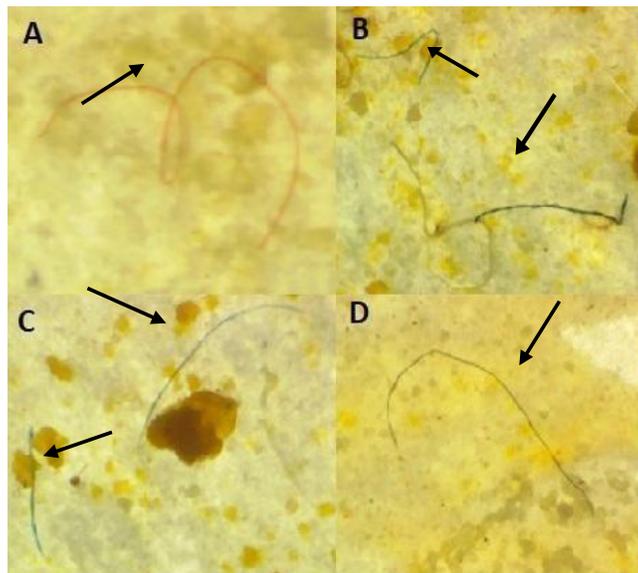
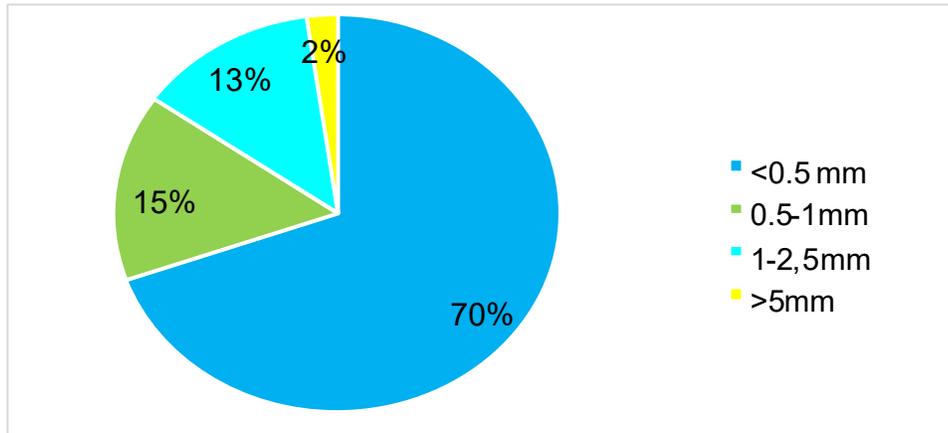
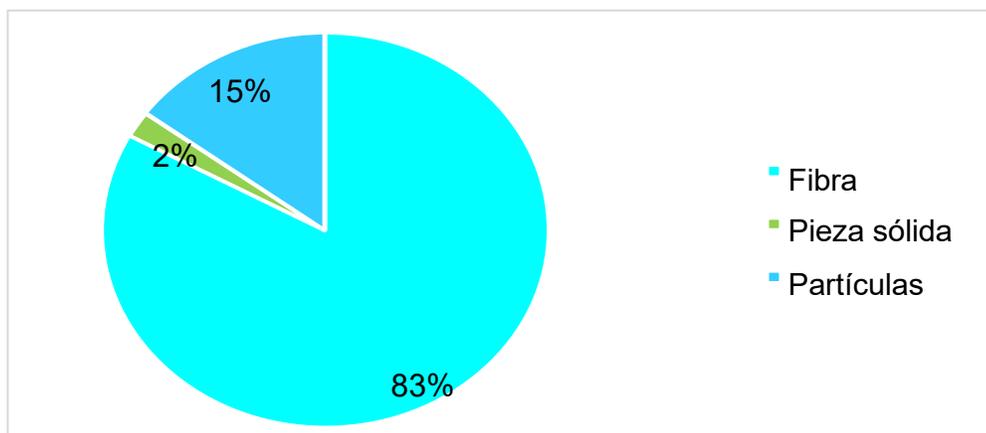


Figura 5. Porcentaje de partículas detectadas en heces de flamencos de la Laguna Chaxa (Chile), según tamaño.



En cuanto a las formas se concluye que el 83% de las partículas observadas corresponden a fibras, sin embargo, durante la observación de los filtros se identifica la presencia de componentes sólidos como sales y minerales y otros pequeños fragmentos que se atribuyen a sedimento y restos orgánicos debido a una digestión incompleta de las muestras (figura 6).

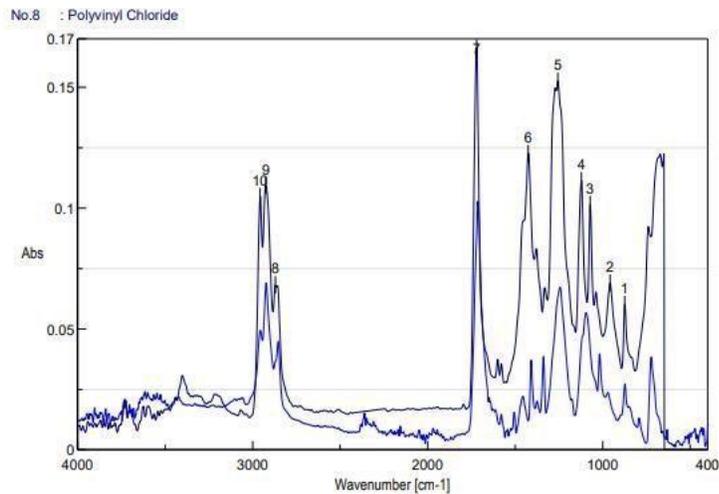
Figura 6. Porcentaje de partículas detectadas en heces de flamencos de la Laguna Chaxa (Chile), según las formas identificadas.



En conformidad con el tercer objetivo específico, se realiza una caracterización química de las 46 partículas encontradas en las 10 muestras de heces de flamencos observadas.

Estas partículas se analizan a través de la técnica de espectroscopia infrarroja por transformada de Fourier (FTIR) para determinar su composición. No obstante, debido al tamaño que estas presentan sólo fue posible analizar una fibra larga de mesoplástico en el equipo FTIR disponible en el laboratorio de Microplásticos y COPs de la Universidad San Sebastián. La fibra de mesoplástico analizada corresponde a la partícula n° 8 presente en el filtro de la muestra 2, esta reveló Policloruro de vinilo (70%) en su composición un tipo de PVC (figura 7).

Figura 7. Espectro FTIR de muestra 2 de flamencos de la Laguna Chaxa (Chile) y espectro puro de Policloruro de vinilo (PVC)



Las 45 partículas restantes se analizan en el Centro de Microscopía Avanzada (CMA) de la Universidad de Concepción. Según los resultados se establece que 23 partículas corresponden a celulosa un tipo de biopolímero disponible en la pared celular de las plantas (Universidad de Chile, 2023), 14 partículas corresponden a plásticos incluyendo la fibra analizada en FTIR de la Universidad San Sebastián, 6 partículas corresponden a componentes inorgánicos como cloruro de sodio y magnesio y 3 partículas no logran ser identificadas ya que el equipo no reconoció ningún espectro. Asimismo, se determina que 7 de las 10 muestras analizadas contienen microplásticos. Posterior a esto para identificar el tipo de polímero presente en las muestras, se realiza una comparación entre espectros puros de cada tipo de plástico encontrados con los espectros que arrojó el FTIR detectando la presencia de Tereftalato de polietileno (PET), Policloruro de vinilo (PVC),

Acrílico y Nylon, siendo el Tereftalato de polietileno (PET) el polímero más abundante (Figura 8, y 9).

Figura 8. Tipos de polímeros presentes en las partículas encontradas en las heces de flamencos de la Laguna Chaxa, Chile.

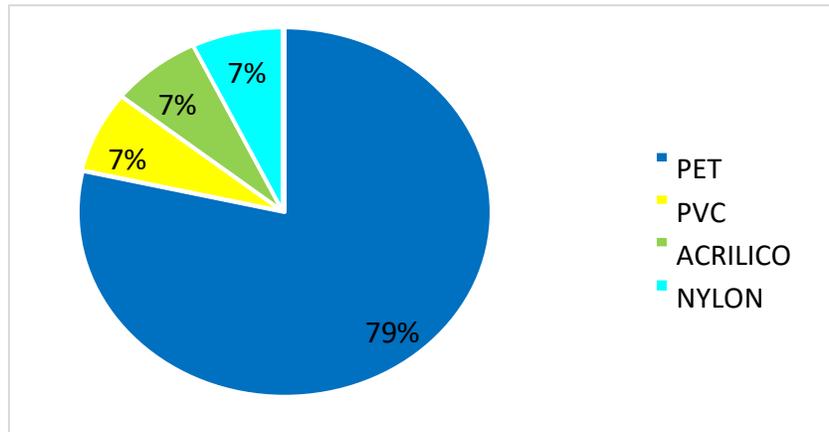
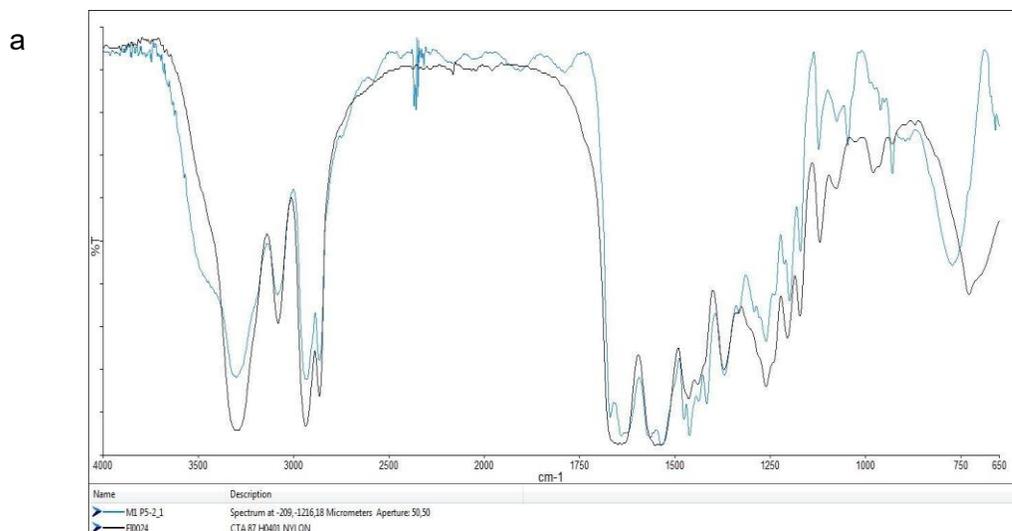
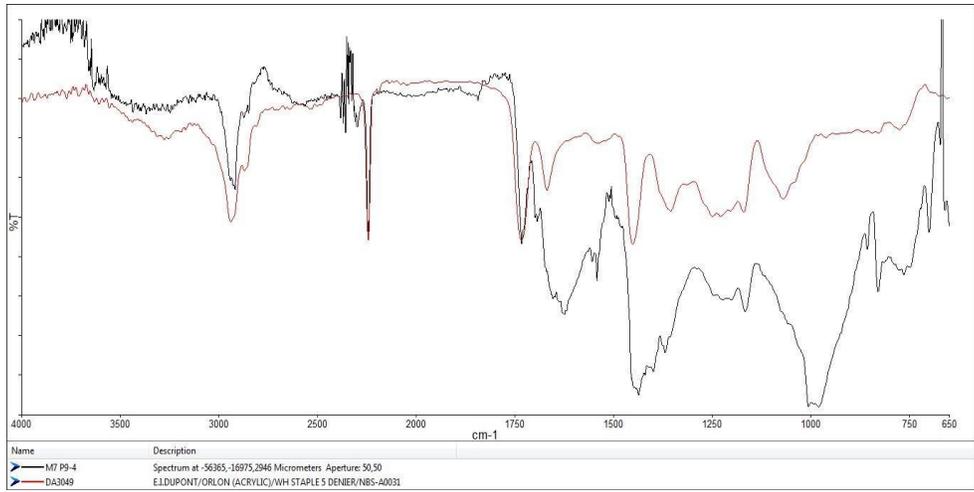


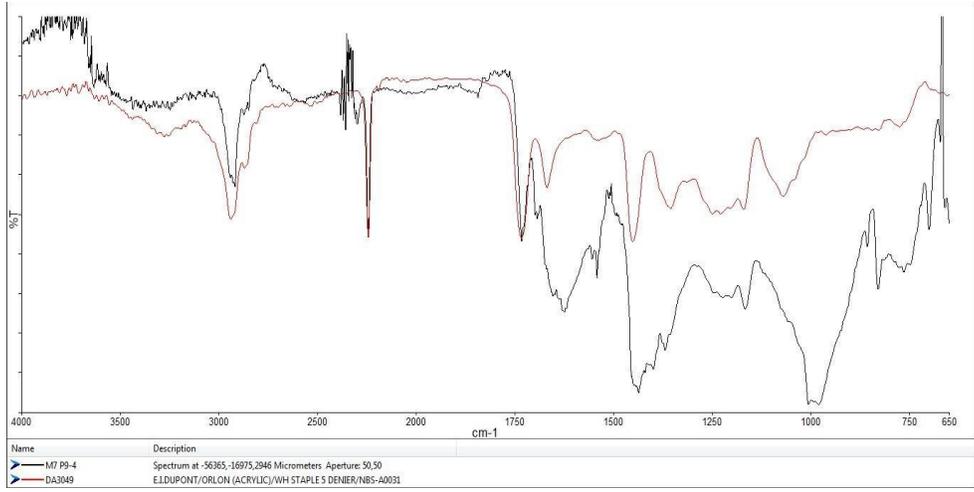
Figura 9. Espectro FTIR de muestras de flamencos de la Laguna Chaxa (Chile) en relación a espectros puros de distintos compuestos. (a) Muestra 1 y espectro puro de Nylon. (b) Muestra 2 y espectro puro de Tereftalato de polietileno (PET). (c) Muestra 7 y espectro puro de Acrílico. Los picos negros corresponden a espectros puros de la biblioteca, mientras que los picos de color azul, rojo y amarillo corresponden a las muestras.



b



c



5. DISCUSIÓN

De acuerdo a los resultados que se obtuvieron en el presente estudio, se evidencia la presencia de partículas plásticas en 7 de las 10 muestras analizadas de heces de flamencos (*Orden Phoenicopteriformes*) provenientes de la Laguna Chaxa. En total se cuantificaron 46 partículas. Esta es la primera evidencia de la presencia de partículas plásticas en estas especies de aves en Chile, identificando la ubicuidad de las partículas en casi todos los ambientes y sumando una especie más a la larga lista de aves que se mantienen en contacto con partículas plásticas. Estos resultados concuerdan con otros estudios realizados en el país, donde se han identificado también partículas plásticas en heces de aves como pingüinos de Magallanes, Gaviota Dominicana, Gaviota Garuma (Méndez-Sanhueza et al., 2023; Soto, 2024), así como también se han identificado partículas plásticas en egagrópilas de Cóndor andino y de aves rapaces (Herrera, 2020; Gutiérrez, 2024).

Es posible que los meso- y microplásticos presentes en las muestras tengan distintos orígenes, estos pueden provenir de la contaminación del aire o suelo que pueda existir en el lugar. Sarkar et al. (2023) señalan que los microplásticos están presentes en todos los ambientes tales como el aire, agua y suelo, además, según un estudio realizado en Japón, se comprobó que los microplásticos se encuentran en la atmósfera, siendo transportados por el aire (Wang et al., 2023). Teniendo en cuenta esto y la zona geográfica de donde se recolectaron las muestras es probable que las partículas identificadas sean producto de la quema de residuos de textiles sintéticos. Actualmente en Chile en el Desierto de Atacama existen vertederos ilegales de ropa que según reportes recientes abarcan 605 hectáreas de desierto (Corporación ciudades, 2024) generando residuos de textiles sintéticos, principal fuente de microplásticos (Bartlett, 2023), estos residuos de textiles no solo se han ido acumulando formando cerros de ropa si no que al no encontrar una solución para erradicarlos debido a la alta acumulación y poca capacidad de carga se han ido quemando generando incendios anuales que suelen durar entre 2 y 10 días (Paúl, 2022).

Otro factor importante que se debe considerar son las actividades antrópicas como el turismo, este puede tener impactos tanto positivos como negativos en el medio ambiente. La laguna Chaxa se encuentra situada dentro de la Reserva Nacional Los Flamencos, esta se encuentra abierta al público durante todo el año, por lo que es una zona bastante concurrida debido a su atractivo turístico, pese a que la Reserva Nacional Los Flamencos forma parte del sistema nacional de áreas silvestres protegidas de la Corporación Nacional Forestal (CONAF, 2024b) y se toman los respectivos resguardos para minimizar el impacto sobre el medio ambiente, de igual manera se cree que existe contaminación. Por otra parte, se deben considerar los patrones migratorios de estas especies de flamencos ya que durante el verano estos se encuentran principalmente en salares altiplánicos para su reproducción y alimentación, sin embargo, durante el invierno migran hacia las costas y humedales de menor altura de la zona Sur (González, 2007). Es por ello que identificar el origen específico de las partículas plásticas encontradas en las heces de flamencos (orden Phoenicopteriformes) es complejo, por lo que es importante realizar un análisis químico para determinar la composición de las partículas plásticas ya que la contaminación que existe en la zona Norte no es la misma que existe en la zona Sur.

Respecto a las características físicas que presentan las partículas identificadas se observa un claro predominio del color negro (39%) seguido del color azul (35%), esto es concordante con estudios previos realizados en otras especies, tal como, el análisis de heces de Gaviota Garuma (*Leucophaeus modestus*) que habita en el Desierto de Atacama que igualmente presentó una alta proporción de partículas de color negro (32%), de igual forma, en ese mismo estudio se analizaron muestras de heces de Zorro culpeo (*Lycalopex culpaeus*) que fueron recolectadas en el mismo sitio en las cuales también se identificaron partículas de color negro (Soto, 2024). Hasta la fecha, no se han descrito más estudios que evidencien la presencia de microplásticos en heces de aves del Desierto de Atacama, lo cual resalta los resultados obtenidos en este estudio. Por otro lado, estudios realizados en la región del Biobío igualmente reportan partículas de color negro (52%) en heces de Otaridos (Pérez-Gómez et al., 2024). No obstante, en investigaciones anteriores realizadas en el país se observa un patrón distinto en el cual

el color predominante de las partículas identificadas corresponde al color blanco, seguido del azul (Andrade & Ovando, 2017; Pérez-Venegas et al., 2018; Pérez-Venegas et al., 2020; Méndez-Sanhueza et al., 2023). La variación de colores reportada que se describe en diversos estudios podría estar relacionada con las distintas fuentes de contaminación o bien por la distinta zona geográfica del país. Es por esto que es fundamental identificar el color que presentan las partículas encontradas a través de la caracterización física que se realiza, ya que esta información proporciona una noción sobre el posible origen de los microplásticos. Por otro lado, durante la producción, a los plásticos se les incorporan diversos aditivos químicos que contienen pigmentos responsables de otorgarles colores específicos. Estos aditivos químicos no solo otorgan colores, sino que también son usados para mejorar su resistencia a factores externos como temperatura, radiación UV, viento (Campanale et al., 2020), asimismo el color y tamaño de los microplásticos son similares a algunas presas por lo que algunos animales confunden las partículas de microplásticos con alimento (Liu et al., 2020; Zhao et al., 2022).

En cuanto a la forma de las partículas identificadas, las que tuvieron un mayor predominio fueron las fibras (83%), lo cual era esperable ya que al observar los resultados de estudios previos también se determinó que las fibras son la forma más abundante (Gallitelli et al., 2022; Méndez-Sanhueza et al., 2023; Perez-Gómez et al., 2024; Soto, 2024; Gutiérrez, 2024; Pozo et al., 2019; Oyarzún, 2024), esto podría deberse a que las partículas como fibras pueden permanecer suspendidas en el aire por largos periodos de tiempo y ser transportadas a través del viento a entornos cercanos (Li et al., 2024). Por el contrario, Ory et al. (2017) mencionan que las fibras no deberían considerarse dentro de la caracterización física ya que al momento de procesar las muestras puede existir contaminación y con ello alterar los resultados.

Según la caracterización física que se realiza respecto al tamaño de las partículas se observa una oscilación entre las medidas 0,1 y > 5 mm, sin embargo, se registra un mayor predominio en partículas menores a 0,5 mm (70%). Esto concuerda con otros estudios en los cuales igualmente se reporta la presencia de partículas dentro del rango de tamaño mencionado (Gallitelli et al., 2022; Pozo et al., 2019). Los flamencos debido a

características anatómicas presentan laminillas internas especializadas en su ranfoteca que les permite filtrar el agua para conseguir alimento (Short Wave, 2025), esto explicaría el predominio de partículas menores a 0,5 mm. Algunos autores sugieren que los microplásticos < 5 mm no causan daño en el portador (Foekema et al., 2013), sin embargo, Amereh et al. (2020) mencionan que los microplásticos al ser de un tamaño microscópico tienen la capacidad de atravesar membranas biológicas y acumularse en diferentes tejidos, además, Browne et al. (2008) señalan que mientras más pequeñas sean las partículas más aumenta el riesgo de acumularse en los tejidos.

De acuerdo a la caracterización química que se realiza en las 46 partículas a través de la técnica de espectroscopía infrarroja por transformada de Fourier (FTIR), se identifican los siguientes polímeros Tereftalato de polietileno (PET) (79%), Acrílico (7%), Nylon (7%) y Policloruro de vinilo (PVC) (7%), siendo el tereftalato de polietileno (PET) el polímero plástico que se encuentra en mayor proporción respecto a los demás. Esto es concordante con diversos estudios previos que de igual manera registraron una mayor cantidad de PET (Dris et al., 2016; Phaksopa et al., 2021; Pozo et al., 2019; Marina Montes et al., 2023; Ortega-Borchardt et al., 2023; Jorquera et al., 2022; Castillo et al., 2020).

El tereftalato de polietileno (PET) también conocido como poliéster es un polímero frecuentemente utilizado en la industria textil por lo que se encuentra principalmente en fibras de ropa, sin embargo, también se utiliza como contenedor de alimentos y líquidos (Phaksopa et al., 2021; Rochman et al., 2019).

En contraste con estos resultados, otro estudio indica como polímero predominante al Poliestireno (PS) (Herrera, 2020), a diferencia de otros polímeros el Poliestireno (PS) suele ser más susceptible a fragmentarse con mayor rapidez lo que indicaría su alta disponibilidad en el ambiente (Weinstein et al., 2016). Otro estudio reporta mayor abundancia de polímeros tales como el polipropileno (PP), rayón y polietileno de alta densidad (HDPE) (Gómez et al., 2020; Méndez-Sanhueza et al., 2023). La variación de polímeros que se describe en los resultados de diversos estudios podría estar dada por el tipo de contaminación a la que esté expuesta la fauna silvestre, ya sea contaminación marítima o atmosférica.

En cuanto a los componentes inorgánicos encontrados en las muestras analizadas se identifica la presencia de cloruro de sodio y magnesio. Esto era esperable ya que el desierto de Atacama se conoce por tener un ecosistema hiperárido y hostil que reúne las condiciones climáticas favorables para la formación y concentración de distintos tipos de sales en el suelo, lagunas y salares altiplánicos (Chong-Díaz et al., 2020; Gómez-Silva et al., 2022). La presencia de estas sales en las muestras podría explicarse por la inevitable extracción de sedimento durante la recolección de heces de flamencos, además es importante considerar que el hidróxido de potasio utilizado para el procesamiento de las muestras solo digiere compuestos orgánicos. No se reporta la presencia de componentes inorgánicos como cloruro de sodio y magnesio en estudios similares previamente realizados.

6. CONCLUSIÓN

En relación a la interrogante planteada al inicio del presente estudio, se concluye que sí existe presencia de meso- y microplásticos en las muestras de heces de flamencos del orden Phoenicopteriformes provenientes de la Laguna Chaxa, Desierto de Atacama.

Se cuantificaron un total de 46 partículas en las heces analizadas, predominando el color negro (39%) seguido del azul (35%). Por otro lado, se determinó que el 83% de las partículas observadas corresponden a fibras, en cuanto al tamaño que presentan las partículas analizadas se oscila una medida entre 0,1 y >5 mm, no obstante, se describe un mayor predominio de partículas menores a 0,5 mm (70%).

Se determina la composición de las partículas identificadas mediante la técnica de espectroscopia infrarroja por transformada de Fourier (FTIR) y se identifican los tipos de polímeros presentes en las muestras, el Tereftalato de polietileno (PET) se registró como el polímero más abundante (79%), seguido del Acrílico (7%), Nylon (7%) y Policloruro de vinilo (PVC) (7%).

Esta es la primera evidencia de la presencia de partículas plásticas en estas especies de aves en Chile por lo que este estudio es el primer paso para impulsar futuras investigaciones en esta especie.

Finalmente es importante destacar que se dio cumplimiento con la totalidad de los objetivos específicos establecidos en el presente estudio.

7. REFERENCIAS

- Amereh, F., Babaei, M., Eslami, A., Fazelipour, S., & Rafiee, M. (2020) The emerging risk of exposure to nano(micro)plastics on endocrine disturbance and reproductive toxicity: From a hypothetical scenario to a global public health challenge. *Environmental Pollution*, 261, 114158. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.114158>
- Antczak, M., Hromada, M., Czechowski, P., Tabor, J., Zabłocki, P., Grzybek, J., & Tryjanowski, P. (2010). A new material for old solutions— the case of plastic string used in Great Grey Shrike nests. *Acta Ethologica*, 132, 87-91. <https://doi.org/10.1007/S10211-010-0077-2>
- Andrade, C. & Ovando, F. (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. Sección Medio ambiente. <https://www.nationalgeographic.es/2023/04/desierto-atacama-vertederoprendasderopa-lowcost>
- Blair, R., Waldron, S., Fénix, V., & Gauchotte, C. (2017). Micro – and nanoplastic pollution of freshwater and wastewater treatment systems. *Springer Science Reviews*, 5, 19-30. <https://link.springer.com/article/10.1007/s40362-017-0044-7>
- Bucci, K., Tulio, M. & Rochman, C. (2020) What is known and unknown about the effects of plastic pollution: A meta- analysis and systematic review. *Ecological Applications*, 30(2), e02044. <https://doi.org/10.1002/eap.2044>
- Browne, M., Dissanayake, A., Galloway, T., Lowe, D., & Thompson, R. (2008). Ingested microscopic plastic translocates to the circulatory system of the mussel, *Mytilus edulis* (L.) *Environmental Science and Technology*, 42, 5026–5031. <https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/es800249a>
- Castillo, C., Fernández, C., Gutiérrez, M. Aranda, M., Urbina, M., Yáñez, J., Álvarez, A., & 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>
- Campanale, C., Massarelli, C., Savino, I., Locaputo, V. & Uricchio, V. (2020). A detailed review study on potential effects of microplastics and additives of concern on human health. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(4), 1212. <https://doi.org/10.3390/ijerph17041212>
- Chota, W., & Chong, J. (2020). Primer registro de ingestión de microplásticos por un pez de importancia comercial en la ciudad de Iquitos, Amazonia peruana. *Folia Amazónica*, 29. 179-188. <https://doi.org/10.24841/fa.v29i2.521>
- Cole, M., Lindeque, P., Halsband, C., & Galloway, T. (2011). Microplastics as contaminants in the marine environment: A review. *Marine Pollution Bulletin*, 62, 2588-2597. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2011.09.025>
- Corporación Nacional Forestal (CONAF). (2024a). Censo estival de flamencos altoandinos en Reserva Nacional destacó por alta presencia de ejemplares juveniles. CONAF. Recuperado el 20 de octubre de 2024, de <https://www.conaf.cl/censo-estival-de-flamencos-altoandinos-enreservanacionaldestaco-por-alta-presencia-deejemplaresjuveniles/#:~:text=El%20censo%20estival%20de%20flamencos,%2C%20Tarapa%20c%3%A1%2C%20Antofagasta%20y%20Atacama>.
- Corporación Nacional Forestal (CONAF). (2024b). Reserva Nacional Los Flamencos. CONAF. Recuperado el 24 de octubre de 2024, de https://www.conaf.cl/parque_nacionales/reserva-nacional-los-flamencos/
- Corporación ciudades. (2024). «Estudio revela existencia de 600 hectáreas de superficie de basurales ilegales en Iquique-Alto Hospicio». Recuperado el 16 de junio de 2025, de <https://corporacionciudades.cl/basurales-ilegales-iquique-altohospicio/>
- Chong-Díaz, G., Demergasso, C., Urrutia, J. & Vargas, M. (2020). El Dominio Salino del norte de Chile y sus yacimientos de minerales industriales. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, 72(3), 00018. <https://doi.org/10.7440/res64.2018.03>

- Dris, R., Gasperi, J., Saad, M., Mirande, C. & Tassin, B. (2016). Synthetic fibers in atmospheric fallout: A source of microplastics in the environment?. *Marine Pollution Bulletin*, 104(1-2), 290-293. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2016.01.006>
- Derraik, J. (2002). The pollution of the marine environment by plastic debris: a review. *Marine Pollution Bulletin*, 44, 842-852. [https://doi.org/10.1016/S0025326X\(02\)00220-5](https://doi.org/10.1016/S0025326X(02)00220-5)
- Fischer, A. (2022). Un vertedero colosal de ropa asfixia la reserva natural del Desierto de Atacama, en Chile. National Geographic en español. Sección Ecología. <https://www.ngenespanol.com/ecologia/toneladas-de-ropa-contaminanlareservanatural-del-desierto-de-atacama/>
- Foekema, E., De Grijter, C., Mergia, M., Franeker, J., Murk, A., & Koelmans, A. (2013). Plastic in North Sea Fish. *Environmental Science & Technology*, 47, 8818-8824. <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/es400931b>
- Gallitelli, L., Battisti, C., Pietrelli, L. & Scalici, M. (2022). Anthropogenic particles in coypu (*Myocastor coypus*; Mammalia, Rodentia) faeces: first evidence and considerations about their use as track for detecting microplastic pollution. *Environmental Science and Pollution Research*, 29. 55293–55301. <https://doi.org/10.1007/s11356-02221032-0>
- Gantz, A., Rau, J., & Couve, E. (2009). Ensamblajes de aves en el Desierto de Atacama, Norte grande de Chile. *Gayana (Concepción)*, 73(2), 172-179. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-65382009000200002>
- González, F. (2007). *Variabilidad poblacional de los flamencos en el altiplano chileno relacionada con las precipitaciones y la temperatura*. [Memoria para optar al título profesional de Médico Veterinario, Universidad de Chile]. Repositorio institucional <https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/132917/Variabilidad-poblacional-de-los-flamencos-en-el-altiplano-chileno-relacionada-con-las-precipitaciones-y-la-temperatura.pdf?sequence=1>
- Gómez, V., Pozo, K., Núñez, D., Pribylová, P., Audy, O., Bains, M., Fossi, M., & Klánová, J. (2020). Marine plastic debris in Central Chile: Characterization and abundance of macroplastics and burden of persistent organic pollutants (POPs). *Marine Pollution Bulletin*, 152, 110881. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.110881>

- Gómez-Silva, B. & Batista-García, R. (2022). The Atacama Desert: a biodiversity hotspot and not just a mineral-rich region. *Frontiers in Microbiology*, 13, 812842. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2022.812842>
- Gutiérrez, C. (2024). *Análisis de microplásticos en egagrópilas de aves rapaces*. [Memoria para optar al título de Médico Veterinario, Universidad San Sebastián]. Repositorio Institucional. <https://repositorio.uss.cl/handle/uss/19163>
- Herrera, P. (2020). *Caracterización del consumo de desechos de origen antropogénico y microplásticos por el cóndor andino (Vultur gryphus) en Chile*. [Tesis presentada como parte de los requisitos para optar al grado de Licenciado en Biología]. Repositorio Institucional. <https://repositorio.unab.cl/server/api/core/bitstreams/7fd1ebbc-0993-462a8459cc0c1908ba0a/content>
- Jiménez, V., Luna, A., & Gómez, L. (2022). Differential presence of microplastics and mesoplastics in coral reef and mangrove fishes in Isla Grande, Colombia. *Microplastics in Marine Environment*, 1(3), 477-493. <https://doi.org/10.3390/microplastics1030034>
- Jorquera, A., Castillo, C., Murillo, V., Araya, J., Pinochet, J., Narváez, D., PantojaGutiérrez, S., & Urbina, M. (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/10.1016/j.scitotenv.2021.152506>
- Lavers, J., Sharp, P., Stuckenbrock, S., & Bond, A. (2020). Entrapment in plastic debris endangers hermit crabs. *Journal of Dangerous Materials*, 387, 121703. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2019.121703>
- Li, M., Wang, Z., Zhu, L., Zhu, Y., Yi, J., & Fu, X. (2024). Research advances on microplastics contamination in terrestrial geoenvironment: A review. *Science of The Total Environment*, 173259. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.173259>
- Liu, P., Zhan, X., Wu, X., Li, J., Wang, H. & Gao, S. (2020). Effect of weathering on environmental behavior of microplastics: Properties, sorption and potential risks. *Chemosphere* 242, 125193. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2019.125193>

- Marina-Montes, C., Abás, E., Buil-García, J., & Anzano J. (2023) From multi to single particle analysis: A seasonal spectroscopic study of airborne particulate matter in Zaragoza, Spain. *Talanta*, 259, 124550. <https://doi.org/10.1016/j.talanta.2023.124550>
- Méndez-Sanhueza, S., Torres, M., Pozo, K., Del Águila, G., Hernández, 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>
- Orellana, L. (2013). Caracterización de Humedales Altoandinos para una gestión sustentable de las actividades productivas del sector norte del país. *Fauna Región III de Atacama*. <https://bibliotecadigital.ciren.cl/server/api/core/bitstreams/bc27301d-00694ff99d2a-dc2107cadac6/content>
- Oyarzún, F. (2024). *Ocurrencia estacional de microplásticos y su relación con el consumo de presas de interés pesquero en Otaria Byronia de Islas Cullintos, Región del Biobío*. [Memoria para optar al título de Médico Veterinario, Universidad San Sebastián]. Repositorio Institucional. <https://repositorio.uss.cl/handle/uss/19173>
- Ortega-Borchardt, J. Á., Ramírez-Álvarez, N., Ríos, L., Gallo-Reynosos, J. P., BarbaAcuña, D., García-Hernández, J., Égido-Villarreal, J. & Kubenik, T. (2023). Detection of microplastic particles in scats from different colonies of California sea lions (*Zalophus californianus*) in the Gulf of California, Mexico: A preliminary study. *Marine Pollution Bulletin*, 186, 114433. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2022.114433>
- 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. (2017). 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>
- Paúl, F (2022). 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/noticiasamerica-latina-60024852>
- Parra, E. (2014). Aves silvestres como bioindicadores de contaminación ambiental y metales pesados. *CES Salud Pública*, 5(1), 59-695. https://revistas.ces.edu.co/index.php/ces_salud_publica/article/view/2879/2177
- Perez-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*, 35(1), e25593. <https://doi.org/10.15381/rivep.v35i1.25593>
- Pérez-Guevara, F., Kutralam-Muniasamy, G., & Shruti, V. (2021). Critical review on microplastics in fecal matter: Research progress, analytical methods and future outlook. *Science of The Total Environment*, 778, 146395. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.146395>
- Pérez-Venegas, D., Seguel, M., Paves, H., Pulgar, J., Urbina, M., Ahrendt, C., & GalbánMalagón, C. (2018). First detection of plastic microfibers in a wild population of south American sur seals (*Arctocephalus australis*) in the Chilean Northern Patagonia. *Marine Pollution Bulletin*, 136, 50-54. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.08.065>
- Pérez-Venegas, D., 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>
- Pozo, K., Gómez, V., Torres, M., Vera, L., Núñez, D., Oyarzún, P., Mendoza, G., Clarke, B., Fossi, M., Bains, M., Přibylová, P., & Klánová, J. (2019). Presence and characterization of microplastics in fish of commercial importance from the Biobío region in central Chile. *Marine Pollution Bulletin*, 140, 315-319, <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.01.025>.
- Phaksopa, J., Sukhsangchan, R., Keawsang, R., Tanapivattanukul, K., Thamrongnawasawat, T., Worachananant, S., & Sreesamran, P. (2021). Presence

- and Characterization of Microplastics in Coastal Fish around the Eastern Coast of Thailand. *Sustainability*, 13 (23), 13110. <https://doi.org/10.3390/su132313110>
- Richard, E., Zapata, D. I. C., & Angeoletto, F. (2021). Consumo incidental de plástico y otros materiales antropogénicos por parte de *Coragyps atratus* (Bechstein, 1793) en un vertedero de basura de Ecuador. *Revista Peruana de Biología*, 28(4). <https://doi.org/10.15381/rpb.v28i4.21627>
- Rochman, C., Brookson, C., Biker, J., Djuric, N., Earn, A., Bucci, K., Athey, S., Huntington, A., McIlwraith, H., Munno, K., De Frond, H., Kolomijeca, A., Erdle, L., Grbic, J., Bayoumi, M., Borrelle, S., Wu, T., Santoro, S., Werbowski, L., Zhu, X., Giles, R., Hamilton, B., Thaysen, C., Kaura, A., Klasios, N., Ead, L., Kim, J., Sherlock, C., Ho, A., & Hung, C. (2019). Rethinking microplastics as a diverse contaminant suite. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 38, 703-711. <https://doi.org/10.1002/etc.4371>
- Ryan, P. (2018) Entanglement of birds in plastics and other synthetic materials. *Marine Pollution Bulletin*, 135, 159-164. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.06.057>
- Sánchez, J. (2018). Plásticos y microplásticos en agua, un problema mundial que afecta nuestros sistemas acuáticos. *Revista Ingeniería y Región*, 19, 1. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6999161>
- Sanz, A. (2024). Moda circular contra la contaminación de ropa más grande del mundo. EFE. Sección medio ambiente. <https://efe.com/medio-ambiente/2024-04-17/moda-circular-contra-la-contaminacion-de-ropa-mas-grande-del-mundo/#:~:text=%2D%20La%20Regi%C3%B3n%20de%20Tarapac%C3%A1%20C%20situada,de%20la%20frontera%20con%20Per%C3%BA>
- 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>
- Soto, V. (2024). *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, Universidad San Sebastián]. Repositorio Institucional. <https://repositorio.uss.cl/handle/uss/19161>

- Susanti, N., Mardiasuti, A., & Wardiatno, Y. (2020). Microplastics and the impact of plastic on wildlife: a literature review. In IOP Conference Series: *Earth and Environmental Science*. 528(1), 012013
<https://iopscience.iop.org/article/10.1088/17551315/528/1/012013/pdf>
- Short Wave (2025). Scientists have figured out why flamingos are such weird eaters. Sección Ciencia. <https://www.npr.org/2025/05/16/nx-s1-5396865/flamingo-weird-eater-tiny-tornado-fluid-dynamics>
- Thompson, R. (2015). Microplastics in the Marine Environment: Sources, Consequences and Solutions. In: Bergmann, M., Gutow, L., Klages, M. (eds) *Marine Anthropogenic Litter*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3319165103_7
- Thompson, R., Shanna, C., Moore, C., & Vom Saal, F. (2009). Our plastic age. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 364, 1973–1976. <https://doi.org/10.1098/rstb.2009.0054>
- Torres, M. (2024). Sitio de recolección de muestras [Fotografía]. Laguna Chaxa, Desierto de Atacama, Chile.
- Tobar, C., Rau, J., Fuentes, N., Gantz, A., Suazo, C., Cursach, J., Santibañez, A., & Pérez, J. (2014). Diet of the Chilean flamingo *Phoenicopterus chilensis* (Phoenicopteriformes: Phoenicopteridae) in a coastal wetland in Chiloé, southern Chile. *Revista Chilena de Historia Natural*, 87, 15. <https://doi.org/10.1186/s40693-014-0015-1>
- Tobar, C., Rau, J., Santibañez, A., Fuentes, N., Cursach, J., Vilugrón, J., Magro, A., & Pérez, J. (2017). Variación interanual en la dieta invernal del flamenco chileno *Phoenicopterus chilensis* (Aves: Phoenicopteriformes) en el humedal marino de Bahía Caulín, Chiloé, sur de Chile. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 53, 3. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-19572017000300009>
- Universidad de Chile (2023). Celulosa: La ciencia detrás de este material, sus propiedades y múltiples usos. Universidad de Chile, Sección Noticias. <https://uchile.cl/u205858>
- Vivanco, E. (2023). Disposición final de residuos sólidos, rellenos sanitarios, vertederos y basurales. Biblioteca del Congreso Nacional de Chile / BCN.

https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio/10221/32412/2/BCN_Gestion_de_residuos_microbasurales_2021_FINAL.pdf

- Wang, L., Nabi, G., Yin, L., Wang, Y., Li, S., Hao, Z., & Li, D. (2021). Birds and plastic pollution: recent advances. *Avian Research*, 12, 59. <https://doi.org/10.1186/s40657-021-00293-2>
- 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>
- Waring, R., Harris, R., & Mitchell S. (2018). Plastic contamination of the food chain: A threat to human health?. *Maturitas*, 115, 64-68. <https://doi.org/10.1016/j.maturitas.2018.06.010>
- Weinstein, J., Crocker, B., & Gray, A. (2016). From macroplastic to microplastic: Degradation of high density polyethylene, polypropylene, and polystyrene in a salt marsh habitat. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 35(7), 1632-1640. <https://doi.org/10.1002/etc.3432>
- Wenfeng, E., Gao, H., Jin, S., Ruijing, L., & Na, G. (2019). The ecotoxicological effects of microplastics on aquatic food web, from primary producer to human: A review. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 173, 110-117. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2019.01.113>
- Yáñez, C. (2021). Guía del Flamenco y otras especies asociadas. (1a ed.). Fundación Mery. <https://repositoriobibliotecas.uv.cl/items/1d3931cb-9b0d4d12b3fd15c3e1fe001a>
- Zhao, X., Wang, J., Leung, K. & Wu, F. (2022). Color: an important but overlooked factor for plastic photoaging and microplastic formation. *Environmental Science & Technology*, 56, 9161-9163. <https://doi.org/10.1021/acs.est.2c02402>
- Zhu, D., Bi, Q., Xiang, Q., Chen, Q., Christie, P., Ke, X., Wu, L., & Zhu, Y. (2018). Trophic predator-prey relationships promote transport of microplastics compared with the single *Hypoaspis aculeifer* and *Folsomia candida*. *Environmental Pollution*, 235, 150-154. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2017.12.058>

Anexo II. Planilla de Excel creada para el registro de colores de las partículas encontradas.

	Colores					
	Negro	Rojo	Azul	Transparente	Verde	Café
Filtro muestra 1_ P1	1					
Filtro muestra 1_ P2					1	
Filtro muestra 1_ P3	1					
Filtro muestra 1_ P4				1		
Filtro muestra 1_ P5	1					
Filtro muestra 1_ P6				1		
Filtro muestra 1_ P7				1		
Filtro muestra 2_ P1				1		
Filtro muestra 2_ P2				1		
Filtro muestra 2_ P3	1					
Filtro muestra 2_ P4	1					
Filtro muestra 2_ P5	1					
Filtro muestra 2_ P6				1		
Filtro muestra 2_ P7		1				
Filtro muestra 2_ P8					1	
Filtro muestra 3_ P1			1			
Filtro muestra 3_ P2				1		
Filtro muestra 3_ P3						1
Filtro muestra 3_ P4	1					
Filtro muestra 4_ P1	1					
Filtro muestra 4_ P2	1					
Filtro muestra 4_ P3			1			
Filtro muestra 4_ P4				1		
Filtro muestra 5_ P1	1					
Filtro muestra 5_ P2				1		
Filtro muestra 5_ P3				1		
Filtro muestra 6_ P1					1	
Filtro muestra 7_ P1				1		
Filtro muestra 7_ P2	1					
Filtro muestra 7_ P3	1					
Filtro muestra 7_ P4				1		
Filtro muestra 7_ P5				1		
Filtro muestra 7_ P6				1		
Filtro muestra 7_ P7				1		
Filtro muestra 7_ P8	1					
Filtro muestra 7_ P9	1					
Filtro muestra 8_ P1	1					
Filtro muestra 8_ P2						1
Filtro muestra 9_ P1				1		
Filtro muestra 9_ P2	1					
Filtro muestra 9_ P3						1
Filtro muestra 9_ P4						1
Filtro muestra 9_ P5						1
Filtro muestra 9_ P6						1
Filtro muestra 10_ P1	1					
Filtro muestra 10_ P2	1					

Anexo III. Planilla de Excel creada para el registro de las medidas de las fibras encontradas en los filtros.

Código del filtro	Matrix	Estación	dimensión d	Tamaño				
				<0.5 mm	0.5-1 mm	1-2.5 mm	2.5-5 mm	>5mm
Filtro muestra 1_P1	Heces	Invierno	0,112555	1				
Filtro muestra 1_P2	Heces	Invierno	0,795087		1			
Filtro muestra 1_P3	Heces	Invierno	1,493104				1	
Filtro muestra 1_P4	Heces	Invierno	0,410932	1				
Filtro muestra 1_P5	Heces	Invierno	0,17957	1				
Filtro muestra 1_P6	Heces	Invierno	0,170333	1				
Filtro muestra 1_P7	Heces	Invierno	0,245879	1				
Filtro muestra 2_P1	Heces	Invierno	0,269942	1				
Filtro muestra 2_P2	Heces	Invierno	0,435629	1				
Filtro muestra 2_P3	Heces	Invierno	0,81272		1			
Filtro muestra 2_P4	Heces	Invierno	0,261799	1				
Filtro muestra 2_P5	Heces	Invierno	0,230361	1				
Filtro muestra 2_P6	Heces	Invierno	0,178474	1				
Filtro muestra 2_P7	Heces	Invierno	1,031,278				1	
Filtro muestra 2_P8	Heces	Invierno	8,258982					1
Filtro muestra 3_P1	Heces	Invierno	0,156313					
Filtro muestra 3_P2	Heces	Invierno	0,361354					
Filtro muestra 3_P3	Heces	Invierno	0,114597					
Filtro muestra 3_P4	Heces	Invierno	0,149637					
Filtro muestra 4_P1	Heces	Invierno	0,088131	1				
Filtro muestra 4_P2	Heces	Invierno	0,064801	1				
Filtro muestra 4_P3	Heces	Invierno	0,103258	1				
Filtro muestra 4_P4	Heces	Invierno	0,251968	1				
Filtro muestra 5_P1	Heces	Invierno	0,607181		1			
Filtro muestra 5_P2	Heces	Invierno	0,071106	1				
Filtro muestra 5_P3	Heces	Invierno	0,125825	1				
Filtro muestra 6_P1	Heces	Invierno	0,061139	1				
Filtro muestra 7_P1	Heces	Invierno	0,533739		1			
Filtro muestra 7_P2	Heces	Invierno	1,290465				1	
Filtro muestra 7_P3	Heces	Invierno	0,612518		1			
Filtro muestra 7_P4	Heces	Invierno	1,25659				1	
Filtro muestra 7_P5	Heces	Invierno	0,992584		1			
Filtro muestra 7_P6	Heces	Invierno	2,056027				1	
Filtro muestra 7_P7	Heces	Invierno	0,229957	1				
Filtro muestra 7_P8	Heces	Invierno	0,368844	1				
Filtro muestra 7_P9	Heces	Invierno	0,119910	1				
Filtro muestra 8_P1	Heces	Invierno	0,047657	1				
Filtro muestra 8_P2	Heces	Invierno	0,320563	1				
Filtro muestra 9_P1	Heces	Invierno	0,796566		1			
Filtro muestra 9_P2	Heces	Invierno	1,113527				1	
Filtro muestra 9_P3	Heces	Invierno	0,300694					
Filtro muestra 9_P4	Heces	Invierno	0,151547	1				
Filtro muestra 9_P5	Heces	Invierno	0,042103	1				
Filtro muestra 9_P6	Heces	Invierno	0,054456	1				
Filtro muestra 10_P1	Heces	Invierno	0,180436	1				
Filtro muestra 10_P2	Heces	Invierno	0,178276	1				

Anexo IV. Planilla de Excel creada para el registro de formas.

Código del filtro	Caracterización física		
	Fibra	Pieza sólida:	Partícula
Filtro muestra 1_ P1	1		
Filtro muestra 1_ P2	1		
Filtro muestra 1_ P3	1		
Filtro muestra 1_ P4	1		
Filtro muestra 1_ P5	1		
Filtro muestra 1_ P6	1		
Filtro muestra 1_ P7	1		
Filtro muestra 2_ P1	1		
Filtro muestra 2_ P2	1		
Filtro muestra 2_ P3	1		
Filtro muestra 2_ P4	1		
Filtro muestra 2_ P5	1		
Filtro muestra 2_ P6	1		
Filtro muestra 2_ P7	1		
Filtro muestra 2_ P8	1		
Filtro muestra 3_ P1	1		
Filtro muestra 3_ P2	1		
Filtro muestra 3_ P3			1
Filtro muestra 3_ P4			1
Filtro muestra 4_ P1	1		
Filtro muestra 4_ P2	1		
Filtro muestra 4_ P3			1
Filtro muestra 4_ P4	1		
Filtro muestra 5_ P1	1		
Filtro muestra 5_ P2	1		
Filtro muestra 5_ P3	1		
Filtro muestra 6_ P1	1		
Filtro muestra 7_ P1	1		
Filtro muestra 7_ P2	1		
Filtro muestra 7_ P3	1		
Filtro muestra 7_ P4	1		
Filtro muestra 7_ P5	1		
Filtro muestra 7_ P6	1		
Filtro muestra 7_ P7	1		
Filtro muestra 7_ P8	1		
Filtro muestra 7_ P9	1		
Filtro muestra 8_ P1	1		
Filtro muestra 8_ P2			1
Filtro muestra 9_ P1	1		
Filtro muestra 9_ P2	1		
Filtro muestra 9_ P3	1		
Filtro muestra 9_ P4			1
Filtro muestra 9_ P5			1
Filtro muestra 9_ P6			1
Filtro muestra 10_ P1	1		
Filtro muestra 10_ P2	1		

Anexo V. Planilla de Excel para registrar caracterización química de MPs.

Código del filtro	Caracterización química				Tipo de polímero			SCORE/OBSERVACIÓN	
	Plastic	Inorgánico	Celulosa	Orgánico	Indeterminado	PET	PVC		Acrylic
Filtro muestra 1_P1	1						1		Analizada en CMA
Filtro muestra 1_P2				1					Analizada en CMA
Filtro muestra 1_P3	1						1		Analizada en CMA
Filtro muestra 1_P4				1					Analizada en CMA
Filtro muestra 1_P5	1						1		Analizada en CMA
Filtro muestra 1_P6	1						1		Analizada en CMA
Filtro muestra 1_P7				1					Analizada en CMA
Filtro muestra 2_P1				1					Analizada en CMA
Filtro muestra 2_P2				1					Analizada en CMA
Filtro muestra 2_P3	1						1		Analizada en CMA
Filtro muestra 2_P4				1					Analizada en CMA
Filtro muestra 2_P5	1						1		Analizada en CMA
Filtro muestra 2_P6				1					Analizada en CMA
Filtro muestra 2_P7	1						1		Analizada en CMA
Filtro muestra 2_P8	1						1		FTIR, USS fibra larga de mesoplástico
Filtro muestra 3_P1	1						1		Analizada en CMA
Filtro muestra 3_P2				1					No se observó nada sospechoso que indique presencia de plásticos
Filtro muestra 3_P3				1					No se observó nada sospechoso que indique presencia de plásticos
Filtro muestra 3_P4				1			1		No se observó nada sospechoso que indique presencia de plásticos
Filtro muestra 4_P1				1					No se observó nada sospechoso que indique presencia de plásticos
Filtro muestra 4_P2				1					No se observó nada sospechoso que indique presencia de plásticos
Filtro muestra 4_P3				1					No se observó nada sospechoso que indique presencia de plásticos
Filtro muestra 4_P4				1					No se observó nada sospechoso que indique presencia de plásticos
Filtro muestra 5_P1	1						1		Analizada en CMA
Filtro muestra 5_P2				1					Analizada en CMA
Filtro muestra 5_P3	1						1		Analizada en CMA
Filtro muestra 6_P1				1					Analizada en CMA
Filtro muestra 7_P1				1			1		Analizada en CMA
Filtro muestra 7_P2				1					Analizada en CMA
Filtro muestra 7_P3				1					Analizada en CMA
Filtro muestra 7_P4				1					Analizada en CMA
Filtro muestra 7_P5				1					Analizada en CMA
Filtro muestra 7_P6				1					Analizada en CMA
Filtro muestra 7_P7				1					Analizada en CMA
Filtro muestra 7_P8				1					Analizada en CMA
Filtro muestra 7_P9	1							1	Analizada en CMA
Filtro muestra 8_P1				1					Analizada en CMA
Filtro muestra 8_P2				1					Analizada en CMA
Filtro muestra 9_P1				1					Analizada en CMA
Filtro muestra 9_P2				1					Analizada en CMA
Filtro muestra 9_P3	1						1		Analizada en CMA
Filtro muestra 9_P4				1					Analizada en CMA
Filtro muestra 9_P5				1					Analizada en CMA
Filtro muestra 9_P6				1					Analizada en CMA
Filtro muestra 10_P1				1					Analizada en CMA
Filtro muestra 10_P2	1						1		Analizada en CMA