

APPENDIX

Appendix 1. Translation of the article "Ingestion of man-made debris by Markham's storm petrel *Hydrobates markhami*" to Spanish

Ingestión de desechos artificiales humanos por la Golondrina de mar negra *Hydrobates markhami*

FERNANDO MEDRANO^{1*}, MACARENA VARGAS¹, DANIEL TERÁN¹, MARLENE FLORES², GIANNIRA ÁLVAREZ¹ & RONNY PEREDO¹

¹ Red de Observadores de Aves y Vida Silvestre de Chile (ROC), Chile

*(fernandomedranomartinez@gmail.com)

² Colegio Marista Hermano Fernando, Ricardo Lagos. 4201, Alto Hospicio, Chile

INTRODUCCIÓN Los desechos artificiales (en adelante, desechos) en el mar son una preocupación mundial porque muchas especies de aves marinas ingieren plástico, así como otras fibras antrópicas como el caucho o las fibras de algodón (Wilcox et al. 2015, Kühn y van Franeker 2020). La ingestión de desechos puede contribuir directamente a la mortalidad de las aves marinas al promover la inanición letal o subletal, el daño al tracto gastrointestinal y el estrés fisiológico (Spear et al. 1995, Roman et al. 2019, Senko et al. 2020), y también puede causar una enfermedad llamada "plasticosis", en la que los plásticos promueven la formación de cicatrices en el interior de los órganos del tracto digestivo (Charlton-Howard et al. 2023). Dado que muchas especies de aves marinas están actualmente amenazadas, es de interés comprender mejor el alcance de la ingestión de plástico, especialmente entre las especies en peligro de extinción (Clark et al. 2023).

El Océano Pacífico tiene una gran abundancia de escombros, particularmente dentro de los giros (Moore et al. 2001, Eriksen et al. 2013). En el norte de Chile, si bien no ha habido un aumento en la incidencia de grandes piezas de escombros en los últimos años (como se ha evaluado en playas; HidalgoRuz et al. 2018), no se ha evaluado la cantidad de desechos degradados (por ejemplo, microplásticos).

La Golondrina de mar negra *Hydrobates markhami* es endémica de la corriente de Humboldt, reproduciéndose en el desierto de Atacama en Perú y Chile. Actualmente, la especie está clasificada como "Casi Amenazada" (BirdLife International 2023), principalmente debido al enorme impacto de la contaminación lumínica en los polluelos (Barros et al. 2019). El primer análisis de la presencia de desechos en el tracto digestivo de esta especie se llevó a cabo entre 1984 y 1988, revelando que una de cada 12 aves (8%) contenía desechos plásticos (Ainley et al. 1990, Spear et al. 1995). Posteriormente, en el centro de Perú en 1999-2000, sólo tres de los 95 (3,2%) regurgitados de aves contenían desechos (García-Godos et al. 2002). Sin embargo, se requiere una nueva evaluación dado el posible aumento de los desechos degradados en el Océano Pacífico en las últimas décadas. En este estudio, cuantificamos la ingestión de desechos por parte del Golondrina de mar negra utilizando la prevalencia tanto en el tracto digestivo de los polluelos como en los regurgitados de polluelos y padres.

MÉTODOS

Varios miles de polluelos son varados anualmente por la atracción de la luz en el norte de Chile, según lo evaluado por los programas de rescate y liberación (Silva et al. 2020). Obtuvimos los cadáveres de 25 polluelos (todavía tenían algunas plumón) en 2017-2022, 15 de Arica y 10 de Salar Grande, que murieron a pesar de los esfuerzos de rescate. Los cadáveres se almacenaban a -20 °C. También se recolectaron cuatro regurgitaciones espontáneas de adultos en Arica mientras se realizaban capturas con redes de niebla. Los regurgitos se almacenaron en etanol al 70% a -20 °C.

Se realizó una necropsia de los cadáveres, se extrajo todo el sistema digestivo y se cuantificó el número de restos o fibras por individuo utilizando una lupa (ARQUIMED) conectada a una cámara, similar al protocolo realizado por van Franeker et al. (2011). Solo analizamos los plásticos que eran visibles y, por lo tanto, solo se detectaron plásticos de al menos 1 mm de tamaño.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En general, encontramos que 16 de los 25 polluelos de paño (64%) tenían trozos de desechos o fibras en su tracto digestivo. La ocurrencia fue similar en Arica (66%) y Salar Grande (60%) (Fig. 1; Tabla 1). Además, todos los regurgitados (cuatro) contenían fibras de desechos. Por lo tanto, la frecuencia de ocurrencia de escombros encontrados en este estudio fue mucho mayor que la observada en el período 1984-1988 (8%; Ainley et al. 1990) y 1999-2000 (3,2%; García-Godos et al. 2002). Aunque los estudios anteriores incluyeron solo adultos y se llevaron a cabo en regiones vecinas al sitio de estudio actual (capturado en el mar [Ainley et al. 1990] y la colonia de Paracas [García-Godos et al. 2002]), parece haber un aumento en la incidencia de desechos artificiales en golondrinas de mar. Sin embargo, los desechos suelen encontrarse con mayor frecuencia en los polluelos que en los adultos (Ryan 1988, Tulatz et al. 2023), lo que podría haber sesgado nuestros resultados.

Dada la tendencia actual, aunque decreciente, de algunos polluelos a caer por la contaminación lumínica, las golondrinas de mar negra podrían ser un buen indicador de la prevalencia de escombros en la corriente de Humboldt, como es el caso de los Petreles plateados boreales *Fulmarus glacialis* en el Atlántico Norte (van Franeker et al. 2011). Los estudios en el mar indican la asociación de las golondrinas de mar negra con agua de baja temperatura y alta salinidad, que es producto de las surgencias costeras que caracteriza a la corriente de Humboldt, y que la actividad de alimentación aumenta durante el otoño, que podría ser la temporada tardía de cría de polluelos para la población que se reproduce en Salar Grande (Spear y Ainley 2007, Medrano et al. 2021). Se necesita más información a escala meso e inferior sobre dónde se alimentan las golondrinas de mar negra durante la cría de polluelos, ya que las plumas de surgencia pueden concentrar no solo presas, sino también microplásticos, a lo largo de sus bordes (Spear et al. 2001). También se necesita más información sobre la cantidad de desechos en las áreas de alimentación de esta especie para comprender la magnitud de la exposición a esta amenaza. Los estudios iniciales podrían enfocarse en las áreas de forrajeo identificadas frente a Perú por Spear y Ainley (2007) para comenzar a comprender cómo se superponen el forrajeo de las golondrinas y la exposición a los escombros.

Dado que la Golondrina de mar negra está clasificado como "Casi Amenazado" sin incluir la ingestión de desechos como una amenaza para su supervivencia (Birdlife International 2023), la prevalencia de desechos artificiales en el tracto digestivo de esta especie es preocupante. Es importante comprender cómo la prevalencia de los desechos está afectando la salud de las

golondrinas de mar negra debido a los impactos conocidos de los desechos en la salud de otras especies de aves marinas, como la Golondrina de mar de cara blanca *Pelagodroma marina* (Spear et al. 1995) y la pardela de patas carnosas *Ardenna carneipes* (Lavers et al. 2014), incluida la capacidad de los desechos para inducir enfermedades como la plasticosis (Charlton-Howard et al. 2023). La investigación adicional debe centrarse en comprender si la ingestión de desechos podría tener consecuencias en las tendencias poblacionales de esta especie.

AGRADECIMIENTOS Agradecemos al Colegio Marista Hermano Fernando, que nos facilitó la realización de esta investigación en un marco educativo con sus estudiantes. Agradecemos a Françoise Amelineau, una revisora anónima, a Emily Choy y a David Ainley por sus esfuerzos y comentarios que mejoraron la claridad de los conceptos utilizados en este manuscrito.