

# Comunidad de parásitos del piquero de Humboldt, *Sula variegata* (Aves: Sulidae), de los Acantilados de Quirilluca, Chile central

Parasite community of the Humboldt booby, *Sula variegata* (Tschudi, 1843) (Aves: Sulidae), from the Quirilluca cliffs, central Chile

Catalina Larenas-Órdenes<sup>1</sup> & Gabriela Muñoz<sup>1,2,\*</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad de Valparaíso, Av. Gran Bretaña 1111, Valparaíso, Chile.

<sup>2</sup>Centro de Observación y Análisis del Océano Costero (Costa-R), Universidad de Valparaíso, Valparaíso, Chile.

\*Corresponding author: gabriela.munoz@uv.cl

## RESUMEN

Se describe y determina la predictibilidad de la comunidad de macroparásitos registrada en polluelos y juveniles de *Sula variegata*. Se recolectaron 12 aves desde los Acantilados de Quirilluca, Valparaíso. Se calculó la intensidad y la prevalencia parasitaria, y se analizó la predictibilidad de la comunidad mediante métricas de anidamiento. Se hallaron especies de ectoparásitos (Phthiraptera e Ixodida) y de endoparásitos (Nematoda, Platyhelminthes y Acanthocephala). La comunidad de parásitos de *S. variegata* se determinó como predecible y típica de un ave piscívora.

**Palabras clave:** especies centrales, especies satélites, parásitos, predictibilidad, *Sula*.

## ABSTRACT

The macroparasite community of nestlings and juveniles of *Sula variegata* is described, and the predictability of the parasite community is determined. Twelve birds were collected from the Quirilluca Cliffs, Valparaíso. Parasitic intensity and prevalence were calculated, and predictability was analyzed with nesting metrics. Ectoparasite (Phthiraptera and Ixodida) and endoparasite (Nematoda, Platyhelminthes and Acanthocephala) species were found. The parasite community of *S. variegata* was determined as predictable and typical of a piscivorous bird.

**Keywords:** central species, parasites, predictability, satellite species, *Sula*.

## INTRODUCCIÓN

El estudio de las comunidades de parásitos consiste en la cuantificación y descripción de las especies que la componen. Las especies parásitas que son frecuentes y abundantes, y que cohabitan en el hospedador suelen ser estables en la comunidad (Caswell 1978), y alrededor de estas especies, se asocian varias otras que son menos frecuentes y abundantes. El resultado es una comunidad predecible, es decir, aquella que presenta un patrón de composición y riqueza no aleatorio.

Las comunidades de parásitos pueden ser tan predecibles (Aparicio-Rizzo & Muñoz 2015, Poulin & Valtonen 2001) como aleatorias (Poulin & Guégan 2000, Poulin & Valtonen 2002), lo que depende de factores ambientales, y de las características ecológicas de los parásitos y de sus hospedadores.

Complementariamente, Hanski (1982) revela una relación positiva entre la distribución y abundancia de las especies, y propone los conceptos de especies “centrales” y “satélites”; las especies centrales están ampliamente distribuidas, son las primeras especies en colonizar y son localmente abundantes,

y por ello son predecibles, al contrario de las “satélites” que tienen las características opuestas. Estos grupos se detectan en una distribución de frecuencia bimodal, sin embargo, Bush y Holmes (1986) identificaron un patrón de distribución trimodal de las especies, y por ello, sugirieron el concepto de especies “secundarias”, que poseen características relativamente intermedias, *i.e.*, son moderadamente abundantes y colonizan los espacios que aún no son saturados por especies centrales. En las comunidades de parásitos de peces y aves, se han encontrado que dos a cuatro especies de parásitos suelen ser centrales, lo que da como resultado a comunidades predecibles (Aparicio-Rizzo & Muñoz 2015, Poulin & Valtonen 2001).

Las aves participan y sustentan los ciclos de vida de una gran variedad de parásitos, actuando principalmente como hospedadores definitivos. Los parásitos llegan a las aves marinas mediante hospedadores intermediarios, tales como peces y crustáceos (Garbin *et al.* 2019). Muchas especies de aves marinas piscívoras se asocian a la corriente de Humboldt (Luna-Jorquera *et al.* 2003) para alimentarse, dado a que es un ecosistema de alta productividad biológica. Una de estas aves es el piquero de Humboldt, *Sula variegata* (Tschudi, 1843), que es endémica y la única del género que habita permanentemente en las costas de Chile. Esta ave suele nidificar en islotes, sin embargo, tiene un sitio de nidificación continental único en los Acantilados de Quirilluca, Valparaíso, Chile central.

*S. variegata* llega a los acantilados en septiembre para reproducirse, pone hasta cuatro huevos por nido, los incuba entre diciembre y febrero y la eclosión de éstos ocurre en enero y febrero (Prado 2008). Los polluelos se observan hasta mayo, y durante ese tiempo son alimentados por sus progenitores. Algunos polluelos caen de sus nidos, probablemente por la presencia de depredadores (*e.g.*, zorros), perturbaciones humanas (*e.g.*, ruidos de motores), o por eclosión asincrónica de huevos que deriva en una agresividad intensa del polluelo mayor a los menores (Osorno & Drummond 1995). Luego de la época reproductiva, las aves migran hacia el norte (Prado 2008). Pese a que *S. variegata* es una especie de preocupación menor según la IUCN (2018), su sitio de nidificación en los Acantilados de Quirilluca está en constante amenaza por la pérdida de su hábitat, provocado el aumento de la urbanización en la zona (Sánchez & Cárdenas 2000), lo que podría dar espacio a la llegada de especies invasoras y a la propagación de patógenos. Altas abundancias de parásitos afectan la salud y la conducta reproductiva de *S. variegata*, por ejemplo, en las costas de Perú ocurrió una hiperinfestación por garrapatas (*Ornithodoros amblus*) que provocó anemia y un gran cambio conductual en los progenitores, desencadenando el abandono masivo de los nidos (Burga-Domínguez *et al.* 2020).

Por esto, es importante conocer la biología y las interacciones ecológicas de base de *S. variegata*, para aportar una referencia respecto a futuros monitoreos etológicos y parasitológicos, e incluir la información en planes de conservación de la especie.

En general, son escasos los estudios sobre la interacción parásito-hospedador en las especies del género *Sula* (“piqueros”). Existen algunos registros poblacionales de ectoparásitos (piojos y garrapatas) (Iannacone & Araya 2004, Adly *et al.* 2021) y en menor cantidad de endoparásitos, como del nemátodo *Contraecaecum* sp. y del digeneo *Ophisthometra planicollis* en *Sula leucogaster* y *Sula dactylatra* (*e.g.* Travassos *et al.* 1969, Silva *et al.* 2005, Rubio-Godoy *et al.* 2011), y solo existe un estudio comunitario de parásitos en *Sula neuboxii* (Rubio-Godoy *et al.* 2011). Por lo tanto, los objetivos de este estudio fueron: describir la comunidad de parásitos en *S. variegata* y determinar si la comunidad de parásitos es predecible.

## METODOLOGÍA

El muestreo de ejemplares de *S. variegata* fue realizado entre enero y marzo del 2022, en época reproductiva, desde la colonia en los Acantilados de Quirilluca, con el apoyo de la Fundación Acantilados de Maitencillo, que se encarga de monitorear y censar a esta especie durante época reproductiva. Se recolectaron polluelos que cayeron desde los nidos en altura, los cuales murieron por el trauma que les produce la caída o por inanición debido al abandono de sus progenitores. También se recolectaron juveniles volantes que habían fallecido por el ataque de perros. Para esto, se realizó vigilancia por 30 días, en un sector de 1,4 km de extensión en el borde costero de los acantilados, desde playa Vista Hermosa (32°40' S, 71°26' O) hasta playa Las Ágatas (32°41' S, 71°27' O). La vigilancia se realizó tres veces por semana, con dos rondas diarias, una en la mañana (9:00 a 14:00 hrs) y otra en la tarde (15:00 a 21:00 hrs). Las aves muertas avistadas fueron recolectadas inmediatamente para evitar que aves carroñeras u otros animales las tomaran o destruyeran. Para la manipulación de las aves, se utilizó mascarilla y guantes. Los ejemplares fueron puestos en bolsas plásticas por separado y mantenidos congelados a -20 °C hasta el momento de su disección.

Cada individuo de *S. variegata* fue descongelado en días diferentes. Para un descongelamiento gradual, un ejemplar se mantuvo a temperatura ambiente (20 °C – 21 °C) entre 13 y 15 hrs. Posteriormente, el ave fue puesta sobre una bandeja plástica y con un cepillo de cerdas de fibras suaves se raspó las plumas y plumones, en especial las alas y la cola donde las plumas están más desarrolladas. El material desprendido

de las plumas fue revisado con una lupa de mano. Los ectoparásitos fueron tomados con una pinza de punta fina y luego preservados en etanol 70 % en tubos Eppendorf.

Para diseccionar un ave, se realizó un corte ventral con bisturí, desde la cloaca hasta la garganta. Se separó el pellejo de la musculatura del sector ventral y se cortó las articulaciones que sujetan el esternón para extraerlo y dejar libre la cavidad celomática y torácica. Se extrajeron los órganos internos (tracto digestivo completo, páncreas, hígado, riñones, gónadas, corazón, tráquea, pulmones y sacos aéreos). Todos los órganos fueron revisados externamente, luego disectados y tamizados con una malla de 300  $\mu\text{m}$  (por separado) y el material retenido fue observado directamente bajo un microscopio estereoscópico (Leica M80). Los parásitos detectados fueron recolectados con pinzas de punta fina, y preservados en etanol al 70 % en tubos Eppendorf.

Los parásitos fueron identificados al menor taxón posible, y se consideró criterios morfológicos según la literatura disponible para nemátodos (Garbin *et al.* 2008, Kanarek *et al.* 2013, Oyarzún-Ruiz & Muñoz-Alvarado 2015), tremátodos (Travassos *et al.* 1969), cestodos (Hoberg *et al.* 1995),

acantocéfalos (Richardson & Nickol 2008), y artrópodos (Ryan & Price 1969, Hoogstraal *et al.* 1985, Adly *et al.* 2021). Se aplicaron procedimientos de aclarado (con metil salicilato) para nemátodos y piojos, y preparaciones *in toto* con tinción de hematoxilina para digeneos (Eiras *et al.* 2006). Los cestodos, acantocéfalos y garrapatas fueron observados bajo lupa y microscopio, sin una preparación o montaje previo, dado a que, por el tamaño y las características de los parásitos, fue posible observar su morfología sin necesidad de aclarado. Las mediciones de los caracteres morfológicos importantes para la distinción de cada especie de parásito fueron realizadas con el programa de medición Leica LAS EZ, que procesó imágenes tomadas con una cámara digital (LEICA ICC50W) adosada a un microscopio óptico (Leica DM LS2). De cada taxón parasitario se depositaron 2 a 5 ejemplares en el Museo Nacional de Historia Natural de Santiago, Chile. Los endoparásitos fueron derivados a la Colección Nacional de Invertebrados con número de catálogo y los ectoparásitos a la Colección Nacional de Insectos sin número de catálogo (Tabla 1).

**TABLA 1.** Composición de parásitos de *Sula variegata*, intensidad media y prevalencia de cada taxón parasitario y número de depósito de ejemplares en el Museo Nacional de Historia Natural de Chile (MNHNCL). / Parasite composition of *Sula variegata*, mean intensity and prevalence of each parasitic taxon, and number of voucher specimens deposited in the National Museum of Natural History of Chile (MNHNCL).

Taxón	Localización	Nº depósito MNHNCL	Promedio de Intensidad $\pm$ DE	Prevalencia
<b>ENDOPARÁSITOS</b>				
<i>Cardiocephaloides</i> sp.	Intestino	PLAT-15063	13,17 $\pm$ 9,13	50%
<i>Contracaecum</i> sp.	Esófago, estómago, intestino	NEM-15028	5,45 $\pm$ 3,30	92%
<i>Pseudoterranova</i> sp. (larva)	Esófago, estómago, intestino	NEM-15030	1,67 $\pm$ 0,80	50%
<i>Anisakis</i> sp. (larva)	Esófago, estómago, intestino	NEM-15029	3,78 $\pm$ 2,44	75%
Spirurida gen. sp.	Estómago	NEM-15032	1 $\pm$ -	8%
<i>Cyathostoma phenisci</i>	Tráquea	NEM-15031	1,33 $\pm$ 0,58	17%
<i>Tetrabothrius</i> sp.	Intestino	PLAT-15064	2,33 $\pm$ 0,58	25%
Acanthocephala gen. sp.	Estómago	ACAN-15015	1 $\pm$ -	8%
<b>ECTOPARÁSITOS</b>				
<i>Eidmanniella albescens</i>	Plumas, plumones	SN	35,44 $\pm$ 29,01	75%
<i>Pectinopygus</i> sp.	Plumas, plumones	SN	17,0 $\pm$ 19,20	67%
<i>Ornithodoros</i> sp.	Plumas, plumones	SN	8,14 $\pm$ 9,42	58%

DE: desviación estándar; SN: ejemplares depositados en la Colección Nacional de Insectos del MNHNCL pero sin número de catálogo debido a que es colección general.

Para clasificar las especies de parásitos predictibles en el tiempo, algunos autores enfatizan que se deben cumplir los supuestos de distribución de la hipótesis de las especies centrales y satélites (Bush *et al.* 1997) los cuáles son que: 1) la prevalencia se correlaciona significativamente con la intensidad de parásitos; y 2) la frecuencia de las especies de parásitos tenga una distribución bi- o trimodal (Hanski 1982, Bush & Holmes 1986). Para comprobar ambos supuestos, se aplicó la prueba de correlación de Spearman para relacionar la prevalencia con la intensidad de parásitos, y se calculó el porcentaje de frecuencia para visualizar la distribución de las especies de parásitos entre los hospederos.

El promedio de intensidad fue calculado como el número total de parásitos de una especie dividido por el número de hospedadores parasitados con esa especie, y la prevalencia se calculó como el porcentaje de individuos de la especie hospedadora infectados con una especie de parásito (Bush *et al.* 1997). Las especies de parásitos fueron categorizadas según su prevalencia, como centrales (con prevalencia >75 %), secundarias (con prevalencia entre 25 % y 75 %), y, especies satélites (con prevalencia < 25 %) (Bush & Holmes, 1986).

Para determinar si las comunidades de parásitos de *S. variegata* eran o no predecibles, se utilizó la métrica NODF (Nestedness metric based on the Overlap y Decreasing Fill) basada en modelos nulos de aleatorización de presencia-ausencia y la métrica WNODF (Weighted - Nestedness metric based on the Overlap y Decreasing Fill), que reorganiza la matriz en función de la abundancia ponderada. Para ambas métricas, los valores son de 0 a 100 que corresponden a la aleatoriedad y al anidamiento perfecto, respectivamente (Almeida-Neto & Ulrich 2011). Se aplicó el modelo nulo fijo-fijo que realiza un remuestreo aleatorio de las infracomunidades de parásitos, y se realizaron 1000 matrices aleatorias. La significación estadística fue de  $P < 0,05$ .

## RESULTADOS

Se obtuvieron 12 ejemplares de *S. variegata*, 11 de ellos (9 polluelos y 2 juveniles) obtenidos durante el muestreo del 2022, y se incluyó un polluelo del 2021, recogido y conservado por personal de la Fundación Acanuilados. De las 12 aves, se recolectó 708 parásitos; 196 eran endoparásitos (principalmente del tracto digestivo) y 512 eran ectoparásitos (del plumaje). Se identificaron 8 taxa de endoparásitos correspondientes a Platyhelminthes (Cestoda y Digenea), Acanthocephala y Nematoda (Tabla 1); el nemátodo *Contraecacum* sp. fue el más prevalente y el digéneo *Cardiocephaloides* sp. tuvo la mayor intensidad. Se determinaron tres especies de ectoparásitos correspondientes

a Arthropoda; el piojo *Eidmanniella albescens* fue la especie con la mayor intensidad y prevalencia (Tabla 1).

Hubo correlación entre la prevalencia y la intensidad de cada especie de parásito ( $r_s = 0,766$ ,  $P < 0,006$ ), aunque no se observó ni trimodalidad en la frecuencia de las especies, debido a que la muestra de aves era pequeña. Más de la mitad de la muestra de *S. variegata* (58,3 %) albergaban entre 5 y 6 especies de parásitos. Los nemátodos *Contraecacum* sp. y *Anisakis* sp. fueron determinados como especies centrales, *Cardiocephaloides* sp., *Pseudoterranova* sp., *Tetrabothrius* sp. y *Cyathostoma phenisci* fueron especies secundarias, dos taxa parasitarios no identificados (un Acanthocephala y un Spirurida) fueron las especies satélites. De los ectoparásitos, *E. albescens* fue la única especie central, mientras que *Pectinopygus* sp. y *Ornithodoros* sp. fueron clasificadas como especies secundarias.

Los valores métricos de NODF no estaban dentro de los intervalos de confianza de la distribución aleatoria de las especies de parásitos, *i.e.*, NODF: L95% 10,28 - U95% 29,81 ( $P = 0,0005$ ) y WNODF: L95% 48,88 - U95% 70,88 ( $P < 0,0001$ ), es decir, ambos resultados (en base a la presencia-ausencia de especies y la abundancia de parásitos) indican que las comunidades de parásitos de *S. variegata* tenían un patrón predecible.

## DISCUSIÓN

La comunidad componente de parásitos de polluelos y juveniles de *S. variegata* tuvo alta en riqueza de especies, conformada por 11 taxones parasitarios. Tres de ellos fueron altamente prevalentes (> 75 %), y por lo mismo fueron coexistentes. Este resultado es concordante con el patrón anidado que se evidenció en las infracomunidades de parásitos de *S. variegata*, es decir, la distribución de especies parásitas se repite entre individuos hospedadores generando una estabilidad en la estructura comunitaria de parásitos (Poulin & Valtonen 2001).

La comunidad de parásitos de los polluelos y juveniles de *S. variegata* representa, en general, a los parásitos de los adultos, dado a que la fuente principal de infección parasítica de los polluelos serían sus mismos progenitores. Los polluelos se encuentran en nidos contruidos en pequeñas depresiones de sedimento no consolidado sobre la superficie del acanuilado, por lo tanto, no abandonan el nido mientras no sepan volar (Obs. no publicada, Fundación Acanuilados de Quirilluca) y su alimentación y protección depende completamente de sus progenitores. Las infecciones por ectoparásitos también podrían ocurrir por la presencia previa de los parásitos en el hábitat, mientras que la transmisión de endoparásitos sería

por la alimentación que los progenitores dan a sus polluelos mediante la regurgitación de presas. Los juveniles, en cambio, pueden salir del nido y adquirir parásitos en otro lugar (Rojas-Roble 2004).

*S. variegata* es un ave piscívora, cuya dieta está conformada por peces, e.g., *Engraulis ringens*, *Sardinops sagax* y *Trachurus murphyi* (García-Godos & Goya 2000), los cuales tienen registros de endoparásitos larvales, como *Anisakis* sp. y el digeneo *Cardiocephaloides* sp. Las larvas de nemátodos *Pseudoterranova* sp. se asocian a poliquetos, cefalópodos (Garbin *et al.* 2019) y peces, como *T. murphyi* (George-Nascimento 2000). El nemátodo *C. phenisci* tiene ciclo de vida monoxeno, es decir, completa el ciclo en un solo hospedador, sin embargo, éste puede ocupar a los crustáceos como hospedadores paraténicos (Kanarek *et al.* 2013). Por lo tanto, la comunidad de parásitos de *S. variegata* es típica de un ave piscívora.

*S. variegata* es importante para el ciclo de vida de sus parásitos, ya que es hospedador definitivo para seis especies endoparásitas y tres ectoparásitas. Sólo las larvas de los nemátodos anisákidos, tienen como hospedadores definitivos a mamíferos marinos (Nagasawa 1990), y, en consecuencia, el desarrollo de estos nemátodos en *S. variegata* queda interrumpido (Andersen *et al.* 1995). Por otra parte, los taxa de endoparásitos han sido registradas en aves piscívoras de Chile (Hinojosa-Sáez & González-Acuña 2005), mientras que para *S. variegata*, estos son los primeros registros de endoparásitos.

Los ectoparásitos de los géneros *Eidmaniella*, *Pectinopygus* y *Ornithodoros* han sido registrados en *S. variegata* (Iannacone & Ayala 2004, González-Acuña & Palma 2021) y en varias otras aves marinas de Chile (González-Acuña *et al.* 2008, Adly *et al.* 2021, González-Acuña & Palma 2021). Se hallaron machos y hembras de los piojos *E. albescens*, y *Pectinopygus* sp. y garrapatas *Ornithodoros* en estadio de larva y ninfa. El hecho de encontrar ambos sexos, y distintas etapas de estadio sobre el cuerpo de un mismo individuo da cuenta de que pueden completar el ciclo de vida en un mismo hospedero (Rojas-Robles 2004).

Este estudio de base determinó que las comunidades de parásitos de *S. variegata* fueron estables y predecibles, lo que sugiere que las características del ambiente también son relativamente estables dentro de los cambios propios de la naturaleza, e.g. estacionalidad, migración de presas, poblaciones de hospedadores (Pech *et al.* 2010, Aguirre-Macedo *et al.* 2011), sin embargo, los cambios artificiales del ambiente (e.g., urbanización, disminución de recursos biológicos) pueden repercutir en la estabilidad de las comunidades de parásitos debido a los quiebres de las relaciones parásitos-hospedadores. Por esto, se sugiere que

los parásitos sean monitoreados a través del tiempo ya que podrían servir como bioindicadores del estado ecosistémico.

## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la fundación Acantilados de Maitencillo por apoyar y facilitar los terrenos de muestreo del año 2022.

## REFERENCIAS

- Adly, E., Nasser, M., Alfarraj, S., Alharbi, S.A., Al-Ashaal, S. 2021. Parasites on the wing, two new records of marine chewing lice (Phthiraptera) on Brown booby (Suliformes: Sulidae) from Egypt with notes on genus *Pectinopygus*/boobies phylogeny. *Journal of King Saud University Science* 33: 101451. <https://doi.org/10.1016/j.jksus.2021.101451>
- Aguirre-Macedo, M.L., Vidal-Martínez, V.M., Lafferty, K.D. 2011. Trematode communities in snails can indicate impact and recovery from hurricanes in a tropical coastal lagoon. *International Journal for Parasitology* 41: 1403-1408. <https://doi.org/10.1016/j.ijpara.2011.10.002>
- Almeida-Neto, M., Ulrich, W. 2011. A straightforward computational approach for measuring nestedness using quantitative matrices. *Environmental Modelling and Software* 26(2): 173-178. <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2010.08.003>
- Andersen, K., des Clers, S., Jensen, T. 1995. Aspects of the sealworm *Pseudoterranova decipiens* life-cycle y seal-fisheries interactions along the Norwegian coast. *Developments in Marine Biology* 4: 557-564. [https://doi.org/10.1016/S0163-6995\(06\)80054-5](https://doi.org/10.1016/S0163-6995(06)80054-5)
- Aparicio-Rizzo, P., Muñoz, G. 2015. Chile Central: ¿Qué tan influyente es la longitud corporal del hospedero? *Revista de Biología Tropical* 63(4): 995-1005. <https://doi.org/10.15517/rbt.v63i4.16785>
- Bush, A.O., Holmes, J.C. 1986. Intestinal helminths of lesser scaup ducks: an interactive community. *Canadian Journal of Zoology* 64: 142-152. <https://doi.org/10.1139/z86-023>
- Bush, A.O., Lafferty, K.D., Lotz, J.M., Shostak, A.W. 1997. Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis *et al.* revisited. *The Journal of Parasitology* 83(4): 575-583. <https://doi.org/10.2307/3284227>
- Burga-Domínguez, C., Gonzalez-DelCarpio, D.D., Zavalaga, C.B. 2020. Time-lapse imagery of peruvian boobies *Sula variegata* reveals nest abandonment caused by tick hyperinfestation. *Marine Ornithology* 48: 303-311.
- Caswell, H. 1978. Predator-mediated coexistence: a nonequilibrium model. *The American Naturalist* 112:

- 127-154. <https://doi.org/10.1086/283257>
- Eiras, C.C., Takemoto, R.M., Parvanelli, G.C. 2006. Métodos de estudo e técnicas laboratoriais em parasitologia de peixes. Segunda edición. Editorial UEM, Maringá. 199 pp.
- Garbin, L.E., Diaz, J.I., Cremonte, F., Navone, G.T. 2008. A new anisakid species parasitizing the imperial cormorant *Phalacrocorax atriceps* from the north Patagonian coast, Argentina. *Journal of Parasitology* 94(4): 852-859. <https://doi.org/10.1645/GE-1369.1>
- Garbin, L.E., Diaz, J.I., Morgenthaler, A., Millones, A., Kuba, L., Fuchs, D., Navone, G.T. 2019. Cormorant pellets as a tool for the knowledge of parasite-intermediate host associations and nematode diversity in the environment. *Helminthologia* 56(4): 296-302. <https://doi.org/10.2478/helm-2019-0027>
- García-Godos, A., Goya, E. 2000. Dieta de las aves guaneras en la costa peruana durante noviembre 1999. Informe Progresivo Instituto Del Mar Del Perú. Acceso 28/11/2023. <https://repositorio.imarpe.gob.pe/handle/20.500.12958/1438>
- George-Nascimento, M. 2000. Geographical variations in the jack mackerel *Trachurus symmetricus murphyi* populations in the southeastern Pacific Ocean as evidenced from the associated parasite communities. *The Journal of Parasitology* 86(5): 929-932. [https://doi.org/10.1645/0022-3395\(2000\)086\[0929:GVITJM\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1645/0022-3395(2000)086[0929:GVITJM]2.0.CO;2)
- González-Acuña, D., Moreno, L., Guglielmo, A.A. 2008. First report of *Ornithodoros spheniscus* (Acari: Ixodoidea: Argasidae) from the Humboldt penguin in Chile. *Systematic and Applied Acarology* 13(2): 120-122. <https://doi.org/10.11158/saa.13.2.4>
- González-Acuña, D.A., Palma, R.L. 2021. An annotated catalogue of bird lice (Insecta: Phthiraptera) from Chile. *Zootaxa* 5077(1): 1-151. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.5077.1.1>
- Hanski, I. 1982. Dynamics of regional distribution: the core y satellite species hypothesis. *Oikos* 38(2): 210-221. <https://doi.org/10.2307/3544021>
- Hinojosa-Sáez, A., González-Acuña, D. 2005. Estado actual del conocimiento de helmintos en aves silvestres de Chile. *Gayana* 69(2): 241-253. <https://doi.org/10.4067/s0717-65382005000200004>
- Hoogstraal, H., Wassef, H. Y., Hays, C., Keirans, J.E. 1985. *Ornithodoros (Alectorobius) spheniscus* n. sp. [Acarina: Ixodoidea: Argasidae: *Ornithodoros (Alectorobius) capensis* group], a tick parasite of the Humboldt penguin in Peru. *The Journal of Parasitology* 71(5): 635-644. <https://doi.org/10.2307/3281437>
- Iannaccone, J., Ayala, L. 2004. Censo de *Ornithodoros Ambulus* Chamberlin (Acarina: Argasidae) en la Isla Mazorca, Lima, Perú. *Parasitología Latinoamericana* 59: 56-60.
- Kanarek, G., Horne, E.C., Zaleśny, G. 2013. *Cyathostoma (Cyathostoma) phenisci* Baudet, 1937 (Nematoda: Syngamidae), a parasite of respiratory tract of african penguin *Spheniscus demersus*: morphological y molecular characterization with some ecological y veterinary notes. *Parasitology International* 62(5): 416-422. <https://doi.org/10.1016/j.parint.2013.05.002>
- Luna-Jorquera, G., Simeone, A., Aguilar, R. 2003. Ecofisiología de animales endotermos en un desierto cálido y un mar frío: el caso de las aves marinas de la corriente de Humboldt. En: Bozinovic, F. (Ed). *Fisiología ecológica y evolutiva*: 297-316. Ediciones Universidad Católica de Chile, Santiago.
- Nagasawa, K. 1990. The life cycle of *Anisakis simplex*: A review. En: Ishikura, H., Kikuchi, K., (Eds). *Intestinal Anisakiasis in Japan*: 31-40. Springer-Verlag, Tokyo.
- Osorno, J.L., Drummond, H. 1995. The function of hatching asynchrony in the blue-footed booby. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 37: 265-273. <https://doi.org/10.1007/BF00177406>
- Oyarzún-Ruiz, P., Muñoz-Alvarado, P. 2015. Cormorán imperial, *Phalacrocorax atriceps* (Aves, Phalacrocoracidae): Nuevo hospedero para un parásito respiratorio, *Cyathostoma (Cyathostoma) phenisci* (Nematoda, Syngamidae). *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 50(2): 353-358. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-19572015000300013>
- Pech, D., Aguirre-Macedo, M.L., Lewis, J.W., Vidal-Martínez, V.M. 2010. Rainfall induces time-lagged changes in the proportion of tropical aquatic hosts infected with metazoan parasites. *International Journal for Parasitology* 40(8): 937-944. <https://doi.org/10.1016/j.ijpara.2010.01.009>
- Poulin, R., Guégan, J.F. 2000. Nestedness, anti-nestedness, y the relationship between prevalence y intensity in ectoparasite assemblages of marine fish: a spatial model of species coexistence. *International Journal for Parasitology* 30: 1147-1152. [https://doi.org/10.1016/s0020-7519\(00\)00102-8](https://doi.org/10.1016/s0020-7519(00)00102-8)
- Poulin, R., Valtonen, T.E. 2001. Nested assemblages resulting from host size variation: the case of endoparasite communities in fish hosts. *International Journal for Parasitology* 31: 1194-1204. [https://doi.org/10.1016/s0020-7519\(01\)00262-4](https://doi.org/10.1016/s0020-7519(01)00262-4)
- Poulin, R., Valtonen, T.E. 2002. The predictability of helminth community structure in space: a comparison of fish populations from adjacent lakes. *International Journal for Parasitology* 32: 1235-1243. [https://doi.org/10.1016/s0020-7519\(02\)00109-1](https://doi.org/10.1016/s0020-7519(02)00109-1)
- Prado, C. 2008. Comportamiento reproductivo de *Sula variegata*, en Acatilados de Quirilluca, Horcón, Valparaíso. *Boletín Chileno de Ornitología* 14: 104-111.
- Richardson, D.I., Nickol, B.B. 2008. Acanthocephala. En: Clayton, D.H., Adams, R.J., Bush S.E, (Eds.) *Parasitic Diseases of*

- Wild Birds: 277-288. Wiley Blackwell, Iowa.
- Rojas-Robles, R. 2017. Interacciones ecológicas entre ectoparásitos y aves silvestres de fragmentos de bosque y cerrado en Minas Gerais, Brasil. *Actualidades Biológicas* 26(81): 111-124. <https://doi.org/10.17533/udea.acbi.329441>
- Rubio-Godoy, M., Pérez-Ponce, De León, G., Mendoza-Garfias, B., Carmona-Isunza, M.C., Nuñez-de la Mora, A., Drummond, H. 2011. Helminth parasites of the blue-footed booby on Isla Isabel, México. *Journal of Parasitology* 97(4): 636-641. <https://doi.org/10.1645/GE-2675.1>
- Ryan, S., Price, R. 1969. A Review of the genus *Eidmanniella* (Mallophaga: Menoponidae) from the Pelecaniformes. *Annals of the Entomological Society of America* 62(4): 815-823.
- Sánchez, A., Cárdenas, C. 2000. El impacto de los proyectos inmobiliarios en el desarrollo local: el borde costero de la localidad de Horcón, Región de Valparaíso. *Revista de Geografía Norte Grande* 27: 111-121.
- Silva, R.J., Raso, T.F., Faria, P.J., Campos, F.P. 2005. Occurrence of *Contracecum pelagicum* Johnston and Mawson 1942 (Nematoda Anisakidae) in *Sula leucogaster* Boddaert 1783 (Pelecaniformes, Sulidae). *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia* 57(4): 565-567. <https://doi.org/10.1590/S0102-09352005000400023>
- Travassos, L., Freitas, J.F.K., Kohn, A. 1969. Trematódeos Do Brasil. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz* 67(1): 886-1969.

Received: 22.12.2023

Accepted: 02.08.2024