

1 Neotropical Helminthology, 2021, vol. 16 (1), XX-XX.

2 DOI: <http://dx.doi.org/10.24039/rnh20221611320>

3

4 Este artículo es publicado por la revista Neotropical Helminthology de la Facultad de
5 Ciencias Naturales y Matemática, Universidad Nacional Federico Villarreal, Lima, Perú
6 auspiciado por la Asociación Peruana de Helminología e Invertebrados Afines (APHIA).
7 Este es un artículo de acceso abierto, distribuido bajo los términos de la licencia Creative
8 Commons Atribución 4.0 Internacional (CC BY 4.0) [[https://
9 creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.es](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.es)] que permite el uso, distribución y
10 reproducción en cualquier medio, siempre que la obra original sea debidamente citada de su
11 fuente original.

12

13

ORIGINAL ARTICLE / ARTÍCULO ORIGINAL

14

15

COMPARISON OF THE PARASITE COMMUNITIES OF *NOTOTHENIA*

16

ROSSII RICHARDSON, 1844 (PISCES: NOTOTHENIIDAE) AMONG

17

THREE ANTARCTIC LOCALITIES

18

19

COMPARACIÓN DE LAS COMUNIDADES DE PARÁSITOS DE

20

NOTOTHENIA ROSSII RICHARDSON, 1844 (PISCES: NOTOTHENIIDAE)

21

ENTRE TRES LOCALIDADES ANTÁRTICAS

22

23

Catalina Larenas-Órdenes¹; Matías Alarcón¹; Andrés Castro¹ & Gabriela Muñoz^{1,2*}

24

25

¹Facultad de Ciencias del Mar y de Recursos Naturales, Universidad de Valparaíso, Avenida

26

Borgoño 16344, Viña del Mar, Chile

27

²Centro de Observación Marino para Estudios de Riesgo del Ambiente (Costa-R),

28

Universidad de Valparaíso, Valparaíso, Chile

29

* Email: gabriela.munoz@uv.cl / gabriela.munoz@cienciasdelmar.cl

30


Larenas-Órdenes *et al.*

31


Titulillo: Parasite communities of *Notothenia rossii*

32

33 Catalina Larenas-Órdenes:  <https://orcid.org/0000-0002-2052-7681>

34 Matías Alarcón:  <https://orcid.org/0000-0001-9931-3645>

35 Andrés Castro:  <https://orcid.org/0000-0001-5758-6469>

36 Gabriela Muñoz:  <https://orcid.org/0000-0002-9915-7555>

37

38 **ABSTRACT**

39 This study describes the parasite communities of the fish *Notothenia rossii* Richardson, 1844
40 at two Antarctic localities, the Northern Peninsula Antarctic Area (NPA), and Greenwich
41 Island (IGR). In addition, data from Muñoz and Rebolledo (2018) collected on King George
42 Island (IRJ) were also considered as a third locality. Abundance and species richness of
43 parasite infracommunities, and parasite composition were compared between the three
44 mentioned localities. Host total length was included in the analyses. Nineteen parasite species
45 were found in *N. rossii* at NPA and IGR. Most of the species had already been recorded in
46 IRJ. The acanthocephalans *Metacanthocephalus johnstoni* Zdzitowiecki, 1983 and
47 *Aspersentis megarhynchus* (von Linstow, 1892), and the digeneans of *Macvicaria* spp. were
48 the most prevalent and dominant species at different localities, IRJ, NPA and IGR,
49 respectively. Infracommunity parasite abundance was significantly different between IRJ and
50 NPA, while parasite richness was similar among the three localities. The total length of *N.*
51 *rossii* from IRJ was significantly higher than the other two localities. Parasite abundance and
52 species richness were significantly correlated with the fish total length, except the parasite
53 richness at NPA. The Jaccard similarity index between pairs of localities was between 65%
54 and 76%. However, the great abundance differences among parasite species resulted in fish
55 having different proportions in parasite composition between IRJ and IGR. This result was

56 not due to differences in host total length, but indicates that biotic and abiotic conditions are
57 disparate, and therefore, ecosystem dynamics differ between those localities.

58 **Key words:** Antarctica – body length – *Notothenia* – parasitological descriptors – relative
59 abundance

60 **RESUMEN**

61 En este estudio se describen las comunidades de parásitos de *Notothenia rossii* Richardson,
62 1844 en dos localidades antárticas, la Zona Norte de la Península Antártica (NPA) y la Isla
63 Greenwich (IGR). Además, se consideró como una tercera localidad los datos de Muñoz y
64 Rebolledo (2018) recolectados en la Isla Rey Jorge (IRJ). Se comparó la abundancia, riqueza
65 de las infracomunidades de parásitos, y la composición parasitaria entre las tres localidades
66 mencionadas. En los análisis se incluyó la longitud de los hospederos. En NPA y IGR se
67 encontró un total de 19 especies de parásitos, la mayoría de estas especies habían sido
68 registradas en IRJ. Los acantocéfalos *Metacanthocephalus johnstoni* Zdzitowiecki, 1983 y
69 *Aspersentis megarhynchus* (von Linstow, 1892), y los digeneos de *Macvicaria* spp. fueron las
70 especies más prevalentes y dominantes en IRJ, NPA e IGR, respectivamente. La abundancia
71 infracomunitaria de parásitos fue significativamente distinta entre las localidades IRJ y NPA,
72 mientras que la riqueza de parásitos fue similar entre las tres localidades. La longitud total de
73 *N. rossii* de IRJ fue significativamente mayor que las otras dos localidades. La abundancia y
74 riqueza de parásitos se correlacionó con la longitud total de peces, excepto la riqueza de
75 parásitos en NPA. El índice de similitud de Jaccard entre pares de localidades varió entre
76 65% y 76%. Sin embargo, las proporciones de abundancia de las especies de parásitos
77 afectaron la composición de parásitos, especialmente entre IRJ e IGR. Las diferencias en las
78 comunidades de parásitos de *N. rossii* entre localidades no puede ser atribuida a longitud total

79 de los hospederos, si no que indicaría diferencias en las condiciones bióticas o abióticas, por
80 tanto, las dinámicas ecosistémicas serían disímiles entre esas localidades.

81 **Palabras clave:** Antártica – abundancia relativa – descriptores parasitológicos – longitud
82 corporal – *Notothenia*

83

84 **INTRODUCCIÓN**

85 El continente antártico presenta un gran endemismo de especies, de al menos un 88%
86 (Eastman, 2005), debido a la existencia del Frente Polar, que se caracteriza por tener un
87 fuerte gradiente térmico y salino que impide la unión de las masas de agua del océano austral
88 con las aguas del Pacífico y Atlántico. Junto a la dinámica física del océano Austral, se
89 encuentra la Corriente Circumpolar Antártica, una corriente impulsada por los vientos del
90 oeste que dirige el flujo en dirección al este, circundando y aislando el continente (Orsi *et al.*,
91 1995). Este aislamiento oceanográfico ha reducido las migraciones de peces y han
92 desarrollado las adaptaciones fisiológicas pertinentes para habitar las aguas frías,
93 promoviendo la evolución de linajes locales (Stankovic *et al.*, 2002) y formando un sitio
94 evolutivo único (Eastman, 2005; Alt *et al.*, 2021) que afecta a todos los organismos de este
95 ambiente.

96 De la fauna antártica registrada, existen aproximadamente 320 especies de peces, cinco de las
97 ocho familias existentes allí son del suborden Notothenioidei. La familia Nototheniidae es
98 endémica de la región Antártica y representa el 45% de la diversidad de especies bentónicas
99 (Eastman, 2005). Estos peces son hospederos de varios taxones parasitarios, y pueden ser
100 hospederos primarios, secundarios o definitivos para muchas de estas especies, permitiendo
101 la persistencia y diversidad de parásitos en el ambiente (Palm *et al.*, 1998; 2007). La

102 interacción entre parásitos y hospederos son constantes en el tiempo (Merino, 2002), y esta
103 interacción se describe a través de descriptores cuantitativos en una muestra de individuos
104 hospederos, lo permite comprobar la asociación con factores biológicos de los parásitos y de
105 los hospederos, así como con las condiciones ambientales y oceanográficos. De esta forma se
106 podría entender la dinámica poblacional y comunitaria de parásitos en el tiempo y el espacio.
107 Sin embargo, el conocimiento entre parásitos y hospederos en peces antárticos aun es
108 bastante limitada, pese a la gran diversidad de parásitos que existe en esa zona (Muñoz &
109 Cartes, 2020).

110 Existen dos especies de peces del género *Notothenia* que son comunes en las costas de la
111 península antártica e islas cercanas, *N. coriiceps* Richardson, 1844 y *N. rossii* Richardson,
112 1844 (DeWitt *et al.*, 1990). Con respecto a las comunidades de parásitos, se tiene mucho más
113 conocimiento en *N. coriiceps* (Szidat, 1965, Palm *et al.*, 1998; Henríquez-Zarate, 2016;
114 Muñoz & Rebolledo, 2018; Kuzmina *et al.*, 2020; 2022), mientras que solo un estudio
115 comunitario de parásitos existe para *N. rossii* (Muñoz & Rebolledo 2018). Los cambios
116 temporales y espaciales de parásitos se relacionan a las características ambientales del
117 ecosistema (Kuzmina *et al.*, 2022), pero también a las condiciones de pesca y contaminación
118 que alteran las relaciones interespecíficas en donde los parásitos participan (Cross *et al.*,
119 2001; Wood *et al.*, 2014).

120 La similitud en la composición de la comunidad de parásitos en una misma especie
121 disminuye con la distancia geográfica (Poulin, 2007). Henríquez-Zarate (2016) registraron
122 diferencias significativas entre las comunidades de parásitos del pez *N. coriiceps* entre Bahía
123 Fildes y Rada Covadonga, de la Antártica, que están a 140 millas náuticas de distancia (=
124 259,3 Kms), en vista de que ambos sitios tienen distintos recursos y porque además los peces
125 de *Notothenia* viven en zonas costeras aunque tiene un amplio rango de profundidad (5- 350

126 m), por lo que la composición de las comunidades parasitarias son un buen indicador de las
127 condiciones ambientales y de las migraciones del hospedero (Poulin, 2007).

128 El objetivo de este estudio fue describir, cualitativa y cuantitativamente las comunidades de
129 parásitos de *N. rossii* en dos localidades antárticas no estudiadas anteriormente, zona norte de
130 la península antártica e Isla Greenwich, distanciadas por 130 km, y por el Estrecho de
131 Bransfield (Fig. 1). Las comunidades de parásitos fueron comparadas entre localidades y se
132 consideró una tercera localidad, la isla Rey Jorge, en donde previamente se analizaron los
133 parásitos de *N. rossii* (Muñoz & Rebolledo, 2018). La isla Rey Jorge se encuentre a 46 km de
134 distancia de Isla Greenwich y a 136 km de la Zona Norte de la Península antártica. En las
135 comparaciones de las comunidades de parásitos también se incluyó la longitud de los
136 hospederos, dado a su influencia en la composición parasitaria.

137 MATERIAL Y MÉTODOS

138 Los peces de *N. rossii* fueron recolectados en dos localidades de la Antártica, 6 ejemplares en
139 la Zona Norte de la Península Antártica (NPA) (63°19'15"S, 57°53'59"O) en 2018, y 37
140 ejemplares en la Isla Greenwich (IGR) (62°28'43"S., 59°39'48"O) en el 2019. Estos
141 muestreos fueron posibles debido a las campañas de verano (ECA 54 y 55), entre enero y
142 febrero, organizadas por el Instituto Antártico Chileno. También se consideró una tercera
143 localidad, Isla Rey Jorge (IRJ) (62°12'57"S, 58°57'35"O), de la cual existen datos
144 parasitológicos, de 45 ejemplares de *N. rossii*, publicados por Muñoz & Rebolledo (2018) y
145 los respectivos datos, lo que permite la comparación de datos comunitarios de parásitos de los
146 peces de las tres localidades mencionadas (Fig. 1).

147 La pesca se realizó desde un bote zodiac con motor, utilizando anzuelos y carnadas (peces), a
148 10-20 m de profundidad. Los peces fueron eutanasiados con sobredosis de anestésico

149 (Isoeugenol al 1%) e individualizados en bolsas plásticas. El 10% de las muestras fueron
150 disectadas en fresco y el resto congeladas hasta su posterior análisis parasitológico. Los peces
151 fueron identificados según DeWitt *et al.* (1990). Posteriormente fueron medidos en su
152 longitud corporal total. Se revisó la superficie y branquias de cada ejemplar para detectar
153 ectoparásitos, y sus órganos internos fueron disectados para hallar a los endoparásitos. Se
154 hizo una búsqueda exhaustiva de todos los parásitos utilizando un microscopio
155 estereoscópico.

156 Los parásitos fueron identificados de acuerdo con la literatura indicada en Muñoz &
157 Rebolledo (2018). Entre 1 a 3 ejemplares de cada especie de parásito encontrado en este
158 estudio, fueron depositados en el Museo Nacional de Historia Natural de Chile (MNHNCL).
159 Posteriormente, los parásitos fueron contabilizados por especie en cada individuo hospedero.
160 Se calcularon los descriptores parasitológicos por especie de parásito (prevalencia y
161 abundancia media) en cada muestra de hospedero. Para describir la comunidad componente
162 de parásitos, se utilizó la abundancia y riqueza de especies infracomunitaria por individuo
163 hospedero, de acuerdo con Bautista-Hernández *et al.* (2015). También se obtuvo la
164 abundancia relativa, que es el porcentaje total de individuos parásitos de cada taxón que
165 aportó en cada infracomunidad, por lo tanto, se puede inferir las especies dominantes en las
166 infracomunidades. La abundancia relativa fue calculada como el total de parásitos de una
167 especie dividido por el total de parásitos en una muestra de hospederos, multiplicado por 100
168 (George-Nascimento *et al.*, 2009).

169 La mayoría de los datos (*e.g.* longitud de los hospederos, abundancia y riqueza de especies
170 parásitas) no tuvieron distribución normal en cada muestra de peces, en consecuencia, se
171 utilizó solo análisis no paramétricos (Zar, 2010). Para comparar la longitud total de los peces
172 entre las localidades, se utilizó la prueba de Kruskal-Wallis y las diferencias entre los grupos

173 fue determinada a través de la prueba de comparaciones múltiples de Dunnet no paramétrico.
174 Para determinar la importancia de la longitud total de los hospederos con respecto a la
175 riqueza y la abundancia de parásitos, se realizó una correlación de Spearman por cada
176 muestra de peces.

177 La comparación de la prevalencia de parásitos entre muestras de peces se realizó a través de
178 tablas de contingencia de 3×2 y la probabilidad exacta de Fisher, donde las variables,
179 número de peces por localidad y condición parasitaria (con y sin parásitos). La abundancia de
180 cada especie de parásito fue comparada entre las tres localidades mediante la prueba de
181 Kruskal-Wallis y en caso de obtener diferencia entre los grupos, se aplicó la prueba de
182 comparaciones múltiples de Dunnet. Estas mismas pruebas estadísticas fueron aplicadas para
183 la comparación de la abundancia y la riqueza de especies parásitas infracomunitarias entre las
184 tres localidades.

185 Para el análisis de la composición parasitaria entre localidades se calculó el índice de
186 similitud de Jaccard en base a la cantidad de especies parásitas compartidas dividida por el
187 total de especies entre dos muestras de peces, expresada en porcentaje. Posteriormente, la
188 composición de especies parásitas, en base a la abundancia de cada especie, se determinó con
189 un análisis de componentes principales (ACP). Para aplicar este análisis hubo dos
190 consideraciones; se utilizó aquellas especies de parásitos con una prevalencia de al menos el
191 5% en toda la muestra ($n= 88$) y las abundancias de parásitos fueron transformadas a $\log_{10} +$
192 1. Posteriormente, se realizó otro ACP considerando las muestras de peces de un mismo
193 rango de longitud total, con el propósito de reducir el potencial efecto de la longitud de los
194 hospederos en los datos parasitológicos.

195 Todos los análisis fueron realizados en el programa estadístico PAST 4.09
196 (<https://www.nhm.uio.no/english/research/infrastructure/past/>), y en todos los análisis se
197 aplicó el nivel de significancia estadística de 0.05 (Zar, 2010).

198 **Aspectos éticos:** los procedimientos de captura y eutanasia de los peces utilizados en este
199 estudio fueron aprobados por el comité de bioética de la Universidad de Valparaíso (Acta #
200 69/2017) y el permiso de captura de peces en aguas antárticas fue otorgado por el Instituto
201 Antártica de Chile (permiso #75/2018 y #82/2019).

202 **RESULTADOS**

203 Se obtuvieron seis ejemplares de la especie *Notothenia rossii* en NPA y 37 en IGR. En ellos
204 se encontró un total de 19 especies de parásitos; los endoparásitos eran de Cestoda, Digenea,
205 Acanthocephala y Nematoda, y los ectoparásitos eran de Monogenea, Isopoda e Hirudinea
206 (Tabla 1). Del total de especies encontradas en *N. rossii*, el 62% estaban en estado larval. Los
207 registros de muestras de parásitos depositados en el Museo Nacional de Historia Natural de
208 Chile se indican en la Tabla 1.

209 En el conjunto de muestras de NPA e IGR, se encontraron seis especies de parásitos de baja
210 representatividad, que no habían sido registrados en los peces de IRJ: *Ellytrophaloides oatesi*
211 (Leiper & Atkinson, 1914), Diphyllbothriidea gen. sp., *Anisakis* sp, *Corynosoma beaglense*
212 Laskowski, Jeżewski & Zdzitowiecki, 2008, *C. shackletoni* Zdzitowiecki, 1978 y *C. australe*
213 Johnston, 1937 (Tabla 2). El porcentaje de especies de parásitos compartidas entre
214 localidades (índice de Jaccard) fue relativamente alta; 65% entre IGR e IRJ, 71% entre NPA
215 e IGR y 76% entre IRJ y NPA. Cinco especies de parásitos tuvieron prevalencias sobre el
216 59% en NPA e IGR. Hubo diferencias significativas en la prevalencia de especies parásitas
217 entre las localidades; cuatro especies fueron más prevalentes en IRJ que en las otras dos

218 localidades ($P < 0,033$): *Platybdellinae* gen. sp., *Pseudobedenia nototherniae* Johnston, 1931,
219 *Metacanthocephalus johnstoni* Zdzitowiecki, 1983, y *Corynosoma hamanni* (Linstow, 1892).
220 Dos especies de parásitos, *Macvicaria* spp. y *Corynosoma arctocephali* Zdzitowiecki, 1984,
221 fueron significativamente más prevalentes en IGR ($P < 0,006$) que en otras localidades (Tabla
222 1).

223 Considerando las abundancias infracommunitarias, se encontró que cuatro especies de
224 parásitos fueron significativamente diferentes entre localidades ($5,9 < H < 38,6$; $P < 0,05$),
225 siendo *M. johnstoni*, *Aspersentis megarhynchus* (von Linstow, 1892) y *C. hamanni* altamente
226 abundantes en IRJ, mientras que *Macvicaria* spp. fue más abundante en IGR ($H = 33,13$; $P <$
227 $0,001$) (Tabla 1). Con respecto a las abundancias relativas, en cada localidad dominó una
228 especie distinta, los acantocéfalos *M. johnstoni* (46,43%) y *A. megarhynchus* (48,76%) fueron
229 dominantes en IRJ y NPA, respectivamente, mientras que digeneos de *Macvicaria* spp.
230 (51,23%) lo fueron en IGR (Fig. 2).

231 La longitud total de *N. rossii* tuvo diferencias significativas entre las tres localidades (Tabla
232 2), siendo los peces de IRJ de mayor longitud (Dunnet, $P < 0,05$). No hubo diferencias en la
233 longitud total de peces entre NPA e IGR. La abundancia infracomunitaria de parásitos
234 presentó diferencias significativas entre IRJ y NPA (Dunnet $P < 0,05$), mientras que los de
235 IGR no se diferenció con respecto a las otras dos localidades (Tabla 2). La riqueza de
236 parásitos no tuvo diferencias significativas entre las localidades (Tabla 2). La abundancia de
237 especies de parásitos se correlacionó significativamente con la longitud total de peces
238 hospederos en las tres localidades (Tabla 3). La riqueza de parásitos se correlacionó
239 significativamente con la longitud total de los hospederos de IRJ e IGR, pero no en NPA
240 (Tabla 3).

241 El ACP mostró que las muestras de peces de IRJ e IGR se sobreponen solo parcialmente
242 entre sí, mientras que la muestra de peces de NPA se encuentra en la zona de superposición
243 de datos con las otras dos localidades (Fig. 3) que tienden a estar cerca del centro del gráfico.
244 Los parásitos que representan a las muestras de peces son aquellos que se alejan del centro
245 del gráfico y que están más cerca de alguna de las muestras, es decir, *M. johnstoni* y *C.*
246 *hamanni* representan mejor a IRJ, mientras que *Macvicaria* spp. representa a la muestra de
247 IGR. Como los peces de distinta localidad tenían diferencias en sus longitudes corporales
248 totales, un segundo análisis de componentes principales se centró en un rango de longitud
249 similar entre IRJ e IGR (10,5 cm- 32,5 cm), sin considerar la muestra NPA. En este análisis
250 se observó un patrón similar de distribución de datos entre las dos muestras, es decir, que las
251 comunidades de parásitos en hospederos de IRJ e IGR están levemente superpuestas, y sus
252 diferencias en el primer eje composicional (Fig. 3A) se deben a la abundancia de las especies
253 de parásitos, ya que *Macvicaria* spp. representa a los peces de IGR mientras que *M. johnstoni*
254 representa a los peces de IRJ, pero *C. hamanni* tiene menos representatividad que el primer
255 análisis de componentes principales. Ahora, sobresale *C. pseudohamanni*, que representa
256 mejor a la muestra de IRJ en el segundo eje composicional (Fig. 3B).

257 **DISCUSIÓN**

258 En las muestras de peces de *N. rossii* de NPA e IGR no tenían ninguna especie de parásito
259 que no haya sido registrada previamente en el género *Notothenia*. El acantocéfalo *C.*
260 *beaglense*, que tuvo baja prevalencia y abundancia, fue el único parásito que no había sido
261 registrado en *N. rossii* (Oğuz *et al.*, 2015; Laskowski & Zdzitowiecki, 2017).

262 *Notothenia rossii* de las tres localidades analizadas mostró una alta similitud de especies de
263 parásitos (entre 65% y 76%), sin embargo, las especies de parásitos dominantes fueron
264 distintas. Cuatro especies de parásitos fueron compartidas entre las tres localidades, *M.*

265 *johnstoni*, *A. megarhynchus*, *C. hamanni* y *Macvicaria* spp. pero mostraron significativas
266 diferencias en la abundancia, especialmente entre IRJ e IGR, lo que en consecuencia hace que
267 la composición de las comunidades de parásitos sea diferente entre las localidades debido a la
268 proporción de estas especies de parásitos. Particularmente, las comunidades de parásitos de
269 *N. rossii* de NPA tenían a *A. megarhynchus* como parásito dominante. Sin embargo, las
270 comunidades de parásitos de esta muestra de peces no difirieron de las otras localidades,
271 posiblemente al bajo tamaño muestral que se obtuvo, lo que tiene un bajo peso estadístico.

272 Las grandes diferencias en abundancia de parásitos entre las localidades de IRJ e IGR se
273 mantienen a pesar de reducir el efecto de la longitud, al considerar un rango de longitudes
274 similares. Esto indica que las diferencias en la composición de parásitos no están asociadas a
275 la longitud total de los hospederos. En consecuencia, las diferencias en las abundancias y
276 prevalencias de parásitos en *N. rossii* de IRJ e IGR son importantes ya que a través de estas
277 se pueden inferir diferencias en sus hábitats (Poulin, 2007). Los parásitos más abundantes y
278 prevalentes en IRJ fueron acantocéfalos, tales como *M. johnstoni* y *A. megarhynchus* en
279 estado adulto, y *C. pseudohamanni* Zdzitowiecki, 1984 es estado larval, mientras que el
280 parásito más abundante en IGR fueron digeneos adultos de *Macvicaria*. Las diferencias de
281 sus ambientes pueden ser entendidas si se analizan los ciclos de vida de los parásitos.

282 Los acantocéfalos usualmente tienen un hospedero intermediario, de hecho, se han
283 encontrado cistacantos de *M. johnstoni*, *A. megarhynchus* y *Corynosoma* spp. en varias
284 especies de anfípodos (Zdzitowiecki & Presler, 1991; Laskowski *et al.*, 2010). Además, la
285 dieta de los peces de *Notothenia* se compone en gran parte de anfípodos Gammaridae, de
286 hecho, en un estudio se analizó una muestra de 108 peces que en conjunto tenían más de 6
287 mil de estos crustáceos (Moreno & Zamorano, 1980). Por lo tanto, las abundancias y la

288 composición de especies hospederas que participan en el ciclo de vida de los acantocéfalos
289 podrían dar cuenta de las abundancias parasíticas (Zdzitowiecki, 1991).

290 Los digeneos de *Macvicaria* requiere de dos hospederos intermediarios, un molusco como
291 primer hospedero intermediario, y usualmente otro invertebrado, como un crustáceo, un
292 gasterópodo o erizo (Jousson *et al.*, 1999) como segundo hospedero intermediario, antes de
293 alcanzar al pez que es su hospedero definitivo. Por la cantidad de hospederos involucrados en
294 el ciclo de vida de un digeneo, se deduce que las interacciones interespecíficas son distintas
295 para la transmisión de parásitos, porque los estadios larvales de las cercarias de digeneos son
296 de unas horas de vida y de natación limitada, eso implica que los hospederos intermediarios
297 secundarios deben estar cerca de los moluscos para que la infección con larvas cercarias se
298 exitosa. Por otro lado, existe evidencia de que factores ambientales, tales como temperatura,
299 luz, olas, afectan la capacidad de nado de las larvas cercarias e influyen notablemente en la
300 infección al siguiente hospedero (Rea & Irwin, 1992; Morley, 2020). No se tiene certeza
301 sobre los hospederos de metacercarias de *Macvicaria*, en lo general, desde el segundo
302 hospedero intermediario al pez es pasiva, ya que implica que el pez se alimente de un
303 hospedero intermediario secundario parasitado. En definitiva, esta parte del ciclo de vida
304 implica otras dinámicas de interacción y transmisión entre hospederos y parásitos, de lo cual
305 muy poco podemos decir dado a la falta de información que existe en parásitos antárticos
306 (Sandaña *et al.*, 2018). En general, el ambiente antártico ha sido poco intervenido y sin
307 contaminación, lo que implica que las interacciones parásito-hospedero no tengan
308 alteraciones por esta causa, al menos (Cross *et al.*, 2001).

309 Todas las especies parásitas halladas en *N. rossii* son generalistas, es decir, habitan varias
310 especies de peces, aves y mamíferos (Zdzitowiecki, 1990; 1991; Oğuz *et al.*, 2015). Solo
311 como dato, los acantocéfalos de *C. arctocephali*, *C. hamanni* y *C. pseudohamanni* parasitan

312 entre 15 y 20 taxones de peces (Oğuz *et al.*, 2015), mientras que digeneos de *Macvicaria*
313 habitan en más de 40 especies de hospederos (Oğuz *et al.*, 2015). Sin embargo, muy pocos
314 antecedentes existen sobre las infecciones parasitarias en invertebrados, lo que limita explicar
315 las diferencias de parásitos en las diferentes localidades. En todo caso, las diferencias de las
316 abundancias de diferentes especies de parásitos en las localidades muestreadas indican que el
317 ambiente o abundancia de los hospederos son diferentes, lo que conlleva a dinámicas de
318 interacción propias de cada lugar. En ese aspecto, podemos afirmar que al menos las
319 localidades de IRJ e IGR son diferentes en alguno de los factores mencionados, lo que se
320 reflejó en las comunidades de parásitos.

321 Por último, es importante mencionar además el rol de los peces en el ciclo de vida de los
322 parásitos (Palm *et al.*, 1998), ya que peces del género *Notothenia* albergan varios parásitos en
323 estados larvales (como *Corynosoma*, nemátodos anisákidos, y larvas de cestodos) que
324 maduran en aves y mamíferos (Rocka, 2006). Debido a las bajas abundancias y prevalencias
325 de parásitos en invertebrados antárticos (Zdzitowiecki & Presler, 1991; Laskowski *et al.*,
326 2010, Flores *et al.*, 2019) así como en otros lugares (Muñoz & Olmos, 2008), se puede
327 especular que muchas especies de parásitos también podrían ser generalistas en sus
328 hospederos intermediarios, ya que de esa forma podría entenderse las altas prevalencias o
329 abundancias de parásitos que se han registrados en peces, aves y mamíferos (Dailey &
330 Vogelbein, 1991; Díaz *et al.* 2017). A pesar de que la explicación de las diferencias de la
331 composición de parásitos es diferente entre localidades es un tanto especulativa, queda claro
332 que aún falta conocer mucho más de las transmisiones de parásitos, sus ciclos de vida y las
333 dinámicas comunitarias de los parásitos-hospederos en la zona antártica.

334 **AGRADECIMIENTOS**

335 Los autores agradecen al proyecto CIDI # 12, Centro de Observación Marino para Estudios
336 de Riesgo del Ambiente por el financiamiento parcial de este estudio, y al Instituto Antártico
337 Chileno por la colaboración en terreno para la extracción de las muestras.

338 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 339 Alt, KG, Cunze, S, Kochmann, J & Klimpel S. 2021. *Parasites of three closely related*
340 *antarctic fish species (Teleostei: Nototheniinae) from Elephant Island*. Acta
341 Parasitologica, vol. XX, pp. 1-15.
- 342 Bautista-Hernández, CE, Monks S, Pulido-Flores, G & Rodríguez-Ibarra, AE. 2015. *Revisión*
343 *bibliográfica de algunos términos ecológicos usados en parasitología, y su aplicación en*
344 *estudios de caso*. En Pulido-Flores, G, Monks, S & López-Herrera, M. (eds.). *Estudios*
345 *en Biodiversidad, Volumen I*. University of Nebraska, Lincoln.
- 346 Cross, MA, Irwin, SWB, & Fitzpatrick, SM. 2001. Effects of heavy metal pollution on
347 swimming and longevity in cercariae of *Cryptocotyle lingua* (Digenea: Heterophyidae).
348 Parasitology, vol. 123 (Pt 5), pp. 499-507.
- 349 Dailey, MD, & Vogelbein, WK. 1991. *Parasite fauna of 3 species of Antarctic whales with*
350 *reference to their use as potential stock indicators*. Fishery Bulletin, vol. 89, pp. 355-
351 365.
- 352 DeWitt, HH, Heemstra, PC, & Gon, O. 1990. Nototheniidae. In: Gon, O & Heemstra, PC.
353 (eds.). *Fishes of the Southern Ocean*. J. L. B. Smith Institute of Ichthyology,
354 Grahamstown.
- 355 Díaz, JI, Fusaro, B, Vidal, V, González-Acuña, D, Schneider Costa E, Dewar, M, Gray, R,
356 Power M, Miller G, Blyton M, Vanstreels R, & Barbosa A. 2017. *Macroparasites in*
357 *Antarctic Penguins*. In Klimpel, S, Kuhn, T & Melhorn, H. (eds). *Biodiversity and*
358 *evolution of parasitic life in the Southern Ocean*. Parasitology Research Monograph, vol.
359 9, chapter 9, Cham: Springer.
- 360 Eastman, JT. 2005. *The nature of the diversity of Antarctic fishes*. Polar Biology, vol. 28, pp.
361 93-107.
- 362 Flores, K, López, Z, Levicoy, D, Muñoz-Ramírez, CP, González-Wevar, C, Oliva, ME, &
363 Cárdenas, L. 2019. *Identification assisted by molecular markers of larval parasites in*
364 *two limpet species (Patellogastropoda: Nacella) inhabiting Antarctic and Magellan*
365 *coastal systems*. Polar Biology, vol. 42, pp. 1175-1182.

- 366 George-Nascimento, M, Mellado, A, Saavedra, S & Carvajal, J. 2009. *Variabilidad de las*
367 *comunidades de parásitos metazoos del róbalo Eleginops maclovinus (Cuvier &*
368 *Valenciennes, 1830) (Pisces: Eleginopidae) en Chile*. Revista Chilena de Historia
369 Natural, vol. 82, pp. 199-207.
- 370 Henríquez-Zarate, Y. 2016. *Parásito fauna del pez Notothenia coriiceps Richardson, 1844*
371 *(Perciformes: Nothotenoidei) recolectados desde la Península Antártica, entre los años*
372 *2015 -2016*. Tesis doctoral, Facultad de Ciencias, Universidad Austral de Chile,
373 Valdivia. Chile.
- 374 Jousson, O, Bartoli, P, & Pawlowski, J. 1991. *Molecular identification of developmental*
375 *stages in Opecoelidae (Digenea)*. International Journal for Parasitology, vol. 29(11), pp.
376 1853-1858.
- 377 Kuzmina, TA., Salganskij, OO, Lisitsyna, OI, & Korol, EM. 2020. *Helminths of antarctic*
378 *rockcod Notothenia coriiceps (Perciformes, Nototheniidae) from the akademik*
379 *Vernadsky station area (Argentine Islands, West Antarctica): new data on the parasite*
380 *community*. Zoodiversity, vol. 54, pp. 99-110.
- 381 Kuzmina, TA, Laskowski, Z, Salganskij, OO, Zdzitowiecki, K, Lisitsyna, OI, & Kuzmin, Y.
382 2022. *Helminth assemblages of the Antarctic Black Rockcod, Notothenia coriiceps*
383 *(Actinopterygii: Nototheniidae) in coastal waters near Galindez Island (Argentine*
384 *Islands, West Antarctic): Temporal changes in the endoparasite community*. Acta
385 Parasitologica, vol. 67, pp. 207-217.
- 386 Laskowski, Z, & Zdzitowiecki, K. 2005. *The helminth fauna of some notothenioid fishes*
387 *collected from the shelf of Argentine Islands, West Antarctica*. Polish Polar Research,
388 vol. 26, pp. 315-324.
- 389 Laskowski, Z, & Zdzitowiecki, K. 2017. *Acanthocephalans in Sub-Antarctic and Antarctic*.
390 In: Klimpel, S, Kuhn, S & Mehlhorn, H (eds.). *Biodiversity and evolution of parasitic life*
391 *in the Southern Ocean*. Springer International Publishing, Cham.
- 392 Laskowski, Z, Jeżewski, W, & Zdzitowiecki, K. 2010. *New data on the occurrence of*
393 *Acanthocephala in Antarctic Amphipoda*. Acta Parasitologica, vol. 55, pp. 161-166.
- 394 Merino, S. 2002. *Evolución de la interacción parásito-hospedador*. En: Soler, M (ed).
395 *Evolución: la base de la biología*. Proyecto Sur, Madrid.
- 396 Moreno, CA & Zamorano, JH. 1980. *Selección de los alimentos en Notothenia coriiceps*
397 *neglecta del cinturón de macroalgas de Bahía South, Antártica*. Instituto Antártico
398 Chileno, vol. 25, pp. 33-44.

- 399 Morley, NJ. 2020. Cercarial swimming performance and its potential role as a key variable of
400 trematode transmission. *Parasitology*, vol. 147, pp. 1369-1374
- 401 Muñoz, G, & Olmos, V. 2008. Revisión de especies endoparásitas y hospedadoras de
402 sistemas acuáticos de Chile. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, vol. 43, pp.
403 173-245.
- 404 Muñoz, G & Rebolledo, M. 2018. *Comparison of the parasite community of two nototheniids*
405 *Notothenia rossii* and *N. coriiceps* (Pisces: Nototheniidae) from the King George Island,
406 Antarctica. *Journal of Helminthology*, vol. 93, pp. 732-737.
- 407 Muñoz, G & Cartes, F. 2020. *Parasitic diversity from the Southern Ocean: is it really low in*
408 *Antarctic fish?*. *Journal of Helminthology*, vol. 94, pp. 1-10, e180.
- 409 Oğuz, MC, Tepe, Y, Belk, MC, Heckmann, RA, Aslan, B, Gürgen, M, Bray, RA & Akgül, Ü.
410 2015. *Metazoan parasites of Antarctic fishes*. *Türkiye Parazitoloji Dergisi*, vol. 39, pp.
411 174-178.
- 412 Orsi, AH, Whitworth, T & Nowlin, WD. 1995. *On the meridional extent and fronts of the*
413 *Antarctic Circumpolar Current*. *Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research*
414 *Papers*, vol. 42, pp. 641-673.
- 415 Palm, HW, Reimann, N, Spindler, M, & Plötz, J. 1998. *The role of the rock cod Notothenia*
416 *coriiceps* Richardson, 1844 in the life-cycle of Antarctic parasites. *Polar Biology*, vol. 6,
417 pp. 399-406.
- 418 Palm, HW, Klimpel, S & Walter, T. 2007. *Demersal fish parasite fauna around the South*
419 *Shetland Islands: high species richness and low host specificity in deep Antarctic waters*.
420 *Polar Biology*, vol. 30, pp. 1513-1522.
- 421 Poulin, R. 2007. *Evolutionary Ecology of Parasites*. Princeton University Press, New Jersey.
- 422 Rea, JG, & Irwin, SWB. 1992. *The effects of age, temperature, light quantity, and wavelength*
423 *on the swimming behaviour of the cercariae of Cryptocotyle lingua (Digenea:*
424 *Heterophyidae)*. *Parasitology*, vol. 105(01), pp. 131-137.
- 425 Rocka A. 2006. *Helminths of Antarctic fishes: Life cycle biology, specificity and*
426 *geographical distribution*. *Acta Parasitologica*, vol. 51(1), pp. 26–35.
- 427 Sandaña, AA. 2018. *Biodiversidad de parásitos digeneos en tres especies de invertebrados*
428 *endémicos de la antártica*. Tesis de Grado de Licenciado en Biología Marina y Título
429 Profesional de Biólogo Marino. Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile.
- 430 Stankovic, A, Spalik, K, Kamler, E, Borsuk, P, & Weglenski, P. 2002. *Recent origin of sub-*
431 *Antarctic notothenioids*. *Polar Biology*, vol. 25, pp. 203-205.

432 Szidat, L. 1965. *Estudios sobre la fauna de parásitos de peces antárticos. I - Los parásitos de*
433 *Notothenia neglecta Nybelin*. Servicio de Hidrografía Naval, República de Argentina,
434 vol. H910, pp. 1-84.

435 Wood, CL, Sandin, SA, Zgliczynski, B, Guerra, AS, & Micheli, F. 2014. *Fishing drives*
436 *declines in fish parasite diversity and has variable effects on parasite abundance*.
437 *Ecology*, vol. 95, pp. 1929-1946.

438 Zar, JH. 2010. *Biostatistical Analysis (5th Edition)*. Prentice Hall/ Pearson.

439 Zdzitowiecki, K. 1990. *Antarctic representative of the genus Macvicaria Gibson & Bray,*
440 *1982 (Digenea: Opecoelidae), with descriptions of two new species*. *Systematic*
441 *Parasitology*, vol. 16, pp. 169-179.

442 Zdzitowiecki, K. 1991. *Antarctic Acanthocephala, keys and notes for the identification of the*
443 *species, vol. 3*. In: Wägele JW & Sieg J (eds). *Synopsis of the Antarctic benthos*. Koeltz
444 Scientific Books, Koenigstein.

445 Zdzitowiecki, K, & Presler, P. 1991. *Occurrence of Acanthocephala in intermediate hosts,*
446 *Amphipoda, in Admiralty Bay, South Shetland Islands, Antarctica*. *Polish Polar*
447 *Research*, vol. 22, pp. 205-212.

448 Zdzitowiecki, K. 1997. *Antarctic Digenea, Parasites of Fishes, vol. 8*. In: Wägele JW & Sieg
449 J (eds.). *Synopses of the Antarctic Benthos*. Koeltz Scientific Books, Koenigstein.

450 Received February 11, 2022.

451 Accepted April 26, 2022.

452



453

454 **Figura 1.** Área de estudio en la Antártica, las flechas rojas indican la ubicación de extracción de
455 ejemplares *N. rossii* en: NPA, Zona Norte de la Península Antártica; IRJ, Isla Rey Jorge; IGR, Isla
456 Greenwich.

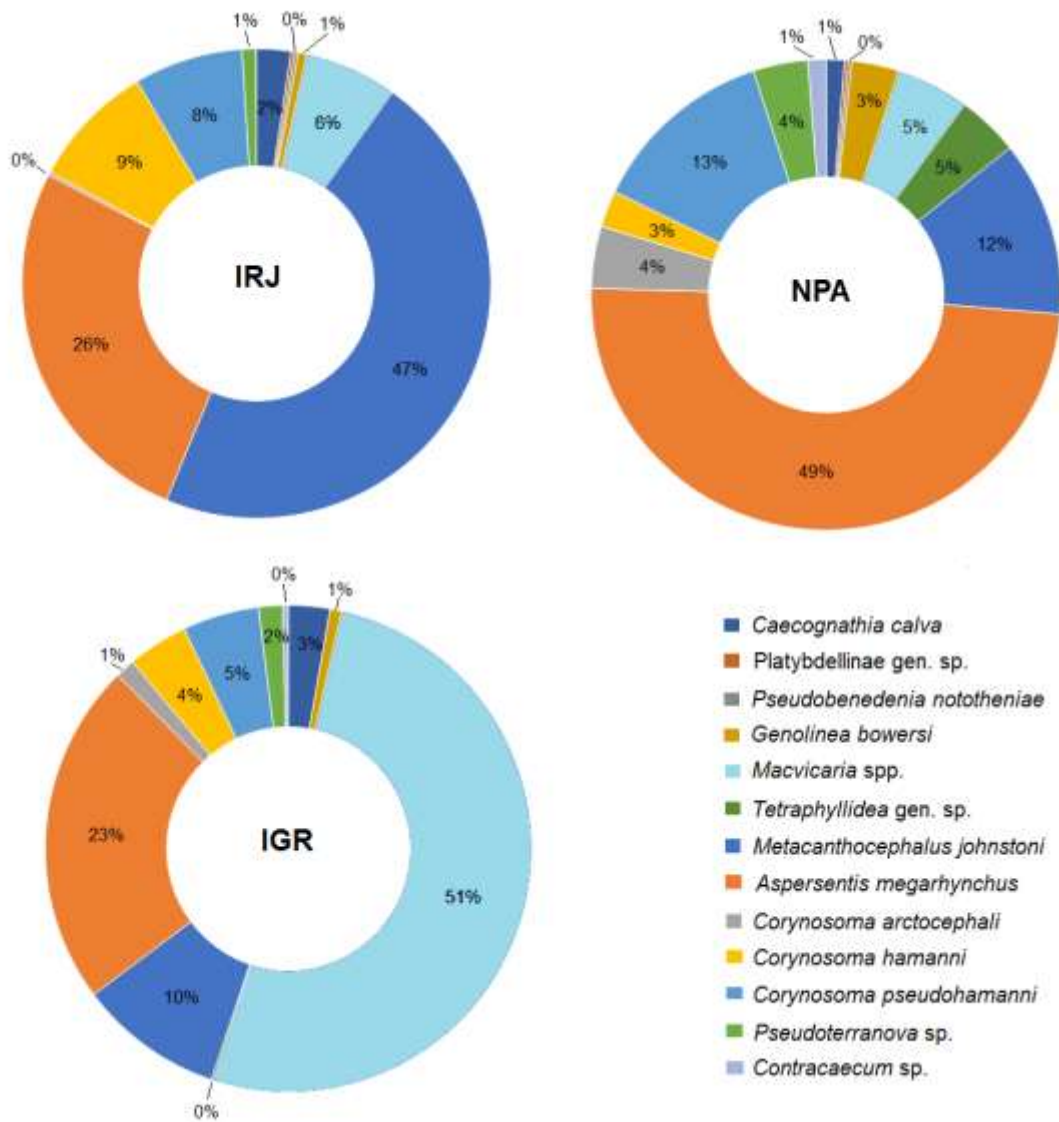
457

458 **Tabla 1.** Prevalencia (%) y abundancia media (\pm DE, desviación estándar) de 19 taxa de parásitos en
 459 *Notothenia rossii* en la Zona Norte de la Península Antártica (NPA) e Isla Greenwich (IGR). Se indica
 460 solo la presencia de taxa parasitarios de IRJ de acuerdo con Muñoz & Rebolledo (2018). El estado de
 461 desarrollo del parásito está en paréntesis, L: larva; J: juvenil, A: adulto.

Especies de parásitos	N° MNHNCL	IRJ (N= 45)	NPA (n= 6)		IGR (n= 37)	
		Presentes	Prevalencia (%)	Abundancia media \pm DE	Prevalencia (%)	Abundancia media \pm DE
<i>Caecognathia calva</i> (L)	ISO-15136	X	66,7	0,83 \pm 0,75	62,2	2,24 \pm 3,21
Platybdellinae gen. sp. (J)	ANN-15037	X	16,7	0,17 \pm 0,41		
<i>Pseudobedenia nototheniae</i> (A)	PLAT-15051	X	16,7	0,17 \pm 0,41		
<i>Genolinea bowersi</i> (A)	PLAT-15053	X	33,3	2,17 \pm 3,37	35,1	0,62 \pm 1,16
<i>Ellytrophalloides oatesi</i> (A)	PLAT-15055	X	16,7	0,17 \pm 0,41	2,7	0,03 \pm 0,16
<i>Macvicaria</i> spp. (A)	PLAT-15054	X	66,7	3,33 \pm 4,46	89,2	41,81 \pm 48,24
Diphyllobothriidea gen. sp. (L)	PLAT-15052		16,7	0,17 \pm 0,41		
Tetraphyllidae plerocercoids (L)	PLAT-15056	X*	33,3	2,83 \pm 4,92	2,7	0,14 \pm 0,82
<i>Metacanthocephalus johnstoni</i> (A)	ACAN-15014	X	100,0	8 \pm 6,20	59,5	7,84 \pm 15,40
<i>Aspersentis megarhynchus</i> (A)	ACAN-15013	X	83,3	32,67 \pm 55,81	100,0	18,57 \pm 12,24
<i>Corynosoma beaglense</i> (L)	**				5,4	0,05 \pm 0,23
<i>Corynosoma shackletoni</i> (L)	ACAN-15012				5,4	0,14 \pm 0,67
<i>Corynosoma arctocephali</i> (L)	ACAN-15009	X	50,0	2,83 \pm 4,67	37,8	1,05 \pm 1,81
<i>Corynosoma hamanni</i> (L)	ACAN-15011	X	50,0	1,67 \pm 2,42	46,0	3,27 \pm 6,67
<i>Corynosoma pseudohamanni</i> (L)	ACAN-15010	X	66,7	8,5 \pm 12,18	70,3	4,14 \pm 5,52
<i>Corynosoma australe</i> (L)	ACAN-15008		16,7	0,17 \pm 0,41		
<i>Pseudoterranova</i> sp. (L)	NEM-15027	X	33,33	2,5 \pm 5,21	40,5	1,3 \pm 2,74
<i>Anisakis</i> sp. (L)	NEM-15025				2,7	0,14 \pm 0,82

462 *como *Onchobothrium* sp.; **solo un ejemplar no disponible para depósito en museo

463



464

465

466 **Figura 2.** Abundancias relativas de las especies de parásitos (en porcentaje) en cada una de las
 467 localidades consideradas, Isla Greenwich (IGR), Isla Rey Jorge (IRJ) y Zona Norte de la Península
 468 Antártica (NPA). * datos de Muñoz & Rebolledo (2018). Porcentajes en cero indican ausencia de la
 469 especie de parásito (según indica su color) en esa localidad.

470

471 **Tabla 2.** Mediana y rango de la longitud de hospederos, la abundancia y la riqueza de parásitos
 472 muestreados en Isla Greenwich (IGR), Isla Rey Jorge (IRJ) y Zona Norte de la Península Antártica
 473 (NPA); H= estadígrafo de Kruskal-Wallis, grados de libertad: N= 88, k-1=2, P= probabilidad
 474 estadística. Superíndices a y b en los valores de mediana indican diferencias entre los grupos cuando
 475 tienen letras diferentes ($P < 0,05$), y sin diferencias cuando tienen la misma letra.

Variables	Localidad	Mediana	Rango	H _(88,2)	P
Longitud	IRJ	30,8 ^a	10,6-38,8	20,54	<0,001
	NPA	21,9 ^b	8,6-31,6		
	IGR	27,2 ^b	10,28-32,5		
Abundancia	IRJ	100,5 ^a	32-354	10,22	0,006
	NPA	49,0 ^b	3-192		
	IGR	68,0 ^{a,b}	21-297		
Riqueza	IRJ	6,0	3-8	1,69	0,428
	NPA	7,5	2-11		
	IGR	6,0	2-9		

476

477 **Tabla 3.** Correlación de Spearman de la abundancia infracomunitaria de parásitos, la riqueza de
 478 especies de parásitos con respecto a la longitud total de *Notothenia rossii* obtenidos en Isla Rey Jorge
 479 (IRJ) y Zona Norte de la Península Antártica (NPA) e Isla Greenwich (IGR), r_s = coeficiente de
 480 correlación de Spearman, P= probabilidad estadística, * correlaciones significativas.

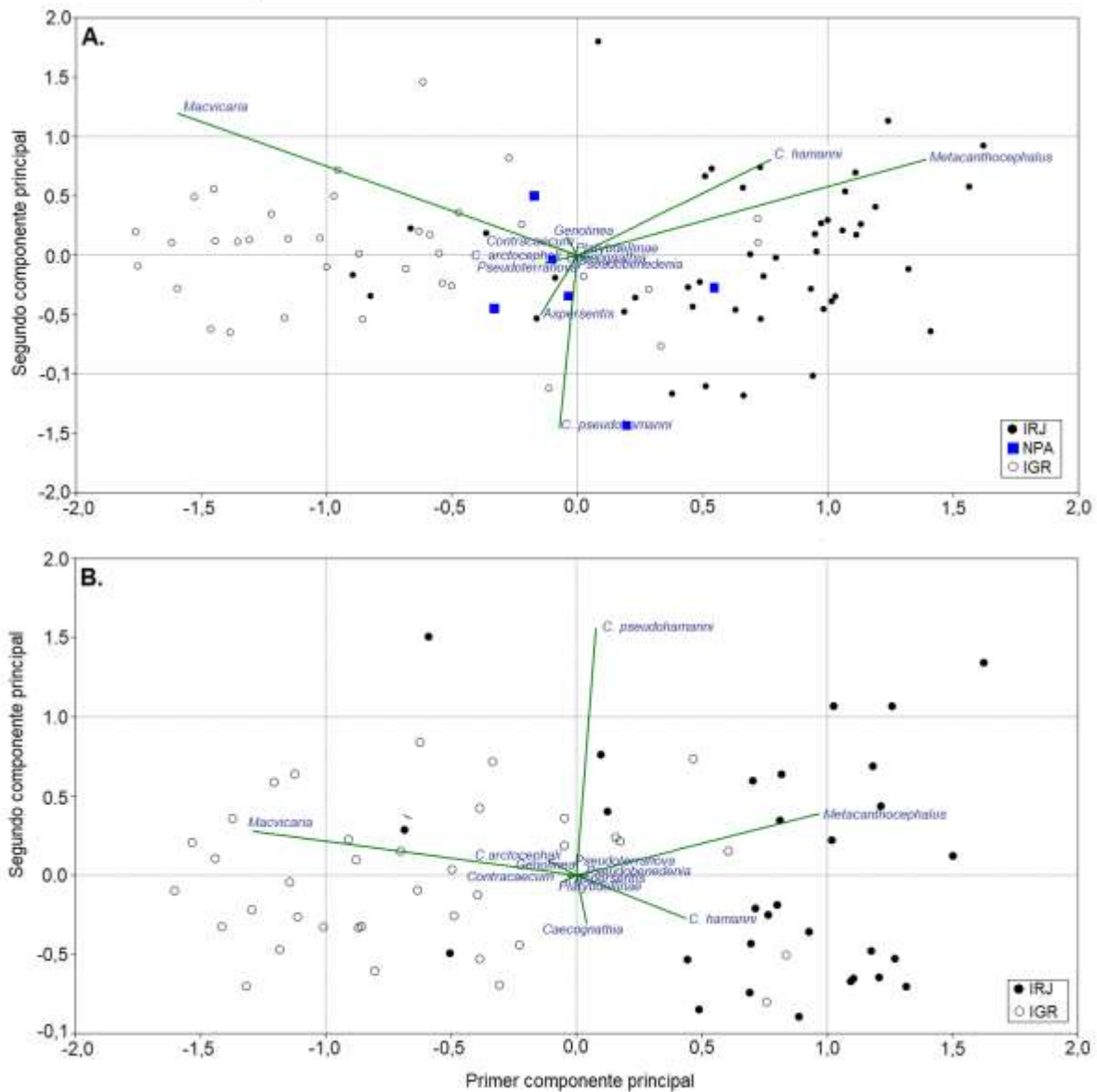
481

Abundancia vs LT	n	r_s	P
IRJ‡	45	0,35	0,05 > P > 0,02*
NPA	6	0,94	0,05 > P > 0,02*
IGR	37	0,37	0,05 > P > 0,02*
Riqueza vs LT			
IRJ‡	45	0,46	P < 0,002*
NPA	6	0,71	P > 0,100
IGR	37	0,36	0,02 > P > 0,01*

482 ‡ datos de IRJ en Muñoz & Rebolledo (2018)

483

484



485

486 **Figura 3.** Primeros dos ejes del análisis de componentes principales en base de la abundancia de
 487 especies parásitas (en $\log_{10} + 1$) en *N. rossii*: A) muestras de tres localidades antárticas, B) muestras de
 488 dos localidades considerando un mismo rango de longitud corporal (entre 10,5 cm y 32,5 cm).
 489 Localidades: Isla Rey Jorge (IRJ), Zona Norte de la Península Antártica (NPA) e Isla Greenwich
 490 (IGR). En letras azules se indican las especies parásitas representativas en los ejes composicionales.