

La fauna de parásitos metazoos del bacalao de profundidad *Dissostichus eleginoides* Smitt, 1898 (Pisces: Nototheniidae) en Chile central: aspectos taxonómicos, ecológicos y zoogeográficos

The metazoan parasite fauna of the Patagonian toothfish *Dissostichus eleginoides* Smitt, 1898 (Pisces: Nototheniidae) of central Chile: taxonomic, ecological and zoogeographic aspects

LUIS RODRIGUEZ y MARIO GEORGE-NASCIMENTO

Facultad de Ciencias, Universidad Católica de la Santísima Concepción,
Casilla 297, Concepción, Chile

RESUMEN

Se registró la composición taxonómica y se analizaron las características ecológicas y zoogeográficas de la fauna de parásitos metazoos transmitida tróficamente al bacalao de profundidad *Dissostichus eleginoides* Smitt, 1898. Se recolectaron 49 ejemplares de bacalao en dos muestras provenientes de un caladero ubicado a 50 mn de la costa frente a la isla Santa María (73° 30'W; 35° 40'S). Todos los bacalao estaban infectados, encontrándose un total de 5.876 parásitos pertenecientes a 11 taxa. Al estado adulto se encontró a los digeneos *Gonocerca phycidis* Manter 1925, *Lecithochirium genypteri* Luhe 1905, *Brachyphallus crenatus* (Rudolphi 1802), *Derogenes varicus* (Muller 1784), *Neolepidapedon magnatesti* Gayevskaya & Kovaljova 1976, al acantocéfalo *Echinorhynchus petrotschenkoi* Rodjuk 1984 y al nemátodo *Hysterothylacium* sp. Ward & Magath 1917. Al estado larval se encontró a los nemátodos *Anisakis simplex* (Dujardin 1845), *Anisakis physeteris* (Baylis 1923), al acantocéfalo *Corynosoma* sp. (Luhe 1905), y al cestodo *Hepatoxylon trichiuri* (Holten 1802). El sexo y la longitud del hospedador no explican significativamente las variaciones de la abundancia de la mayoría de los taxa parasitarios. Sólo la abundancia de *B. crenatus* y el número total de parásitos aumentan con el tamaño del hospedador, en tanto que la de *A. physeteris* disminuye. La presencia recurrente y abundante de 5 especies de digeneos en el estómago provee la posibilidad de interacciones horizontales en estas infracomunidades, aunque no hay evidencia de esto. En términos zoogeográficos, se encontró que la fauna de parásitos cambia paralelamente a la progresión de distancias, ya que la de la zona centro sur de Chile es más similar a la registrada en la plataforma de las islas Malvinas que la descrita para el océano Indico o isla Georgia del Sur. Sin embargo, estas últimas son más parecidas entre sí.

Palabras clave: Endoparásitos, tamaño corporal del hospedador, comunidades parasitarias, similitud parasitaria.

ABSTRACT

The taxonomic composition of trophically transmitted endohelminth assemblages found in the Patagonian toothfish *Dissostichus eleginoides* Smitt, 1898 is reported, and the data analyzed from ecological and zoogeographic points of view. Forty nine host individuals were collected in two samples taken 50 nm off Santa María island (73° 30'W; 35° 40'S), central Chile. All host harboured parasites, from which 5,876 individuals belonging to 11 taxa were collected. Adult parasites found were the digenean *Gonocerca phycidis* Manter 1925, *Lecithochirium genypteri* Luhe 1905, *Brachyphallus crenatus* (Rudolphi 1802), *Derogenes varicus* (Muller 1784), *Neolepidapedon magnatesti* Gayevskaya & Kovaljova 1976, the acanthocephalan *Echinorhynchus petrotschenkoi* Rodjuk 1984 and the nematode *Hysterothylacium* sp. Ward & Magath 1917. The larval parasites found were the nematodes *Anisakis simplex* (Dujardin 1845), *Anisakis physeteris* (Baylis 1923), the acanthocephalan *Corynosoma* sp. (Luhe 1905), and the cestode *Hepatoxylon trichiuri* (Holten 1802). The host sex and body size were not relevant sources of variation of the abundance in almost all the parasite taxa. Only the abundance of *B. crenatus* and the total number of parasites per host increased with host size, whereas that of *A. physeteris* decreased. The frequent and abundant presence in the stomach of 5 digenean species provide the possibility to horizontal interactions in these infracomunities. Zoogeographically, the parasite fauna found in toothfish differentiates parallel to the distance between localities because that from central Chile is more similar to that found in the Falklands, meanwhile those in the Indian Ocean or in the South Georgia are the most alike.

Key words: Endoparasites, host body size, parasite communities, parasite similarity.

INTRODUCCION

Los parásitos son indicadores de relaciones pasadas y presentes con sus hospedadores, tales como relaciones tróficas, filogenéticas y movimientos migratorios (Dogiel 1958, Polyanski 1958, Noble 1973, Williams et al. 1992, Esch & Fernández 1993, Williams & Jones 1994). Factores propios del hospedador, como el hábitat, tamaño corporal y el sexo, son considerados como variables importantes para explicar las variaciones de la composición y abundancia de sus parásitos (Campbell et al. 1980, George-Nascimento & Huet 1984, Rohde 1984, Moore 1987, George-Nascimento & Iriarte 1989, Rizzo & George-Nascimento 1992). Las interacciones directas entre los parásitos también pueden afectar la composición, abundancia y distribución de las poblaciones de parásitos en las infracomunidades (Williams et al. 1970, Mackenzie & Gibson 1970, Esch et al. 1990, Holmes 1990, Price 1990, Rohde 1990, Sousa 1994).

Los estudios en ecología del parasitismo de peces marinos de profundidad son escasos en el mundo (Mauchline & Gordon, 1984). En forma similar, en Chile no se han realizado estudios parasitológicos en peces marinos que habitan más profundo que 500 metros. Sin embargo, los trabajos clásicos de Noble (1973) y Campbell et al. (1980) indican que el estómago e intestino de los peces demersales están más frecuentemente infectados por nemátodos y digeneos, que en los peces pelágicos. Por su parte, Holmes (1990) sostiene que los peces demersales tendrían más especies y más individuos parásitos que las especies de hábitos pelágicos. Estas diferencias estarían asociadas a la eficiencia de la transmisión de los parásitos en los distintos ámbitos, aunque no necesariamente a la diversidad dietaria de los hospedadores (George-Nascimento 1987). En consecuencia, en los peces macrobentófagos se esperarían encontrar comunidades más diversas y ricas de parásitos, y por ende, más probablemente procesos interactivos que en los peces pelágicos.

Este estudio en el bacalao de profundidad *Dissostichus eleginoides* Smitt, 1898 es el primero en esta área geográfica, y considera sólo a los endoparásitos metazoos transmiti-

dos a través de vínculos tróficos entre los hospedadores. Nuestro objetivo es indagar en los niveles de variabilidad de la abundancia y composición de los ensambles comunitarios de parásitos. Se analiza dicha variabilidad entre individuos de una misma muestra, entre muestras de un área geográfica, y entre localidades geográficas, de acuerdo a la literatura disponible. Se discute la posible influencia de variables propias del hospedador, tales como la dieta, longitud total y el sexo en la magnitud de las infecciones (prevalencia, abundancia) para cada uno de los taxa parasitarios, y en la composición, riqueza y dominancia para las infracomunidades. Se indaga si las características cuantitativas y de localización de los parásitos en el tracto digestivo del hospedador permiten esperar la ocurrencia de procesos interactivos dentro de los ensambles infracomunitarios. Finalmente, se analiza el grado de similitud de las comunidades componentes de parásitos del bacalao de profundidad en Chile central y en otras tres zonas geográficas distribuidas en el círculo Antártico.

El bacalao de profundidad es uno de los recursos pesqueros demersales de mayor importancia comercial en las pesquerías chilenas. En los últimos años su demanda comercial se ha triplicado, explotándose aproximadamente 9.000 ton en 1990, y más de 30.000 ton en 1994. Esto ha traído como consecuencia un creciente número de estudios orientados a la evaluación biológica-pesquera. Por ejemplo, Martínez (1975) analizó la composición por tallas, relación longitud-peso, proporción sexual, madurez gonadal y contenido gástrico en las capturas de 6 caladas de espinel entre Coquimbo y San Antonio. Pavez et al. (1983) hicieron una evaluación biológica y económica de su pesca en Valparaíso. Movillo & Bahamonde (1971), Martínez (1975), y Flores & Rojas (1987) han indicado que *D. eleginoides* es un carnívoro secundario, ya que en su dieta se destacan peces, crustáceos y cefalópodos. Oyarzún & Campos (1987) lo señalaron como uno de los peces demersales de mayor tamaño de la costa de Chile, distribuyéndose por toda su costa hasta el sur de Perú, costa sur de Argentina, Antártica y océano Indico, y con una distribución batimétrica entre 300 y más de 3.000 m (Salas et al. 1987). Actual-

mente es explotado en gran parte de su rango de distribución geográfica, aunque principalmente en aguas de la región circumpolar.

MATERIALES Y METODOS

Obtención de las muestras

En octubre de 1992 (n = 31) y marzo de 1993 (n = 18) fueron recolectados un total de 49 ejemplares de bacalao de profundidad a una distancia aproximada de 48 mn de la costa frente a la Isla Santa María (73° 30' W; 35° 40' S), y a profundidades que fluctuaron entre 650 y 1.500 m (Fig. 1). La captura de los peces se hizo mediante espinel con anzuelos

Mustad encarnados con filetes salados de jurel (*Trachurus symmetricus murphyi* (Nichols 1920)), lo que afectaría el tamaño de los peces en la muestra (Moreno 1991).

Luego de la captura, a cada pez se le midió la longitud total (LT), en cm. Para la obtención de las vísceras, en cada ejemplar se realizó un corte sagital, por ventral, dentro de un lapso no superior a una hora después de la captura. El sexo fue determinado mediante inspección visual de las gónadas. Luego, se ligaron el extremo esofágico y anal del tubo digestivo para evitar la pérdida de su contenido. Para preservar la distribución de los parásitos en el tracto digestivo se ligó el píloro, los ciegos y tres segmentos correspondientes a los tercios anterior, medio y

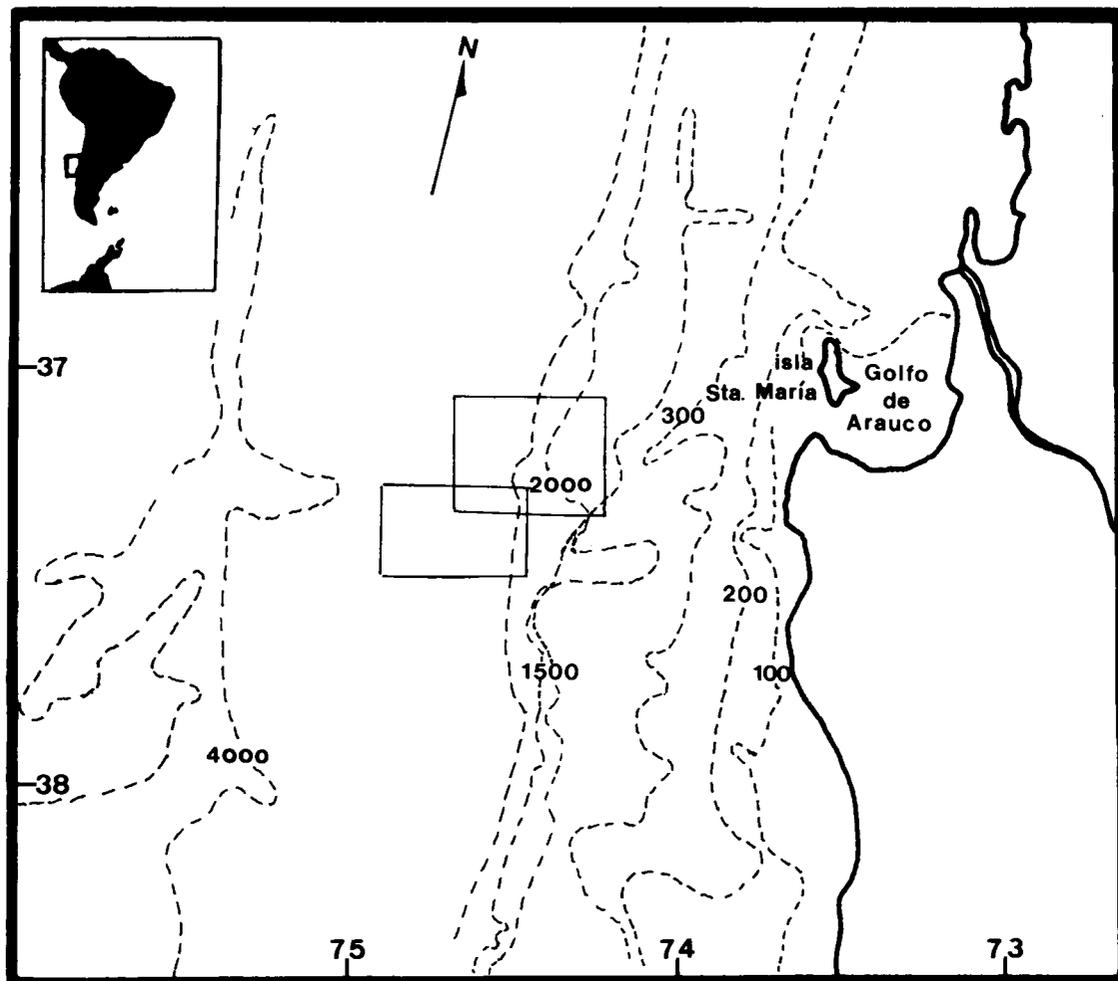


Fig. 1: Mapa de la zona de muestreo, frente al golfo de Arauco, centro sur de Chile. Los recuadros indican los sitios aproximados de muestreo.

Map of the sampling area, off the Arauco gulf, in central south Chile. Sampling sites approximately indicated by squares.

posterior del intestino. Los mesenterios fueron considerados como un sector adicional. Luego de extraídas, las vísceras fueron guardadas en bolsas plásticas individuales, selladas, rotuladas, refrigeradas con hielo en la embarcación, y congeladas a -20° C en el laboratorio.

Para la obtención de los parásitos en el laboratorio, las vísceras fueron descongeladas a temperatura ambiente, y los órganos y el contenido de cada sector fueron tamizados por la acción de un chorro de agua potable, en un cilindro plástico cuyo fondo contenía dos mallas, una de 0,50 y otra de 0,33 mm de luz. El material retenido en los tamices fue examinado mediante un estereomicroscopio, y separado el contenido alimentario de la fauna parasitaria. La identificación de los primeros se realizó considerando caracteres diagnósticos generales de otolitos, plumas y restos de caparzones, para peces, cefalópodos y crustáceos, respectivamente. Luego, todos los parásitos y restos alimentarios fueron fijados en formalina al 10%.

Para la determinación taxonómica de los digeneos se consultó a Skrjabin (1964), Gibson & Bray (1979, 1986) y Zdzitowiecki (1990b), y para los acantocéfalos a Yamaguti (1963), y Zdzitowiecki (1989, 1991). Para los nemátodos se consultó a Yamaguti (1961), y para los cestodos larvales a Yamaguti (1959) y Schmidt (1986).

Para la caracterización ecológica del parasitismo se realizaron análisis poblacionales y comunitarios. En las poblaciones de parásitos se determinaron la prevalencia, que es el porcentaje de hospedadores parasitados en la muestra, y la abundancia, que es el número promedio de individuos parásitos por hospedador examinado (Margolis et al. 1982). En las infracomunidades de parásitos, es decir, en los conjuntos de infrapoblaciones dentro de cada individuo hospedador (Bush & Holmes 1986), se determinaron la composición, abundancia (número total de individuos parásitos), riqueza parasitaria (número de taxa parasitarios) y dominancia (evaluada como el cociente entre la abundancia del taxón más numeroso y la abundancia total).

La caracterización zoogeográfica de la parasitofauna del bacalao de profundidad se hizo mediante la similitud en número de géneros parasitarios encontrados en este estu-

dio, con los registros de la revisión de Gayevskaya et al. (1990) para las islas Malvinas, Georgia del Sur y otras dos localidades del océano Indico.

Análisis de los datos

Con el objeto de averiguar si se podían combinar los datos de ambas muestras para los análisis, se indagó previamente si los ejemplares obtenidos en octubre de 1992 eran significativamente distintos en composición parasitaria con los obtenidos en marzo de 1993. Para ello se utilizaron dos aproximaciones: 1) se compararon las distribuciones de frecuencias relativas acumuladas de los valores de similitud intra e intermuestral mediante una prueba de Kolmogorov-Smirnov para dos muestras (Siegel & Castellan 1988). La similitud intramuestral se calculó como la distancia euclidiana de la composición infracomunitaria para cada par de ejemplares de una misma muestra (octubre o marzo), y la intermuestral para cada par de ejemplares de distintas muestras (Pielou 1984). 2) Un análisis indirecto de gradientes permitió analizar las variaciones en la composición de las infracomunidades en ambas muestras, y según la LT. Esto se realizó mediante un análisis de la varianza, entre muestras, de los residuos de los puntajes de las infracomunidades en el primer gradiente composicional de una ordenación por DECORANA (Hill 1979), luego de ajustar por el eventual efecto de la LT como covariable.

La evaluación de la significancia estadística de las variaciones de los descriptores cuantitativos en las infrapoblaciones e infracomunidades según la longitud y sexo del hospedador se realizó mediante pruebas no paramétricas (Conover 1980, Sokal & Rohlf 1981, Zar 1984), o mediante pruebas paramétricas basadas en los datos transformados a la secuencia ordinal ("ranking", Conover & Iman 1981, Potvin & Roff 1993).

La prueba de Wilcoxon fue utilizada para la comparación de la longitud total, abundancia, riqueza y dominancia parasitaria de machos y hembras. Para evaluar las diferencias en las prevalencias se utilizó la prueba de Ji-cuadrado para tablas de contingencia de 2 x 2. Para mejorar la estimación de la prevalencia, los intervalos extremos de la distribución de

frecuencias de clases de LT fueron considerados abiertos. Es decir, se incluyó a los menores a 90 cm en uno y a los mayores a 135 en otro intervalo.

Se calculó el coeficiente de Spearman (r_s) para evaluar la significancia estadística de la correlación entre la LT y la abundancia parasitaria, para cada uno de los taxa parasitarios, y con los descriptores cuantitativos de las infracomunidades (abundancia, riqueza y dominancia). Este mismo coeficiente fue utilizado para las abundancias de pares de taxa de parásitos que coexistían en un mismo órgano en el hospedador.

Se comparó la fauna parasitaria del bacalao de profundidad entre cinco zonas geográficas mediante la matriz de similitud binaria calculada con el índice de Jaccard de los géneros parasitarios obtenidos en esta investigación y en los datos registrados por Gayevskaya et al. (1990) para el océano Indico, las islas Georgia del Sur, y las islas Malvinas.

RESULTADOS

La LT promedio de los peces de la muestra tomada en octubre de 1992 resultó ser significativamente mayor que los de la muestra de marzo de 1993 (Prueba de Wilcoxon $Z = 3,65$, $P = 0,0003$). Sin embargo, la composición de la fauna parasitaria no cambiaba significativamente con la LT, lo que se representa en la Fig. 2 en la relación entre el primer gradiente composicional derivado del análisis DECORANA y la LT de los ejemplares de ambas muestras (coeficiente de correlación de Spearman, $r_s = -0,20$, $P = 0,8$, $n = 49$). El análisis de la varianza de la composición parasitaria en el primer eje de DECORANA reveló efectos no significativos entre las muestras ($F_{(1, 45)} = 0,92$, $P = 0,34$), y la similitud en composición parasitaria de los ejemplares de una misma muestra no era significativamente distinta de la similitud encontrada entre ejemplares de distintas muestras (Prueba de Kolmogorov-Smirnov para dos muestras, D_{\max} observado = 0,03, Chi-cuadrado = 1,27, $0,9 > P > 0,5$, g.l. = 2). En consecuencia, los análisis subsiguientes se realizaron considerando ambas muestras en conjunto.

La LT de los 49 bacalaos examinados fluctuó entre 47 y 146 cm ($X = 108$ cm; d.e. = 20,8). No se encontraron diferencias significativas en la LT promedio de los machos ($X = 105$ cm; d.e. = 19,7, $n = 20$) y de las hembras ($X = 109$ cm; d.e. = 21,7, $n = 29$); Prueba de Wilcoxon, $Z = -0,214$, $P = 0,71$). Veinte de los 49 ejemplares examinados presentaban restos de presas, de los que el 95% tenía restos de peces, el 25% cefalópodos y el 20% crustáceos. Catorce de los bacalaos con restos de presas eran mayores a la LT mediana (= 108 cm). En éstos, la composición de la dieta era de 93% restos de peces, 28% cefalópodos, 21% crustáceos. En los 6 peces pequeños (> 108 cm), el 100% tenía restos de peces, 17% cefalópodos y 17% crustáceos.

Los 49 ejemplares examinados estaban parasitados por al menos uno de los 11 taxa que se indican en la Tabla 1, junto al total de individuos recolectados, prevalencia y abundancia, para el total y según el sexo de los

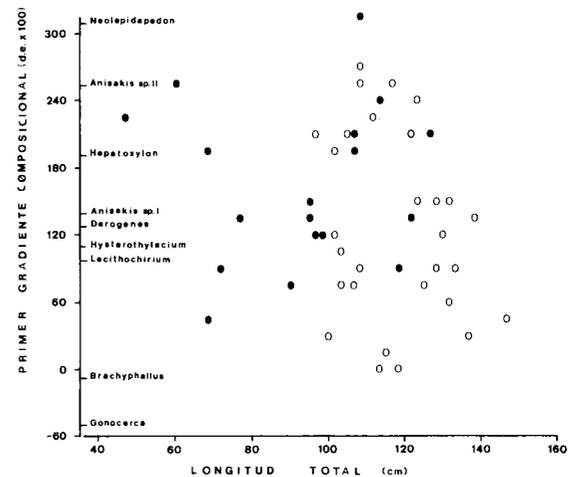


Fig. 2: Relación entre el primer gradiente composicional de la fauna parasitaria del bacalao de profundidad, derivado de un análisis DECORANA ($\lambda = 0,51$), y la longitud total del hospedador. Infracomunidades muestreadas en octubre de 1992 (símbolos blancos, $n = 31$) y marzo de 1993 (símbolos negros, $n = 18$). Se indica la posición de cada taxón en el primer gradiente composicional con el nombre del género.

Relationship between the first compositional gradient of the parasite fauna of the Patagonian toothfish derived from a DECORANA ($\lambda = 0,51$), and total length of the host. Infracommunities sampled in October 1992 (white symbols, $n = 31$) and March 1993 (black symbols, $n = 18$). The position of each taxon in the first compositional gradient is indicated with the genus name.

TABLA 1

Número total de individuos parásitos recolectados, prevalencia (%) y abundancia (número promedio de parásitos por hospedador) de 11 taxa parasitarios encontrados en 49 bacalaos *D. eleginoides* capturados frente al golfo de Arauco, Chile

Number of parasites collected, prevalence (% of fish infected) and abundance (average per examined fish) of 11 taxa parasite taxa in 49 Patagonian toothfish *D. eleginoides* sampled in the fishing area off the Arauco gulf, Chile

	AMBOS		SEXOS		MACHOS		n = 20		HEMBRAS		n = 29	
	Nº Parásitos recolectados	Prevalencia (%)	Abundancia (d.e.)									
TREMATODA												
<i>Gonocerca phycidis</i>	123	38,7	2,5 (9,1)	25,0	3,5 (9,1)	48,2	4,0 (11,7)					
<i>Lecithochirium genypteri</i>	1.128	89,8	23,0 (35,7)	100,0	16,5 (18,3)	82,7	27,5 (23,4)					
<i>Brachyphallus crenatus</i>	1.112	59,1	22,6 (42,5)	50,0	29,6 (59,1)	38,7	17,9 (25,9)					
<i>Derogenes varicus</i>	117	59,1	2,3 (3,6)	70,0	1,7 (2,3)	30,6	2,8 (4,3)					
<i>Neolepidapedon magnatesti</i>	582	51,0	11,2 (34,8)	40,0	5,3 (14,9)	34,6	16,4 (43,3)					
ACANTHOCEPHALA												
<i>Corynosoma</i> sp.	82	14,2	1,2 (10,0)	15,0	3,6 (15,6)	8,1	0,3 (43,3)					
<i>Echinorhynchus petrotschenkoi</i>	11	16,3	0,2 (0,5)	5,0	0,05 (0,2)	14,2	0,3 (0,7)					
NEMATODA												
<i>Hysterothylacium</i> sp.	1.139	95,9	27,3 (37,4)	95,0	21,8 (29,7)	96,5	31,1 (42,0)					
<i>Anisakis simplex</i>	104	34,6	2,1 (5,3)	20,0	1,7 (5,4)	44,8	2,4 (5,4)					
<i>Anisakis physeteris</i>	1.121	77,5	22,8 (72,1)	65,0	17,0 (40,9)	51,0	26,8 (88,0)					
CESTODA												
<i>Hepatoxylon trichiuri</i>	157	77,5	3,2 (3,2)	75,0	4,4 (41,0)	79,3	2,3 (1,9)					
TOTAL PARASITOS	5.876	100	124,8 (110,1)	100	106,4 (94,3)	100	136,6 (119,9)					

hospedadores. Se contabilizó un total de 5.876 individuos parásitos, de los cuales 3.062 eran digeneos, 2.564 nemátodos, 157 cestodos y 93 acantocéfalos. Al estado adulto se encontró a los digeneos *Gonocerca phycidis* Manter 1925, *Lecithochirium genypteri* Luhe 1905, *Brachyphallus crenatus* (Rudolphi 1802), *Derogenes varicus* (Muller 1784), *Neolepidapedon magnatesti* Gayevskaya & Kovaljova 1976, al acantocéfalo *Echinorhynchus petrotschenkoi* Rodjuk 1984 y al nemátodo *Hysterothylacium* sp. Ward & Magath 1917. Entre los helmintos al estado larval se encontró a los nemátodos *Anisakis simplex* (Dujardin 1845), *Anisakis physeteris* (Baylis 1923), al acantocéfalo *Corynosoma* sp. (Luhe 1905), y al cestodo *Hepatoxylon trichiuri* (Holten 1802) (Tabla 1).

La mayoría de los taxa parasitarios presentaron prevalencias superiores al 50%, excepto *G. phycidis*, *A. simplex* (tipo I), *E. petrotschenkoi* y *Corynosoma* sp. Los digeneos *L. genypteri* y *D. varicus* tenían mayor prevalencia en los machos (Prueba de

Chi-cuadrado = 5,38; g.l. = 1; P = 0,002; Chi-cuadrado = 5,7; g.l. = 1; P = 0,01, respectivamente, ver Tabla 1). La abundancia en ningún taxón parasitario resultó ser significativamente distinta entre sexos (Prueba de Wilcoxon, P > 0,10).

No se observó una relación evidente entre la prevalencia y la LT para ningún taxón parasitario (Fig. 3). La abundancia de la mayoría de los taxa parasitarios no estuvo correlacionada significativamente con la LT. Sólo la abundancia de *B. crenatus* aumentaba ($r_s = 0,31$, P = 0,02), mientras que la de *Anisakis physeteris* (tipo II) disminuía con la LT ($r_s = -0,32$, P = 0,02, n = 49 en ambos casos).

En las infracomunidades se encontraron alrededor de 120 parásitos pertenecientes a 7 taxa, en los que en promedio, el taxón dominante daba cuenta del 50% de los individuos (Tabla 1, Fig. 4a-b). Se observó que no existían diferencias significativas entre sexos en abundancia total, ni en riqueza o dominancia parasitaria (Prueba de Wilcoxon, P > 0,05). Entre los descriptores comunitarios, sólo la

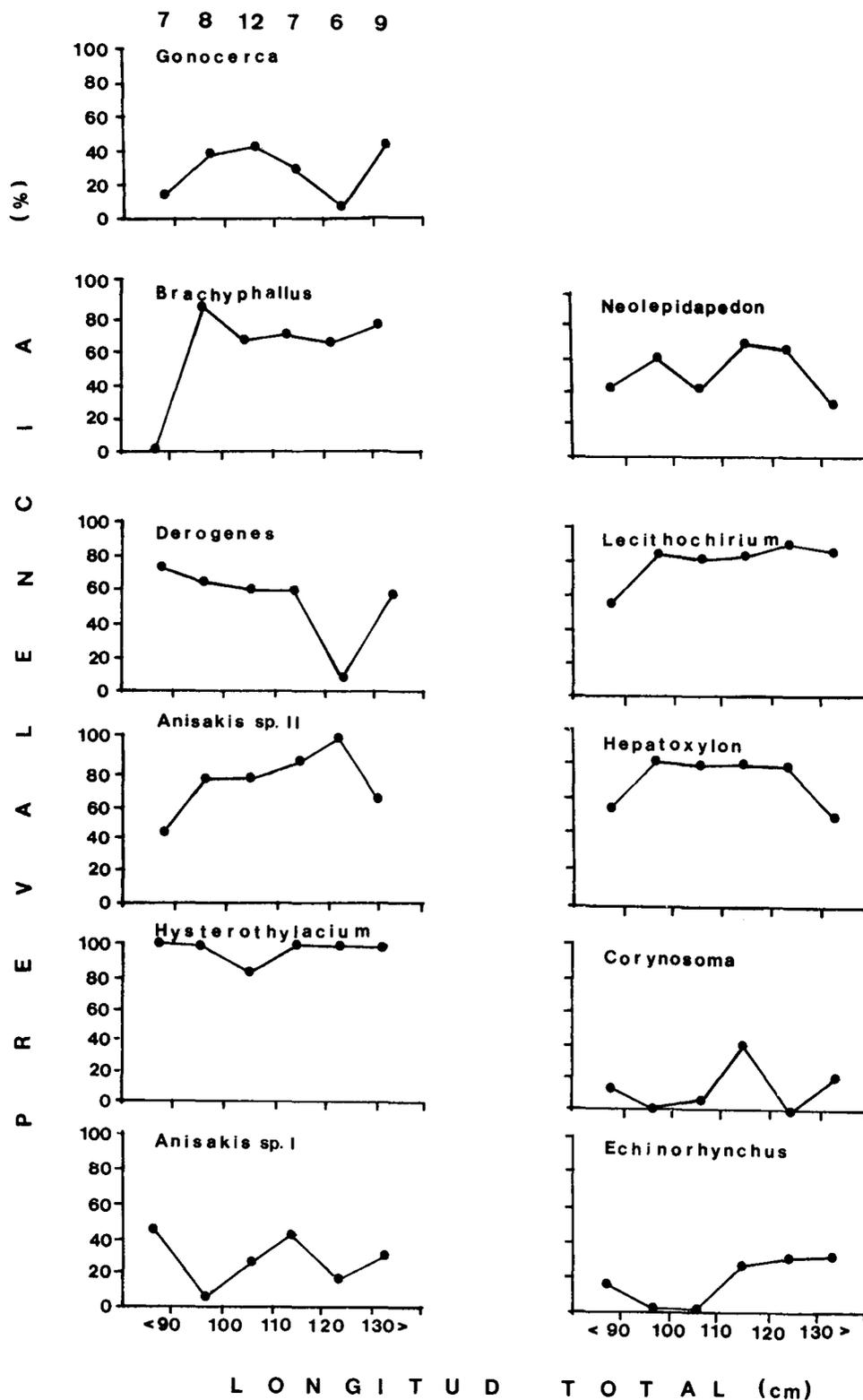


Fig. 3: Relaciones entre la prevalencia (%) y la longitud total del hospedador (cm) para cada taxón parasitario. En la parte superior se indica el número de peces examinados por intervalo de clase.
 Relationship between the prevalence (%) according to total body length of Patagonian toothfish (cm) for each parasite taxon. Numbers in the upper part are fishes examined per body size class.

abundancia total de parásitos reveló una correlación significativa con la LT ($r_s = 0,45$, $P = 0,003$, $n = 49$; Fig. 4a-c).

Aunque los taxa parasitarios revelaron co-ocurrencias en cada uno de los 7 sectores corporales, en muchos de ellos las abundancias y frecuencias eran muy bajas como para ser analizadas estadísticamente (Fig. 5). En el estómago, en cambio, frecuentemente co-ocurrían los digeneos hemiúridos y el nemátodo *Hysterothylacium* sp. El único digeneo con una distribución parcialmente intestinal era *N. magnatesti*, en tanto que *E. petrotschenkoi* se distribuía en el intestino posterior (Fig. 5). La abundancia de los taxa parasitarios estomacales reveló correlaciones significativas y positivas para *B. crenatus* con *L. genypteri*, *G. phycidis* e *Hysterothylacium* sp. (Tabla 2). Además, la abundancia total de digeneos en el estómago estaba positivamente correlacionada con la abundancia de *Hysterothylacium* sp. ($r_s = 0,38$, $P < 0,001$, $n = 49$). Los nemátodos *Anisakis* spp. y el cestodo *H. trichiuri* poseían un distribución celómica.

En términos geográficos, la fauna de parásitos del bacalao de profundidad registrada en las islas Malvinas y en la isla Georgia del Sur presentan mayor riqueza taxonómica. La mayor similitud en géneros de helmintos la presentaron los registros del océano Indico y la isla Georgia del Sur. La fauna registrada en las islas Malvinas posee similitudes intermedias con Chile y las otras regiones, en tanto que la registrada en Chile se parece más a la de las islas Malvinas que a las del océano Indico o de la isla Georgia del Sur (Tabla 3).

DISCUSION

Las variaciones cuantitativas y cualitativas de los parásitos transmitidos por el alimento de un hospedador dependen de la tasa de encuentros entre él y sus presas parasitadas, y por lo tanto, de la composición de su dieta (Dogiel 1958, Campbell et al. 1980, Rohde 1984, Houston & Haedrich 1986, Moore 1987). Dichas variaciones dependen también de si se trata de sistemas hospedador definitivo-parásito adulto, o bien de sistemas hospedador-parásito larval. Además, la abundancia y composición de las poblaciones y co-

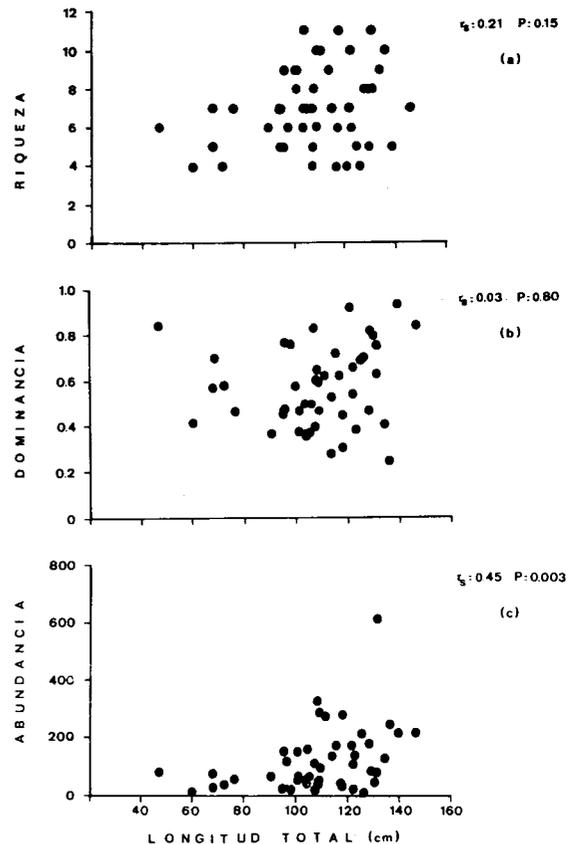


Fig. 4: Riqueza (a, número de taxa), dominancia (b, proporción del taxon más abundante) y abundancia (c, número total de parásitos) infracomunitaria según la longitud total (cm) del bacalao de profundidad. $n = 49$ en todos los casos.

Richness (a, number of taxa), dominance (b, proportion of the most abundant taxon) and abundance (c, total number of parasites) in infracommunities, according to total body length (cm) of Patagonian toothfish. $n = 49$ in all cases.

munidades de parásitos pueden cambiar en diferentes estaciones, de año en año, o en diferentes clases de edad de la población de hospedadores (Esch et al. 1977, Holmes 1986).

Los principales ítems presa encontrados en el bacalao de profundidad coinciden con los registros previos. Obviamente, entre estas presas están los responsables de la transmisión de los parásitos de *D. eleginoides*, pero no se conoce el ciclo vital de ninguno de los taxa en el área de estudio. Al respecto, Noble (1973) y Campbell et al. (1980) han indicado que diversos poliquetos y pequeños crustáceos (especialmente copépodos e isópodos), actúan como hospedadores intermediarios

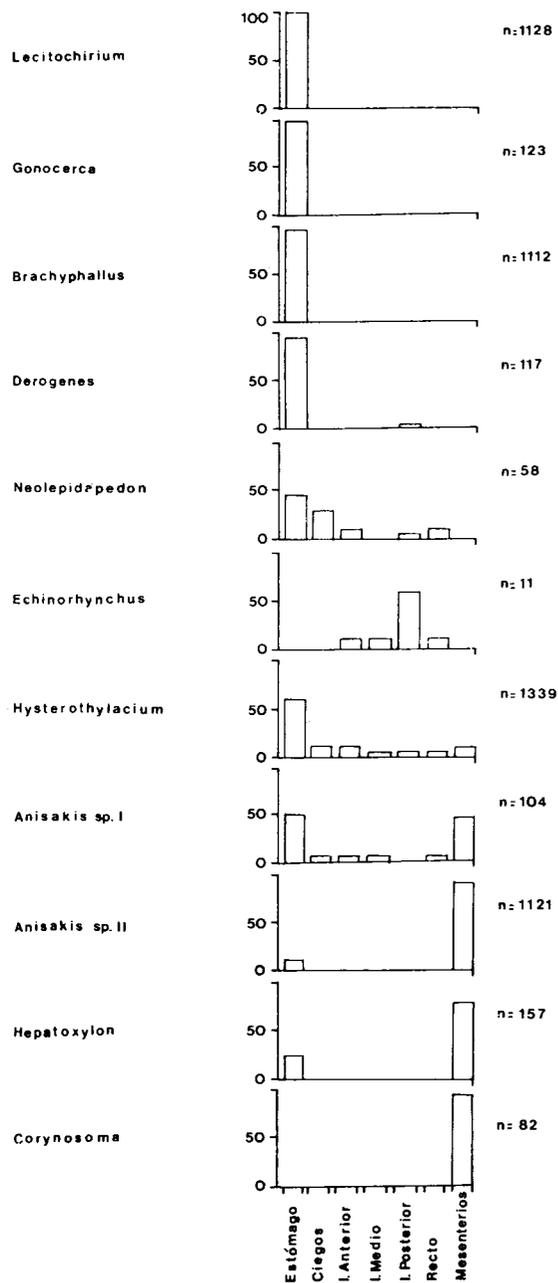


Fig. 5: Distribuciones de frecuencias porcentuales del total de individuos recolectados de cada taxón parasitario encontrados en 49 bacalao, según los distintos sectores del tubo digestivo y mesenterios del hospedador.

Frequency distributions in percentage of the total number of individuals collected for each parasite taxon found in 49 Patagonian toothfish according to locations in the gut and mesenteries of the host.

para especies congénéricas de varios de los digeneos encontrados en el bacalao de profundidad (e.g., *Derogenes*, *Gonocerca*). Los

cefalópodos podrían transmitir las larvas de nemátodos, tremátodos y cestodos. Además, el hospedador definitivo más probable de *Anisakis physeteris* es el cachalote *Physeter macrocephalus* Linné 1758, entre otros cetáceos odontocetos (orcas *Orcinus orca* (Linné 1758)) (ver Paggi et al. 1983, Matiucci et al. 1986), y uno de los principales depredadores del bacalao, según el testimonio de los pescadores. *Anisakis simplex* alcanza su madurez sexual en cetáceos misticetos (Sagua & Carvajal 1987). El cestodo *H. trichiuri* alcanza su madurez en tiburones (Yamaguti 1959, Carvajal 1974, George-Nascimento & Carvajal 1980) y los acantocéfalos *Corynosoma* sp. pueden ser transmitidos por una gran variedad de peces que actúan como hospedadores paraténicos, madurando en mamíferos marinos como los lobos marinos y focas (Zdzitowiecki 1991).

La mayoría de los taxa parasitarios se encuentra al estado adulto (Tabla 1). En estos sistemas hay una continua reinfección y un proceso de acumulación parcial de parásitos, ya que son expulsados por su deficiencia para establecerse, por rechazo del hospedador a su establecimiento, o por senescencia (Esch et al. 1977, Kennedy 1970, 1977). Por esto, las infrapoblaciones de parásitos adultos pueden estar en un virtual estado de equilibrio si hay un reclutamiento más o menos constante a través de la vida del hospedador. También éstas podrían mostrar una tendencia al incremento en la abundancia con la edad del hospedador definitivo en casos en que una mayor ingesta conduzca a una mayor tasa

TABLA 2

Matriz de correlación (coeficiente de Spearman) de la abundancia de seis géneros de helmintos que co-ocurren en el estómago del bacalao de profundidad (n = 49). (*) = P < 0,05, (**) = P < 0,001

Correlation matrix (Spearman's coefficient) of the abundance of six helminth genera co-occurring in the stomach of the Patagonian toothfish (n = 49). (*) = P < 0.05, (**) = P < 0.001

Especies	<i>Brachyphallus</i>	<i>Derogenes</i>	<i>Neolepidapedon</i>	<i>Hysterothylacium</i>	<i>Gonocerca</i>
<i>Lecithochirium</i>	0,31*	0,18	0,02	0,18	0,22
<i>Brachyphallus</i>		0,14	-0,10	0,40**	0,40**
<i>Derogenes</i>			0,09	0,14	0,05
<i>Neolepidapedon</i>				0,12	-0,20
<i>Hysterothylacium</i>					0,13

de colonización de los parásitos (Kennedy 1970, Oliva & Guerra 1987, Zdzitowiecki 1990a, 1991). Tal vez las variaciones en la prevalencia y abundancia se deban a cambios en el ambiente asociados a la disponibilidad de presas (Fig. 3).

El sexo y el tamaño corporal o la edad del hospedador también han sido considerados de importancia para explicar las variaciones de la abundancia de las poblaciones y de la composición de las comunidades de parásitos (George-Nascimento 1987, George-Nascimento & Iriarte 1989, Riffo & George-Nascimento 1992). Al respecto, el sexo no es relevante para explicar dichas variaciones en el bacalao de profundidad, lo que sugiere que la dieta de machos y hembras es similar. En forma análoga, el tamaño corporal parece ser una fuente poco importante de variación de la abundancia parasitaria. Sólo la abundancia de *B. crenatus* y el número total de individuos parásitos aumentan con la LT (Fig. 4c).

Que la composición, riqueza y dominancia infracomunitaria no cambien con la LT (Fig. 2, 4a-b respectivamente), probablemente se deba a que la composición de la dieta del bacalao es similar en el rango de tallas analizado. Por esto, el aumento del número total de parásitos por hospedador con la LT (Fig. 4c) se debería principalmente a un mayor consumo del mismo tipo de presas. Este resultado contrasta con lo encontrado en el chancharro *Helicolenus lengerichi*, en donde se cuestionaba que los hospedadores de distinta edad albergasen réplicas infracomunitarias debido a las variaciones en la composición de la dieta a través de la ontogenia del hospedador y que, por lo tanto, afectarían la composición de las infracomunidades parasitarias (George-Nascimento & Iriarte 1989). En consecuencia, dichas aseveraciones serían válidas sólo para casos como el del chancharro, en donde sí ocurren cambios ontogenéticos de la dieta.

En la mayoría de los sistemas hospedador intermediario-parásito larval en peces marinos, la magnitud del parasitismo y la LT están correlacionadas positivamente. En estos sistemas, el parásito se localiza generalmente en la cavidad corporal u órganos del hospedador, donde se acumulan. Por esto, la probabilidad de encontrar evidencias de infecciones pasadas sería mayor en los hospeda-

dores de más edad y talla, como consecuencia de su alta longevidad (Rubilar 1993, (1)). De este modo, en estos sistemas se puede esperar aumento de la abundancia con la talla del hospedador, sin que hayan cambios en el volumen de la ingesta, y en la tasa de colonización de los parásitos (Kennedy 1970, Esch et al. 1977). En el caso de lo encontrado en el bacalao de profundidad, el que no se diera dicha relación en el caso de *A. simplex* se puede deber a la alta sobredispersión de la distribución de parásitos en los hospedadores, en tanto que la disminución de la abundancia de *A. physeteris* con la LT podría deberse a una disminución en el consumo de presas infectadas con este tipo de larvas.

En los estudios infracomunitarios realizados en peces de la costa de Chile, las prevalencias, abundancias y frecuencias de co-ocurrencias de los parásitos son bastantes bajas. Por esto, la probabilidad de interactuar de las especies es también baja, indicándolas predominantemente como comunidades no interactivas (George-Nascimento & Iriarte 1989, Holmes 1990). En contraste, el bacalao de profundidad alberga infracomunidades parasitarias numerosas y ricas, lo que coincide con los registros previos de Noble (1973) y Campbell et al. (1980) en que en los peces demersales hay más individuos y especies de helmintos que en los peces pelágicos.

La mayoría de las poblaciones de parásitos aquí encontradas muestran alguna preferencia por algún sector determinado del tubo digestivo (Fig. 5). En consecuencia, la presencia abundante y recurrente de 5 especies de digeneos e *Hysterothylacium* sp. en el estómago hacen posible la existencia de interacciones horizontales entre ellas (Fig. 5). Las correlaciones positivas mostradas entre la abundancia de algunos de estos taxa (Tabla 2), sugieren una transmisión conjunta a través de la dieta del hospedador, o bien interacciones mutualistas, más que interacciones competitivas. La baja abundancia de los taxa que co-ocurren en los otros sectores dejan de

¹ RUBILAR PS (1993) Edad, crecimiento y mortalidad de *D. eleginoides* (Smitt, 1898), en la costa centro-sur de Chile (38° a 43° lat. sur) y su utilización en la evaluación del recurso. Tesis, Escuela de Biología Marina. Universidad Austral de Chile. 71 pp.

manifiesto la poca importancia de las interacciones directas entre ellos (Fig. 5).

La distribución geográfica de los parásitos podría no coincidir con la del hospedador, ya que ésta depende de variadas condiciones ambientales que podrían afectar al parásito y no al hospedador. Así, el parásito podría tener una amplia distribución geográfica y un amplio rango de hospedadores. Contrariamente, un parásito puede ser frecuente y abundante en un lugar geográfico y ser raro o estar ausente en otro, para el mismo hospedador. Según Esch & Fernández (1993), varios parásitos generalistas del bacalao de profundidad alcanzan una distribución amplia en la región circumpolar Antártica (*Hysterothylacium* sp., *Anisakis simplex*, *Elytrophalloides oatesi*, *Gonocerca phycidis* y *Neolepidapedon magnatesti*).

Las similitudes observadas entre zonas geográficas se asocian al menos a tres grupos de parásitos: a) taxa que sólo se encuentran en las islas Georgia del Sur y el océano Índico, b) taxa de amplia distribución geográfica, y c) taxa que se encuentran sólo en las islas Malvinas y en Chile. Por lo expuesto, la alta similitud de la fauna parasitaria no necesariamente sugiere una alta similitud trófica de los bacalao entre las distintas localidades geográficas (Tabla 3). Sin embargo, la amplia distribución geográfica alcanzada por los bacalao en las corrientes circumpolares antárticas, de donde se habría originado y diversificado a lugares subantárticos (Lyadov 1985, Eastman 1991), quizás haya ocurrido en forma conjunta a los invertebrados pertenecientes a la fauna demersal y pelágica res-

ponsables de la transmisión de los parásitos considerados en este estudio.

AGRADECIMIENTOS

El primer autor agradece a los pescadores artesanales de la embarcación "Moroni", por la colaboración prestada en terreno. Este trabajo es parte de la Tesis de Licenciatura en Ciencias Biológicas del primer autor, realizada en la Pontificia Universidad Católica de Chile, sede Talcahuano. Este estudio se financió parcialmente por el proyecto FONDECYT 92-0420 a cargo del segundo autor.

LITERATURA CITADA

- BUSH A & J HOLMES (1986) Intestinal helminths of lesser scaup ducks: an interactive community. *Canadian Journal of Zoology* 64: 142-152.
- CARVAJAL J (1974) Records of cestodes from Chilean sharks. *Journal of Parasitology* 60: 29-34.
- CAMPBELL R, R HAEDRICH & T MUNRO (1980) Parasitism and ecological relationships among deep-sea benthic fishes. *Marine Biology* 57: 301-313.
- CONOVER W (1980) *Practical nonparametric statistics*. 2nd. Edition. John Wiley & Sons Inc., New York. 493 pp.
- CONOVER W & R IMAN (1981) Rank transformations as a bridge between parametric and nonparametric statistics. *American Statistician* 35: 124-133.
- DOGIEL V (1958) Ecology of the parasites of freshwater fishes. En: Dogiel A, K Petrushevski & I Polyanski (eds) *Parasitology of fishes*: 1-48. Leningrad University Press, Leningrad.
- EASTMAN J (1991) Evolution and diversification of Antarctic notothenioid fishes. *American Zoologist* 31: 93-109.
- ESCH G, T HAZEN & J AHO (1977) Parasitism and r- and K- selection. En: Esch G (ed) *Regulation of parasite populations*: 9-62. Academic Press, New York, London.
- ESCH G, A SHOSTAK, D MARCOGLIESE & T GOATER (1990) Patterns and processes in helminth parasite communities: an overview. En: Esch G, A Bush & J Aho (eds) *Parasite communities: Patterns and processes*: 1-20. Chapman & Hall, London.
- ESCH G & J FERNANDEZ (1993) A functional biology of parasitism. Chapman and Hall, London. 337 pp.
- FLORES H & P ROJAS (1987) Contenido gástrico de *Dissostichus eleginoides* Smitt 1898, capturado frente a Valparaíso (Perciformes-Nototheniidae). *Investigaciones Marinas, Valparaíso* 15: 33-40.
- GAYEVSKAYA A, G RODYUK & A PARUKHIN (1990) Peculiarities and formation of the parasitofauna of the Patagonian toothfish *Dissostichus eleginoides*. *Biologiya Morya* 4: 23-28.
- GEORGE-NASCIMENTO M (1987) Ecological helminthology of wildlife animal hosts from South America: A literature review and a search for patterns in marine food webs. *Revista Chilena de Historia Natural* 60: 181-202.

TABLA 3

Similitud binaria de géneros de parásitos transmitidos por la dieta al bacalao de profundidad en cinco zonas geográficas, según el coeficiente de Jaccard

Similarity matrix (measured by Jaccard's index) of parasite genera trophically transmitted to the Patagonian toothfish in five geographical areas

Localidades	Islas Malvinas	Isla Georgia del Sur	Océano Índico	
			Ob Banks	Lena Banks
Georgia del Sur	0,39			
Ob Banks	0,33	0,62		
Lena Banks	0,38	0,69	0,64	
Chile	0,40	0,24	0,22	0,28

- GEORGE-NASCIMENTO M & J CARVAJAL (1980) Nuevos registros de nemátodos anisákidos en la fauna marina chilena. *Boletín Chileno de Parasitología* 35: 15-18.
- GEORGE-NASCIMENTO M & B HUET (1984) Una aproximación ecológica al estudio del parasitismo en el "congrío negro" *Genypterus maculatus* (Tschudi) (Pisces: Ophidiidae). *Biología Pesquera* (Chile) 13: 23-30.
- GEORGE-NASCIMENTO M & J IRIARTE (1989) Las infracomunidades de parásitos metazoos del chancharro *Helicolenus legerichi* Norman, 1937 (Pisces: Scorpaenidae): un ensamble no interactivo de especies. *Revista Chilena de Historia Natural* 62: 217-227.
- GIBSON D & R BRAY (1979) The Hemiuroidea: terminology, systematics and evolution. *Bulletin of the British Museum (Natural History)* 36: 35-146.
- GIBSON D & R BRAY (1986) The Hemiuroidea (Digenea) of fishes from the North-east Atlantic. *Bulletin of the British Museum (Natural History)* 51: 1-125.
- HILL MO (1979) DECORANA: a FORTRAN program for detrended correspondence analysis and reciprocal averaging. *Ecology and Systematics*, Cornell University, Ithaca, New York. 30 pp.
- HOLMES J (1986) The structure of helminth communities. En: Howell MJ (ed) *Parasitology-Quo Vadit?*: 203-208. *Proceedings 6th International Congress of Parasitology*. Australian Academy of Sciences, Brisbane.
- HOLMES J (1990) Helminth communities in marine fishes. En: G Esch, A Bush & J Aho (eds) *Parasites communities: patterns and processes*: 101-130. Chapman & Hall, London.
- HOUSTON K & R HAEDRICH (1986) Food habits and intestinal parasites of deep demersal fishes from the upper continental slope east of Newfoundland, northwest Atlantic Ocean. *Marine Biology* 92: 563-574.
- KENNEDY C (1970) The population biology of helminths of British freshwater fish. En: Taylor R & P Muller (eds) *Aspects of fish parasitology*: 145-159. *Symposia of the British Society for Parasitology*. Vol. 8. Blackwell Scientific Publications. Oxford & Edinburgh.
- KENNEDY C (1977) The regulation of fish parasite populations. En G Esch (ed) *Regulation of parasite populations*: 63-109. Academic Press, New York, London.
- LYADOV V (1985) Zoogeographical characteristics of the helminths of fishes from the Antarctic zone of the World Ocean. En: Williams J & Jr Hargis (eds) *Parasitology and pathology of marine organisms of the world Ocean*. Department of commerce, USA. 25: 41-43.
- MACKENZIE K & D GIBSON (1970) Ecological studies of some parasites of plaice *Pleuronectes platessa* L. and flounder *Platichthys flesus* (L). En: Taylor A & R Muller (eds) *Aspects of fish parasitology*: 1-42. *Symposia of the British Society for Parasitology*. Vol. 8. Blackwell Scientific Publications. Oxford & Edinburgh.
- MARGOLIS L, G ESCH, J HOLMES, A KURIS & G SCHAD (1982) The use of ecological terms in parasitology (report of an ad hoc committee of the American Society of Parasitologists). *Journal of Parasitology* 68: 131-133.
- MARTINEZ C (1975) Análisis biológico del bacalao de profundidad *Dissostichus amissus* (Gill y Townsend). *Informes pesqueros*, Instituto de Fomento Pesquero, Santiago. 59: 1-16.
- MATIUCCI S, G NASCETTI, L BULLINI, P ORECCHIA & L PAGGI (1986) Genetic structure of *Anisakis physeteris*, and its differentiation from the *Anisakis simplex* complex (Ascaridida: Anisakidae). *Parasitology* 93: 383-387.
- MAUCLINE J & J GORDON (1984) Incidence of parasitic worms in stomach of pelagic and demersal fish of the Rockall Trough, Northeastern Atlantic Ocean. *Journal of Fish Biology* 24: 281-285.
- MOORE J (1987) Some roles of parasitic helminths in trophic interactions. A view from North America. *Revista Chilena de Historia Natural* 60: 159-179.
- MORENO CA (1991) Hook selectivity in the longline fishery of *Dissostichus eleginoides* (Nototheniidae) off the Chilean coast. En: *Selected Scientific papers, 1991*. (Sc-CAMLR-555/8). CCAMLR, Hobart, Australia 107-119.
- MOVILLO JN & N BAHAMONDE (1971) Contenido gástrico de *Dissostichus amissus* Gill y Townsend, 1901 en San Antonio (Perciformes, Nototheniidae). *Noticiero Mensual, Museo de Historia Natural* (Chile) 175: 9-11.
- NOBLE E (1973) Parasites and fishes in a deep-sea environment. *Advances in Marine Biology* 11: 121-195.
- OLIVA O & GUERRA C (1987) Infección por *Lecithochirium* sp. (Trematoda: Hemiuridae) en *Gymnothorax porphyrea* (Pisces: Teleostei) del archipiélago de Juan Fernández. *Estudios Oceanológicos* (Chile) 6: 103-107.
- OYARZUN C & P CAMPOS (1987) *Dissostichus eleginoides* Smitt 1898: Consideraciones sobre su determinación taxonómica e implicancias biogeográficas (Pisces, Perciformes, Nototheniidae). *Revista de Biología Marina, Valparaíso* 23: 173-192.
- PAGGI L, G ORECCHIA, L BULLINI, G MASCETTI & S MATIUCCI (1983) Electrophoretic identification of *Anisakis larvae* from Mediterranean and North Atlantic. *Parasitologia* 25: 315-349.
- PAVEZ P, E YAÑEZ, N SALAS, W TARKY, P ROJAS & H FLORES (1983) Estudio del bacalao de profundidad (*Dissostichus amissus*) como recurso pesquero en la región de Valparaíso (33°S-71° 40' W). *Evaluación biológica, tecnológica y económica*. *Estudios y Documentos*, Universidad Católica Valparaíso, 1/83. 136 pp.
- PIELOU EC (1984) *The interpretation of ecological data: a primer on classification and ordination*. John Wiley & sons, New York. 263 pp.
- POLYANSKI I (1958) Ecology of parasites of marine fishes. En: Dogiel A, K Petrushevski & I Polyanski (eds) *Parasitology of fishes*: 48-83. Leningrad University Press.
- POTVIN C & D ROFF (1993) Distribution-free and robust statistical methods: viable alternatives to parametric statistics? *Ecology* 74: 1617-1628.
- PRICE P (1990) Host populations as resources defining parasite community organization. En: Esch G, A Bush & J Aho (eds) *Parasite communities: patterns and processes*: 21-40. Chapman & Hall, London.
- RIFFO R & M GEORGE-NASCIMENTO (1992) Variaciones de la abundancia de larvas de *Anisakis* sp. e *Hysterothylacium* sp. (Nematoda: Anisakidae) en la merluza de cola *Macruronus magellanicus* Lonnberg 1862: la importancia del sexo, tamaño corporal y dieta del hospedador. *Estudios Oceanológicos* (Chile) 11: 79-84.
- ROHDE K (1984) Ecology of marine parasites. *Helgolander Meeresunters* 37: 5-33.
- ROHDE K (1990) Marine parasites: an Australian perspective. *International Journal for Parasitology* 20: 565-575.

- SAGUA H & J CARVAJAL (1987) Variación intraespecífica en *Anisakis simplex* y su relación con el nivel trófico de su hospedador definitivo. *Parasitología* al Día 11: 91-96.
- SALAS R, H ROBOTHAM & G LIZAMA (1987) Investigación del bacalao en la VIII Región. Informe Técnico, Intendencia Región Bío-Bío IFOP, Talcahuano. 219 pp.
- SCHMIDT G (1986) Handbook of tapeworm identification. CRC Press Inc. Boca Raton, Florida. 675 pp.
- SIEGEL S & N CASTELLAN (1988) Nonparametric statistics for the behavioral sciences. McGraw-Hill, New York. 399 pp.
- SKRJABIN K (1964) Keys to the trematodes of animals and man. University of Illinois Press. 351 pp.
- SOKAL R & JF ROHLF (1981) Biometry. The principles and practice of Statistics in biological research. 2nd. Edition, Freeman & Co, San Francisco. 680 pp.
- SOSA W (1994) Patterns and processes in communities of helminth parasites. *Trends in Ecology and Evolution* 9: 52-57.
- WILLIAMS H, A McVICAR & R RALPH (1970) The alimentary canal of fish as an environment for helminth parasites. En: Taylor R & R Muller (eds) Aspects of fish parasitology: 43-78. Symposia of the British Society for Parasitology. Vol. 8. Blackwell Scientific Publications. Oxford & Edinburgh.
- WILLIAMS H, K MacKENZIE, A McCARTHY (1992) Parasites as biological indicators of the population biology, migrations, diet, and phylogenetics of fish. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 2: 144-176.
- WILLIAMS H & A JONES (1994) Parasitic worms of fish. Francis & Taylor, London. 593 pp.
- YAMAGUTI S (1959) Systema Helminthum: The cestodes of vertebrates. Vol. II. Interscience Pubs., New York. 860 pp.
- YAMAGUTI S (1961) Systema Helminthum: The Nematodes of vertebrates. Vol. III. Interscience Pubs., New York. 679 pp.
- YAMAGUTI S (1963) Systema Helminthum: The Acanthocephala. Vol. V. Interscience Pubs., New York. 423 pp.
- ZAR (1984) Biostatistical analysis. 2nd Edition. Prentice-Hall Inc, Englewood Cliffs, New York. 718 pp.
- ZDZITOWIECKI K (1989) A redescription of *Echinorhynchus petrotschenkoi* (Rodjuk, 1984) comb. n. (Acanthocephala). *Acta Parasitologica Polonica* 34: 173-180.
- ZDZITOWIECKI K (1990a) Occurrence of acanthocephalans in fishes of open sea off the South Shetlands and South Georgia (Antarctic). *Acta Parasitologica Polonica* 35: 131-141.
- ZDZITOWIECKI K (1990b) Little known and new Antarctic Digenea species of the genera *Neolepidapedon* and *Lepidapedon* (Lepocreadiidae). *Acta Parasitologica Polonica* 35: 19-30.
- ZDZITOWIECKI K (1991) Antarctic Acanthocephala. Synopses of the Antarctic benthos. Koeltz Scientific Books. Germany 3: 1-116.