

# ISOPODOS PARASITOS COMO INDICADORES POBLACIONALES DEL JUREL *TRACHURUS SYMMETRICUS MURPHYI* (NICHOLS, 1920) (PISCES: CARANGIDAE) FRENTE A LAS COSTAS DE CHILE

## PARASITIC ISOPODS AS POPULATION INDICATORS IN THE HORSE MACKEREL (NICHOLS, 1920) *TRACHURUS SYMMETRICUS MURPHYI* (PISCES: CARANGIDAE) OFF THE CHILEAN COAST

---

Marcela Aldana, José Oyarzún y Mario George-Nascimento

### RESUMEN

Se indagó si los isópodos *Ceratothoa* spp. Dana 1853, que habitan en la cavidad bucal y cámara branquial del jurel *Trachurus symmetricus murphyi* (Nichols, 1920), podrían servir como indicadores poblacionales de su hospedador. Para esto, entre enero y octubre de 1990 se obtuvo 801 ejemplares de *Ceratothoa* spp. de 900 jureles recolectados mensualmente en las zonas de pesca de Iquique y Talcahuano. Además, entre julio y octubre del mismo año se obtuvo 793 ejemplares de *Ceratothoa* spp. de 289 jureles recolectados en las zonas de pesca de Caldera y Coquimbo. Se encontraron dos especies, *Ceratothoa gaudichaudii* (Milne-Edwards, 1840) y *Ceratothoa trigonocephala* (Leach, 1818) en similares proporciones en todas las localidades. Para cada especie se comparó, entre zonas de pesca, la composición de tallas corporales, la proporción de hembras con crías en distintos estados de desarrollo, la relación entre la fecundidad y la talla, y la relación entre el tamaño corporal del hospedador y de los parásitos. *C. trigonocephala* presentó un tamaño corporal y fecundidad mayores que *C. gaudichaudii*. No hubo relación significativa entre el tamaño del hospedador y de los parásitos. Las comparaciones de las variables estimadas mostraron diferencias significativas en ambas especies, al menos para las localidades extremas. Se discute la medida en la cual estos resultados sugieren la existencia de diferenciación poblacional del jurel en las áreas norte y centro-sur de Chile.

*Palabras clave:* Isópodos, jurel, indicadores biológicos, Chile.

### ABSTRACT

It was assessed whether the parasitism by the isopods *Ceratothoa* spp. Dana 1853 could be useful indicators of populations of the horse mackerel *Trachurus symmetricus murphyi* (Nichols, 1920) off Chile. Eight hundred and one *Ceratothoa* spp. specimens were collected from the oral cavity and gill chamber of 900 *T. s. murphyi* individuals sampled monthly near Iquique (19°S-21°30'S; 70° 25'W-71°30'W) and Talcahuano (35°S-39°S; 72°15'W-74° 30' W) from January to October, 1990. Another 793 specimens of isopods were collected from 289 individuals *T. s. murphyi* sampled from July to October of the same year, from the vicinity of Caldera (27°04'S; 70° 50'W) and Coquimbo (29° 30'S; 71°22'W). We found two isopod species, *Ceratothoa gaudichaudii* (Milne-Edwards, 1840) and *Ceratothoa trigonocephala* (Leach, 1818) in similar proportions in all localities. We compared between fishing areas the body size composition, proportion of females with brood in different developmental stages, and the relationship between the fecundity and the body size for each isopod species. *C. trigonocephala* had a higher fecundity and larger body size than *C. gaudichaudii*. The comparisons showed significant differences in each isopod species for the most distant localities. The extent to which these differences indicate different populations of the *T. s. murphyi* inhabiting waters off north and south-central Chile is discussed.

*Keys words:* Isopods, horse mackerel, biological indicators, Chile.

Fecha de recepción: 6 - 3 - 95. Fecha de aceptación: 11 - 10 - 95.

## INTRODUCCION

La biología de parásitos y hospedadores está enlazada históricamente, por lo que es posible inferir aspectos evolutivos y ecológicos de ambos interactuantes (Williams *et al.*, 1992). En estudios en que se emplea a los parásitos como indicadores ecológicos de peces marinos, usualmente se indaga acerca de la estructura poblacional (discriminación de stocks), reclutamiento, migraciones, ecología trófica y conducta de sus hospedadores (Lester, 1990; Williams *et al.*, 1992; MacKenzie, 1993; Williams & Jones, 1994).

Aunque el jurel *Trachurus symmetricus murphyi* (Nichols, 1920) es el principal recurso pesquero de Chile, sólo un estudio ha tratado de identificar unidades de stock mediante la comparación de la morfometría y parasitofauna de ejemplares provenientes de zonas de pesca oceánicas y de las vecindades de Iquique y Talcahuano (George-Nascimento & Arancibia, 1992). Allí se mostró la existencia de stocks ecológicos en Iquique y Talcahuano que se originarían de la diferenciación geográfica por aislamiento acumulado a lo largo de la ontogenia. Estos resultados se contraponen con lo propuesto por Serra (1991), que sugirió que existiría sólo un stock frente a Chile, en base a la información de abundancia, distribución, estacionalidad, composición de tallas, así como a la existencia de una sola gran área de desove de *T. s. murphyi* desde Antofagasta al sur. Sin embargo, otros estudios morfológicos y genéticos en *T. s. murphyi* del Océano Pacífico Suroriental han señalado la existencia de poblaciones diferenciadas en el área norte y centro-sur de Chile (Storozhuk *et al.*, 1994).

En este estudio se evalúa si aspectos de la biología poblacional de los isópodos parásitos *Ceratothoa gaudichaudii* (Milne-Edwards, 1840) y *C. trigonocephala* (Leach, 1818) (Isopoda: Cymothoidae) pueden servir como indicadores de la biología poblacional de su hospedador, *T. s. murphyi* en Chile. Con este objeto se compara la distribución de frecuencias de la longitud total, la proporción de especies, la proporción de hembras con crías en distintos estados de desarrollo y la fecundidad de los isópodos *Ceratothoa* (= *Meinertia*) *gaudichaudii* y *C. trigonocephala* recolectados durante 1990 de ejemplares de *T. s. murphyi* provenientes de los desembarques realizados en Iquique, Caldera,

Coquimbo y Talcahuano. La idea subyacente es que si los isópodos recolectados desde especímenes de *T. s. murphyi* capturados casi simultáneamente en las zonas en estudio muestran características similares, entonces se podría interpretar que provienen de una misma población. En caso contrario, podrían representar algún grado de diferenciación poblacional de su hospedador.

Los isópodos de la familia Cymothoidae se encuentran principalmente en la cámara branquial y cavidad bucal de peces marinos (Richardson, 1905; Szidat, 1965; Trilles, 1972; Brusca, 1981). Son hermafroditas protándricos, y las larvas de vida libre se establecen como machos sobre los arcos branquiales de su hospedador, sufriendo posteriormente un cambio de sexo que está asociado con un movimiento hacia la cavidad bucal del hospedador y un incremento en el tamaño corporal (Trilles, 1968; Brusca, 1981; Garrey & Maxwell, 1982).

Se ha sostenido que la identidad específica del isópodo de *T. s. murphyi* a lo largo de la costa occidental de Sudamérica sería *Ceratothoa gaudichaudii* (ver Richardson, 1905; Szidat, 1965; Trilles, 1972; Brusca, 1977; Jaramillo, 1977; Brusca, 1981; Wrzesinski, 1982). Sin embargo, Avdeyev (1992) postuló la existencia de dos especies en el área, *C. gaudichaudii* y *C. trigonocephala*, y sostuvo además que la ocasional presencia de *C. trigonocephala* en el Océano Pacífico Suroriental indicaría la existencia de migraciones "trans-Pacíficas" de *T. s. murphyi*, ya que sería una especie endémica de las costas de Nueva Zelanda y Australia, donde es la especie dominante en *Trachurus*.

## MATERIALES Y METODOS

Se utilizó 801 individuos isópodos recolectados en el contexto de otro estudio similar (George-Nascimento & Arancibia, 1992), entre enero y octubre de 1990, desde 900 ejemplares de *T. s. murphyi* muestreados mensualmente en las zonas de pesca de Iquique y Talcahuano. Además, se utilizó 793 individuos isópodos recolectados de 289 jureles muestreados en las zonas de pesca de Caldera (27° 04'S; 70° 50'W) y Coquimbo (29° 30'S; 71° 22'W), entre julio y octubre del mismo año.

Los isópodos fueron guardados en frascos

individuales por pez examinado, fijados en formalina al 10% y rotulados con el mes, la localidad y el tamaño corporal del hospedador. Luego, fueron medidos en su longitud total (LT) en mm, con un vernier de 0,1 mm de precisión. El sexo de cada isópodo se determinó según Brusca (1981). Las hembras grávidas fueron categorizadas de acuerdo al estado de desarrollo de las crías en el marsupio como: 1) hembras con huevos, 2) hembras con crías en estado intermedio de desarrollo, definido como huevo-larva, y 3) hembras con larvas. Se determinó la fecundidad de cada hembra mediante conteo de la progenie en el marsupio, bajo microscopio estereoscópico.

Para distinguir las hembras de *C. gaudichaudii* y *C. trigonocephala* se utilizó el criterio descrito por Avdeyev (1992), que establece que: 1) *C. gaudichaudii* presenta la mayor amplitud torácica en el cuarto segmento, mientras *C. trigonocephala* la presenta en el quinto, 2) la diferencia en amplitud entre el segmento más ancho y el primer segmento es significativamente mayor en *C. trigonocephala*, y 3) en *C. gaudichaudii* el abdomen es más ancho que el último segmento torácico, mientras que en *C. trigonocephala* son iguales.

En el análisis de los datos se comparó entre zonas de pesca, la composición de tallas corporales, la proporción de especies, la proporción de hembras con crías en distintos estados de desarrollo, y la fecundidad de los isópodos. Cuando se comparó las cuatro zonas de pesca se consideró sólo los individuos parásitos recolectados durante un mismo lapso, es decir, entre julio y octubre. En cambio, los análisis en que se comparó sólo a las zonas de pesca extremas (Iquique y Talcahuano), comprenden a los individuos isópodos recolectados de ejemplares de *T. s. murphyi* muestreados entre enero y octubre.

Las distribuciones de frecuencias de la longitud total de todos los isópodos fueron comparadas entre pares de localidades geográficas mediante la prueba de Kolmogorov-Smirnov para dos muestras (Siegel & Castellan, 1988). En este análisis se los consideró como un solo taxon, ya que la determinación específica de los isópodos sólo puede ser hecha en hembras maduras (Avdeyev, 1992). En otro análisis se incluyó sólo a las hembras, y por ende se realizó para cada especie.

La proporción de especies de isópodos y la de hembras con crías en distintos estados de desarrollo fue comparada entre localidades mediante análisis de tablas de contingencia. La significancia se evaluó mediante el estadístico Chi-cuadrado o mediante la prueba "G" (Sokal & Rohlf, 1981).

La asociación entre la longitud total de los ejemplares de *T. s. murphyi* y la LT de los isópodos hembra fue evaluada a través del coeficiente de correlación de Spearman. La relación entre la fecundidad y la LT de los isópodos hembra fue estimada con los datos de ambas variables transformados al logaritmo decimal, con el objeto de mejorar la bondad del ajuste de las regresiones lineales. Con estos datos se realizaron dos análisis de la covarianza (Sokal & Rohlf, 1981). En uno el factor fue la especie de isópodo y consideró a las localidades en conjunto. Este análisis se realizó con el objeto de evaluar eventuales diferencias en la relación entre la fecundidad y la LT de las especies. En el otro, el factor fue la localidad de muestreo y consideró a cada especie de isópodo por separado, lo que se efectuó para analizar las variaciones geográficas de la fecundidad de los isópodos en función de la LT.

## RESULTADOS

De los 1.594 especímenes isópodos recolectados, 399 fueron hembras. El 54,1% de éstas fueron identificadas como *C. gaudichaudii* y el resto como *C. trigonocephala*. En todas las localidades se registró la presencia de ambas especies en proporciones similares ( $X^2=5,23$ ; g.l.=3;  $0,25 > P > 0,1$ . Fig. 1a). Al evaluar la proporción de especies sólo en Talcahuano e Iquique, tampoco se evidenció diferencias significativas ( $X^2=0,006$ ; g.l.=1;  $P=0,94$ . Fig. 1b).

En ambas especies de isópodo la fecundidad aumentó con la LT (Fig. 2). Sin embargo, la LT y la fecundidad de *C. trigonocephala* fueron mayores que en *C. gaudichaudii* (Tabla 1). El análisis de la covarianza reveló que las pendientes de las regresiones entre la fecundidad y la LT fueron similares para ambas especies ( $F_{(1, 302)}=0,27$ ;  $P=0,60$ , Fig. 2), aunque a una misma LT la fecundidad de *C. trigonocephala* fue mayor que la de *C. gaudichaudii* ( $F_{(1, 303)}=80,94$ ;  $P=0,0001$ , Fig. 2).

Tabla 1. Estadísticos descriptivos simples (mínimo= Mín, máximo= Máx, promedio aritmético=  $\bar{X}$ , desviación estándar= d.e.) y resultados de análisis de la varianza de una vía de la fecundidad (N° de crías por hembra) y de la LT (cm) según especie de isópodo (*Ceratothoa gaudichaudii* y *C. trigonocephala*), para individuos *T. s. murphyi* recolectados del conjunto de zonas de pesca (n= tamaño muestral, estadístico F y probabilidad P).

Simple descriptive statistics (minimum= Min, maximum= Max, arithmetic mean=  $\bar{X}$ , standard deviation= d.e.) and results of one-way ANOVAs of the fecundity (number of broods per female) and of LT (cm) according to isopod species (*Ceratothoa gaudichaudii* y *C. trigonocephala*), for *T. s. murphyi* individuals collected in all the fishing areas (n= sample size, F statistic and probability P).

FECUNDIDAD							
Especie	n	Mín	Máx	$\bar{X}$	d.e.	F	P
<i>C. gaudichaudii</i>	156	113	1.213	450,0	200,4	99,67	0,0001
<i>C. trigonocephala</i>	150	174	1.537	723,2	287,6		

LONGITUD TOTAL (LT)							
Especie	n	Mín	Máx	$\bar{X}$	d.e.	F	P
<i>C. gaudichaudii</i>	156	2,7	5,8	4,4	0,4	14,68	0,0002
<i>C. trigonocephala</i>	150	3,2	5,8	4,6	0,5		

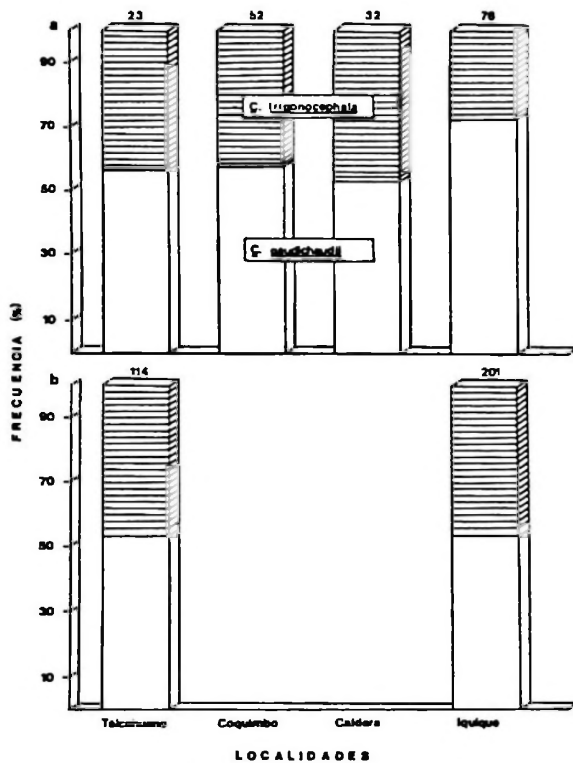


Figura 1. Proporción de *C. gaudichaudii* y *C. trigonocephala* extraídos de ejemplares de *T. s. murphyi* recolectados en: a) Talcahuano, Coquimbo, Caldera e Iquique durante el invierno de 1990 (julio a octubre); b) Talcahuano e Iquique durante los meses de enero a octubre de 1990. Los números sobre las barras indican el total de isópodos identificados como *C. gaudichaudii* y *C. trigonocephala* en cada localidad.

Proportion of *C. gaudichaudii* and *C. trigonocephala* obtained from *T. s. murphyi* specimens collected in: a) Talcahuano, Coquimbo, Caldera and Iquique during the winter, 1990 (July to October), b) Talcahuano and Iquique, between January and October, 1990. Numbers upon bars indicate the total isopods examined in each locality.

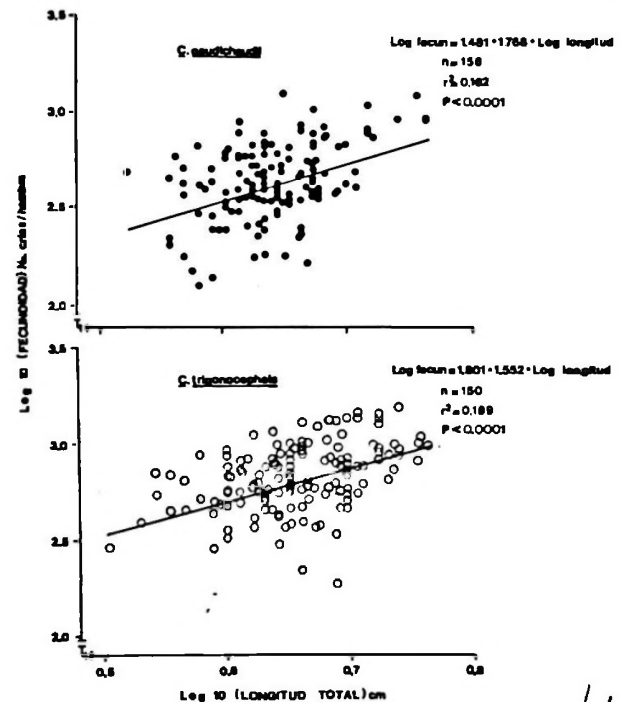


Figura 2. Relación entre la fecundidad ( $\log_{10}$  del número de crías) y la LT ( $\log_{10}$  de la longitud total, en cm) para *C. gaudichaudii* y *C. trigonocephala*.

Relationship between fecundity ( $\log_{10}$  number of broods) and LT ( $\log_{10}$  total body length, in cm) for *C. gaudichaudii* and *C. trigonocephala*.

Las distribuciones de frecuencia de la LT de los isópodos recolectados entre julio y octubre de 1990 revelaron tres grupos modales en cada una de las localidades. Estos grupos son los juveniles (LT < 2,0 cm), los pre-adultos o machos (LT entre 2,0 y 3,5 cm), y los adultos o hembras (LT > 3,5 cm, Fig. 3a, b). Tanto en Coquimbo como en Caldera aproximadamente el 70% de los isópodos eran juveniles, en

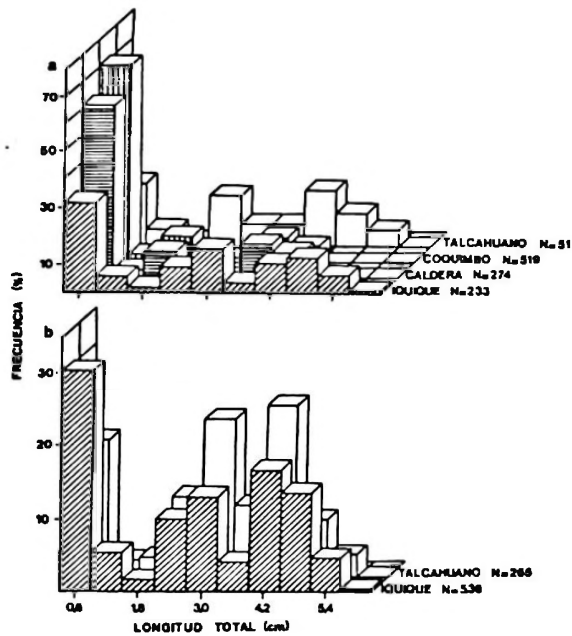


Figura 3. Distribución de frecuencias de la longitud total de isópodos *Ceratothoa* spp. extraídos de ejemplares de *T. s. murphyi* recolectados en: a) Talcahuano, Coquimbo, Caldera e Iquique durante el invierno de 1990 (julio a octubre); b) Talcahuano e Iquique durante los meses de enero a octubre de 1990.

Frequency distributions of total body length in *Ceratothoa* spp. isopods obtained from *T. s. murphyi* specimens collected in a) Talcahuano, Coquimbo, Caldera and Iquique during the winter, 1990 (july to october), b) Talcahuano and Iquique between january and october, 1990.

Tabla 2. Resultados de las pruebas de Kolmogorov-Smirnov realizadas para evaluar la composición de la LT de los isópodos en Talcahuano, Coquimbo, Caldera e Iquique entre julio y octubre de 1990 (estadístico  $\chi^2$  y probabilidad P, con 2 grados de libertad).

Results of Kolmogorov-Smirnov tests carried out to assess the LT composition of isopods in Talcahuano, Coquimbo, Caldera and Iquique in samples taken between july and october 1990 ( $\chi^2$  statistic and probability P, with 2 degrees of freedom).

		Coquimbo	Caldera	Iquique
Talcahuano	$\chi^2$	35,64	47,78	1,85
	P	<0,0001	<0,0001	0,40
Coquimbo	$\chi^2$	.	6,03	71,34
	P		0,05	<0,0001
Caldera	$\chi^2$			89,71
	P			<0,0001

cambio en Talcahuano e Iquique las proporciones de cada uno de los tres grupos modales fueron similares (Tabla 2, Fig. 3a). La LT de los isópodos en Talcahuano e Iquique, entre enero y octubre, y con un mayor número de individuos por localidad, evidenció una mayor proporción de juveniles en Iquique (Prueba Kolmogorov-Smirnov,  $\chi^2= 16,10$ ; g.l.= 2;  $P < 0,0004$ , Fig. 3b). En ambas localidades extremas la proporción de juveniles disminuyó gradualmente desde el otoño al verano (Tabla 3, Fig. 4).

Tabla 3. Resultados de las pruebas de Kolmogorov-Smirnov efectuadas para evaluar la composición de la LT de isópodos entre estaciones del año, para las localidades de Talcahuano e Iquique (estadístico  $\chi^2$  y probabilidad P, con 2 grados de libertad).

Results of Kolmogorov-Smirnov tests carried out to assess the TL composition of isopods between seasons, for Talcahuano and Iquique ( $\chi^2$  statistic and probability P, with 2 degrees of freedom).

		TALCAHUANO		IQUIQUE	
		Otoño	Invierno	Otoño	Invierno
Verano	$\chi^2$	29,06	14,90	66,70	31,60
	P	<0,0001	0,0006	<0,0001	<0,0001
Otoño	$\chi^2$		2,40		11,02
	P		0,30		0,004

Aunque los ejemplares de *T. s. murphyi* provenientes de Iquique fueron de menor longitud total que los de Talcahuano (ver George-Nascimento & Arancibia, 1992), la LT promedio de las hembras de ambas especies de isópodos fue mayor en Iquique que en Talcahuano (Prueba Kolmogorov-Smirnov: *C. gaudichaudii*:  $\chi^2= 12,07$ ; g.l.= 2;  $P= 0,002$ . *C. trigonocephala*:  $\chi^2= 7,64$ ; g.l.= 2;  $P= 0,02$ . Fig. 3b). La LT de los isópodos hembra no estuvo correlacionada significativamente con el tamaño corporal de los individuos de *T. s. murphyi*, para ninguna especie de isópodo (Coeficiente de correlación de Spearman: *C. gaudichaudii*:  $r_s= -0,11$ ;  $P= 0,18$ ;  $n= 149$ ; *C. trigonocephala*:  $r_s= -0,02$ ;  $P= 0,81$ ;  $n= 136$ ).

El 72,2% de las 216 hembras de *C. gaudichaudii* y el 82,0% de las 183 *C. trigonocephala* albergaban crías en el marsupio. La proporción de hembras con huevos fue mayor en ambas

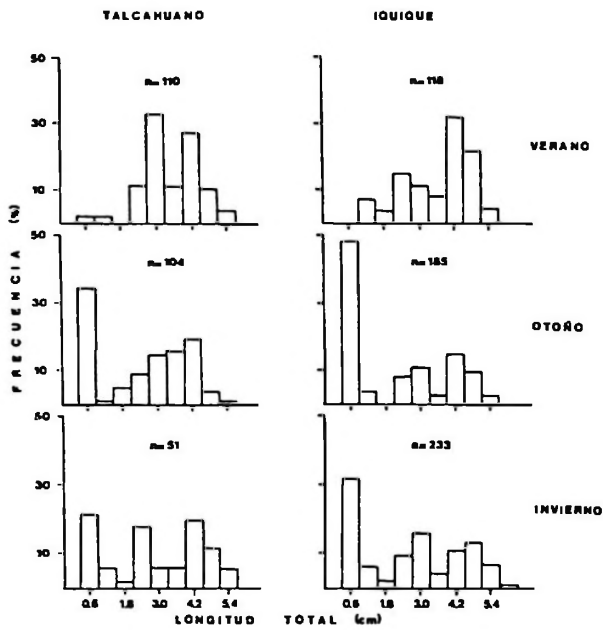


Figura 4: Distribución de frecuencias de la longitud total de isópodos *Ceratothoa* spp. extraídos de ejemplares de *T. s. murphyi* recolectados durante verano (enero a marzo), otoño (abril a junio) e invierno (julio a octubre) de 1990, en Talcahuano e Iquique.

Frequency distributions of total body length of *Ceratothoa* spp. isopods from *T. s. murphyi* specimens collected in a) Talcahuano, Coquimbo, Caldera and Iquique during the winter, 1990 (july to october), b) Talcahuano and Iquique between january and october, 1990.

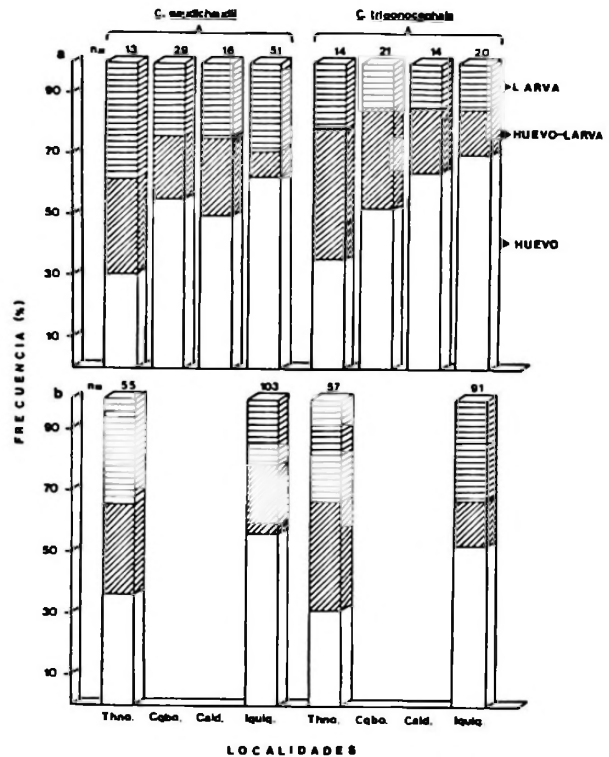


Figura 5: Proporción de las hembras grávidas de *C. gaudichaudii* y *C. trigonocephala* que portaban crías en distintos estados de desarrollo, extraídas de ejemplares de *T. s. murphyi* recolectados en: a) Talcahuano, Coquimbo, Caldera e Iquique durante el invierno de 1990 (julio a octubre); b) Talcahuano e Iquique, entre enero y octubre de 1990.

Proportion of gravid *C. gaudichaudii* and *C. trigonocephala* females carrying brood with different developmental stages, as seen in *T. s. murphyi* specimens collected in a) Talcahuano, Coquimbo, Caldera and Iquique during the winter, 1990 (july to october); b) Talcahuano and Iquique between january and october, 1990.

Tabla 4. Resultados de las Pruebas G (estadístico G y probabilidad P, con 2 grados de libertad), ejecutadas para evaluar la significancia estadística de las diferencias en la proporción de hembras con crías en estado de huevo, huevo-larva y larva, entre pares de localidades, durante el invierno de 1990.

Results of the G tests (G statistic and probability P, with 2 degrees of freedom), carried out to assess the statistical significance of the differences in the proportion of females with brood at the stage of egg, egg-larva and larva between pairs of localities, during the winter, 1990.

		<i>C. gaudichaudii</i>			<i>C. trigonocephala</i>		
		Coquimbo	Caldera	Iquique	Coquimbo	Caldera	Iquique
Talcahuano	G	2,20	1,16	6,02	0,97	2,38	10,98
	P	0,50>P>0,25	0,75>P>0,50	<0,05	0,75>P>0,50	0,50>P>0,25	<0,005
Coquimbo	G		0,14	2,69		0,64	1,98
	P		0,95>P>0,90	0,50>P>0,25		0,75>P>0,50	0,50>P>0,25
Caldera	G			2,98			0,23
	P			0,25>P>0,10			0,95>P>0,90

Tabla 5. Estadísticos descriptivos simples (mínimo= Mín, máximo= Máx, promedio aritmético=  $\bar{X}$  y desviación estándar= d.e.) y resultados de análisis de la varianza de una vía de la fecundidad (N° de crías por hembra) y de la LT (cm) de los isópodos *Ceratothoa gaudichaudii* y *C. trigonocephala* según la localidad de muestreo (Talcahuano, Coquimbo, Caldera e Iquique), para jureles *T. s. murphyi* recolectados durante invierno (n= tamaño muestral, estadístico F y probabilidad P).

Simple descriptive statistics (minimum= Min, maximum= Max, arithmetic mean=  $\bar{X}$  and standard deviation= d. e.) and results of one-way ANOVAS of the fecundity (number of brood per female) and TL of the isopods *Ceratothoa gaudichaudii* y *C. trigonocephala*, according to sampling locality (Talcahuano, Coquimbo, Caldera e Iquique), for *T. s. murphyi* horse mackerels collected during winter, 1990 (n= sample size, F statistic and probability P).

FECUNDIDAD						LONGITUD TOTAL							
<i>C. gaudichaudii</i>													
LOCALIDAD	n	Mín.	Máx.	$\bar{X}$	d.e.	F	P	Mín.	Máx.	$\bar{X}$	d.e.	F	P
Talcahuano	10	200	748	445,9	152,0	2,97	0,04	3,6	4,7	4,1	0,4	3,96	0,01
Coquimbo	22	156	743	483,1	157,6			3,3	5,3	4,4	0,5		
Caldera	10	300	571	396,4	87,4			3,7	4,8	4,4	0,4		
Iquique	40	252	1213	574,8	225,3			3,7	5,8	4,6	0,5		
<i>C. trigonocephala</i>													
Talcahuano	10	448	1296	744,7	286,2	2,81	0,04	4,0	5,7	4,7	0,5	3,73	0,02
Coquimbo	21	448	1488	797,6	229,4			3,5	5,7	4,6	0,6		
Caldera	12	613	1320	859,2	271,6			3,7	5,2	4,5	0,4		
Iquique	19	360	1454	1.020,4	312,9			4,1	5,8	5,0	0,4		

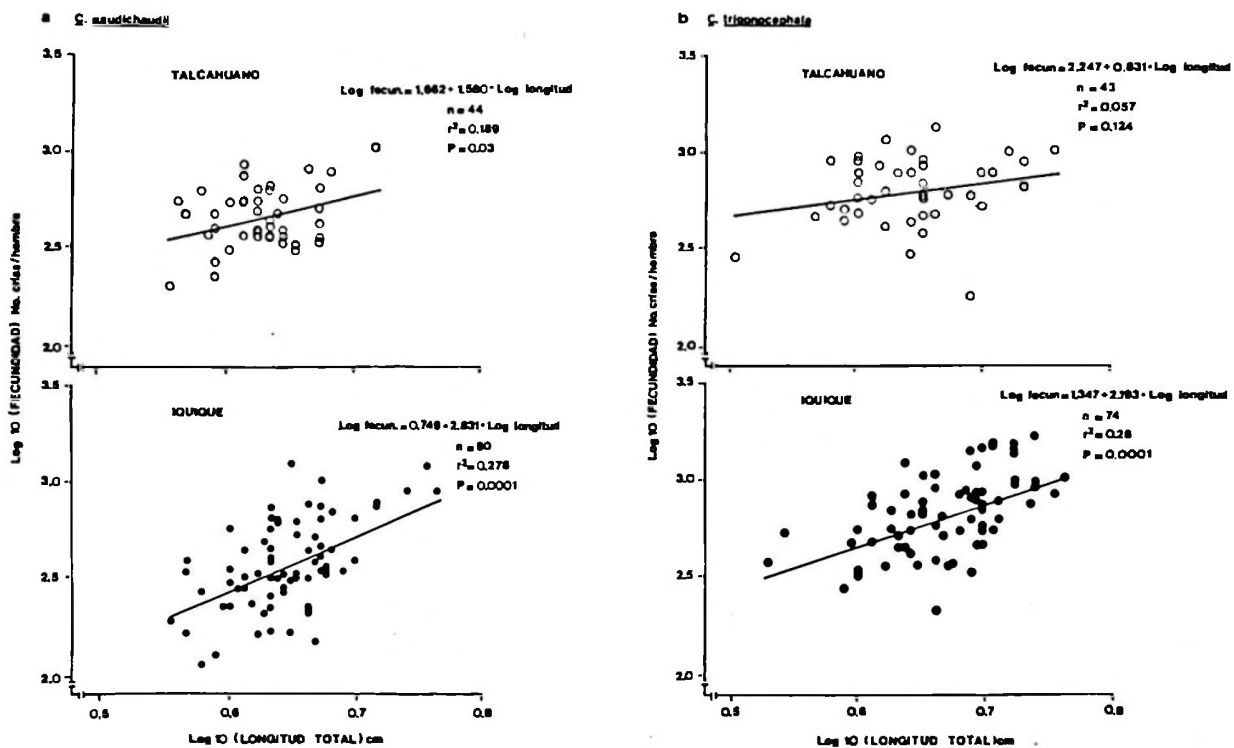


Figura 6: Relación entre la fecundidad y la LT de hembras de: a) *C. gaudichaudii*; b) *C. trigonocephala*, extraídas de ejemplares de *T. s. murphyi* recolectados desde Talcahuano e Iquique, entre enero y octubre de 1990.

Relationship between the fecundity and LT of: a) *C. gaudichaudii*; and b) *C. trigonocephala* females, obtained from *T. s. murphyi* specimens collected from Talcahuano and Iquique fishing areas, between January and October 1990.



especies en Iquique que en Talcahuano, tanto en invierno (Tabla 4, Fig. 5a), como a lo largo de todo el período de estudio (*C. gaudichaudii*:  $X^2=5,96$ ; g.l.=2;  $P=0,05$ . *C. trigonocephala*:  $X^2=10,32$ ; g.l.=2;  $P<0,006$ , Fig. 5b).

Al comparar la fecundidad entre las cuatro localidades (aunque sólo con datos de invierno), se observó un promedio mayor en Iquique para ambas especies de isópodo (Tabla 5). Dicha mayor fecundidad estuvo explicada sólo por la mayor LT alcanzada en Iquique, ya que no hubo diferencias ni entre las pendientes (*C. gaudichaudii*:  $F_{(3, 74)}=0,26$ ;  $P=0,85$ . *C. trigonocephala*:  $F_{(3, 54)}=0,29$ ;  $P=0,83$ ), ni entre los interceptos (*C. gaudichaudii*:  $F_{(3, 77)}=1,74$ ;  $P=0,16$ . *C. trigonocephala*:  $F_{(3, 57)}=1,71$ ;  $P=0,18$ ).

En cambio, la comparación entre Iquique y Talcahuano, con más datos, mostró diferencias no significativas entre las pendientes de las regresiones entre la fecundidad y la LT de *C. gaudichaudii* ( $F_{(1, 120)}=2,64$ ;  $P=0,11$ , Fig. 6a). Sin embargo, a una misma LT las hembras presentaron mayor fecundidad en Talcahuano ( $F_{(1, 121)}=12,32$ ;  $P=0,0006$ , Fig. 6a). En *C. trigonocephala*, hubo diferencias significativas en las pendientes de dichas regresiones ( $F_{(1, 113)}=4,18$ ;  $P=0,04$ , Fig. 6b) ya que la fecundidad aumentó significativamente con la LT en Iquique ( $F_{(1, 72)}=28,06$ ;  $P=0,0001$ , Fig. 6b), mientras que en Talcahuano la pendiente no fue distinta de cero ( $F_{(1, 41)}=2,47$ ;  $P=0,124$ , Fig. 6b).

## DISCUSION

La mayoría de los estudios que usan a los parásitos como indicadores de stocks de peces marinos se basan en la evaluación de la significancia estadística de las eventuales diferencias en los descriptores cuantitativos de la parasitofauna, tales como la prevalencia y la abundancia parasitaria (Lester, 1990; Williams *et al.*, 1992; MacKenzie, 1993; Williams & Jones, 1994). Otros tantos se basan en diferencias cualitativas de la fauna parasitaria entre zonas de pesca (MacKenzie, 1983). En contraste, en este estudio se utilizó variables propias de un determinado taxon parasitario, tales como la LT, la proporción de hembras con crías en distintos estados de desarrollo y la fecundidad, como posibles indicadores poblacionales de *T. s. murphyi*. En general, son escasos los estudios

que han utilizado a los isópodos como marcas naturales de sus hospedadores (MacKenzie, 1983).

Del conjunto de taxa parasitarios registrados en los especímenes de *T. s. murphyi* por George-Nascimento & Arancibia (1992), *Ceratothoa* (= *Meinertia*) spp. fue el de mayor prevalencia y abundancia. Aun cuando dichos autores señalaron que la ubicación del isópodo en la cavidad bucal de *T. s. murphyi* favorecería su desprendimiento durante el proceso de captura, aquí se considera que las muestras son comparables ya que en todas las localidades existiría el mismo sesgo.

Los resultados señalan diferencias entre los isópodos de individuos de *T. s. murphyi* provenientes de distintas zonas de pesca frente a Chile en aspectos tales como la distribución de frecuencias de la LT (Fig. 3a, b), en la proporción de hembras con crías en distintos estados de desarrollo (Fig. 5a, b) y en la relación fecundidad-LT (Fig. 6a, b). Cabe destacar que tanto las diferencias en prevalencia o abundancia por *Ceratothoa* spp. entre zonas de pesca (George-Nascimento & Arancibia, 1992), así como las variaciones en la LT de los isópodos, son independientes del tamaño corporal de los ejemplares de *T. s. murphyi*.

Sin embargo, el que las diferencias antes indicadas señalen la existencia de distintos stocks de *T. s. murphyi* depende de aspectos de la biología poblacional del o los hospedadores y del parásito, tales como su longevidad y grado de movilidad espacial. Al respecto, de *T. s. murphyi* se sabe que efectúa migraciones estacionales longitudinales que ocurren fuera de la Zona Económica Exclusiva de Chile, y que están estrechamente relacionadas con las variaciones espacio-temporales de las condiciones ambientales (temperatura, vientos y surgencias) (Kashirin *et al.*, 1994). Los desplazamientos latitudinales de *T. s. murphyi* no serían importantes en el área cercana a la costa chilena (Torres, 1986), por lo cual la mezcla de los jureles pertenecientes a las áreas norte y sur de Chile sería de baja magnitud.

Los antecedentes biológicos del parásito indican que las especies de *Ceratothoa* se distribuyen principalmente en aguas costeras (Brusca, 1981; Garrey & Maxwell, 1982), lo que respalda los resultados comunicados por George-Nascimento & Arancibia (1992). Por otra parte, Garrey



& Maxwell (1982) concluyeron que la relación lineal entre la longitud del isópodo *C. imbricatus* y la longitud de su hospedador *T. declivis* sugería que la infección ocurría a una edad temprana, mientras los peces se encuentran en aguas costeras y, además, que duraría hasta por nueve años. Sin embargo, la correlación positiva entre el tamaño del isópodo y el tamaño del hospedador sería común sólo en las especies de isópodos cymotoídeos en que los machos pierden su capacidad natatoria a temprana edad (Trilles, 1964).

Aunque se desconoce si los machos de *C. gaudichaudii* y *C. trigonocephala* retienen su capacidad natatoria, en ninguna de ambas especies estudiadas acá se encontró una correlación significativa entre la LT de las hembras con el tamaño de sus hospedadores. Así, su longevidad permanece como una incógnita, pero las variaciones estacionales en las distribuciones de frecuencias de la LT, que indican un período de reclutamiento durante el otoño (Fig. 4), y las abruptas variaciones interanuales de su abundancia (datos no publicados), sugieren que dicha longevidad no es tan larga como la propuesta para *C. imbricatus* (Garrey & Maxwell, 1982). Por consiguiente, la relativa corta longevidad (1-2 años?) y distribución eminentemente costera de *Ceratothoa* spp., conducen a pensar que las diferencias encontradas en los isópodos se pueden interpretar como indicativas de diferenciaciones poblacionales de sus hospedadores ocurridas en el o los dos últimos años de vida. La temperatura del agua podría incidir en las diferencias poblacionales de los isópodos entre zonas de pesca, lo que explicaría la mayor fecundidad de *C. gaudichaudii* en Talcahuano que en Iquique, ya que ha sido catalogada como una especie eminentemente criofílica (Avdeyev, 1992).

Las diferencias entre *C. trigonocephala* y *C. gaudichaudii* en la relación entre la fecundidad y la LT (Fig. 2) confirman la existencia de ambas especies frente a la costa chilena. De hecho, la identidad específica del isópodo explica un 19% de la varianza de la fecundidad en ejemplares cuya LT fluctuaba entre 4,0 y 4,5 cm ( $F_{(1,114)} = 26,78; P = 0,0001$ ). Según la hipótesis de Avdeyev (1992), habría una menor proporción de *C. trigonocephala* que de *C. gaudichaudii* a lo

largo del Océano Pacífico Suroriental, ya que su presencia en la costa de Chile estaría explicada por migraciones transoceánicas de *T. s. murphyi* desde las costas de Nueva Zelandia y Australia, de donde *C. trigonocephala* sería endémico. Sin embargo, los hallazgos de este estudio muestran que las proporciones de ambas especies de isópodos son similares en las cuatro localidades (Fig. 1a, b), abarcando un amplio rango latitudinal. Por consiguiente, si *C. trigonocephala* es efectivamente endémico de las costas de Nueva Zelandia y Australia, se requeriría de una alta migración transoceánica a través de la Corriente Subantártica, aproximadamente en los 40°S, para explicar la similar proporción de individuos de *T. s. murphyi* infectados con *C. trigonocephala* y *C. gaudichaudii*. Otra interpretación plausible es que *C. trigonocephala* no sea endémica del Océano Pacífico Occidental. Por cierto, estos son aspectos que no pueden ser resueltos en este estudio, pero dejan abierta la pregunta de la cuantía de los movimientos de los individuos de *T. s. murphyi* a lo ancho del Océano Pacífico.

En conclusión, al utilizar los aspectos de la biología poblacional del isópodo *Ceratothoa* spp. como indicadores de la biología poblacional de *T. s. murphyi* se infiere la existencia de dos grupos poblacionales de este hospedador: uno en el área norte y otro en el área centro-sur de Chile. Por consiguiente, los resultados de este estudio se consideran evidencia adicional a los comunicados por George-Nascimento & Arancibia (1992), acerca de la existencia de grupos poblacionales distintos de *T. s. murphyi* en las zonas norte y centro-sur de Chile.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a dos revisores anónimos, por sus sugerencias, y al Dr. Hugo Arancibia por la revisión crítica del manuscrito. Este trabajo es parte de la tesis de Licenciatura en Biología de la primera autora, ejecutada en la Facultad de Ciencias de la Universidad Católica de la Santísima Concepción, y del segundo autor, en Licenciatura en Biología Marina, de la Universidad Católica del Norte, Coquimbo.

## LITERATURA CITADA

- AVDEYEV, V.V. 1992. On the possible use of parasitic isopods as bioindicators of the migratory routes of horse mackerels in the Pacific Ocean. *Journal of Ichthyology*, 32: 14-21.
- BRUSCA, R.C. 1977. Range extentions and new host records of cymothoid isopods (Isopoda: Cymothoidae) in the eastern Pacific. *Oceanographic Bulletin of the Society of California Academy of Science*, 76: 128-131.
- BRUSCA, R.C. 1981. A monograph on the Isopoda Cymothoidae (Crustacea) of the eastern Pacific. *Zoological Journal of the Linnean Society*, 73: 73-199.
- GARREY, J. & H. MAXWELL. 1982. Infestation of the jack mackerel, *Trachurus declivis* (Jenyns), with the cymothoid isopod, *Ceratothoa imbricatus* (Fabricus), in south eastern Australian waters. *Journal of Fish Biology*, 20: 341-349.
- GEORGE-NASCIMENTO, M. & H. ARANCIBIA. 1992. Stocks ecológicos del jurel (*Trachurus symmetricus murphyi* Nichols) en tres zonas de pesca frente a Chile, detectados mediante comparación de su fauna parasitaria y morfometría. *Revista Chilena de Historia Natural*, 65: 453-470.
- JARAMILLO, E. 1977. Nuevos huéspedes y distribución geográfica de *Meinertia gaudichaudii* (Milne Edwards, 1840) (Isopoda, Cymothoidae). *Medio Ambiente*, 3: 132-134.
- KASHIRIN, K.V., V.V. NEKRASOV, A.A. NESTEROV, N.A. NAZAROV & D.D. TORMOZOV. 1994. Migraciones. En: *Biología y Pesca Comercial del Jurel en el Pacífico Sur*. 175-177. D. Arcos y A. S. Grechina (eds.). Editora Anibal Pinto S.A., Concepción, Chile.
- LESTER, R.J. 1990. Reappraisal of the use of parasites for fish stock identification. *Australian Journal of Marine and Freshwater Research*, 41: 855-64.
- MACKENZIE, K. 1983. Parasites as biological tags in fish population studies. *Advances in Applied Biology*, 7: 251-331.
- MACKENZIE, K. 1993. Parasites as biological indicators. *Bulletin of Scandinavian Society for Parasitology*, 1: 1-10.
- RICHARDSON, H. 1905. A monograph on the Isopods of North America. *Bulletin of United States Natural Museum* 54: 1-777
- SERRA, R. 1991. Important life history aspects of the Chilean jack mackerel, *Trachurus symmetricus murphyi*. *Investigación Pesquera* (Chile), 36: 67-83.
- SIEGEL, S. & N.J. CASTELLÁN, 1988. Nonparametric statistics for the behavioral sciences. Second edition, McGraw-Hill Book Company. 399 pp.
- SOKAL, R.R. & F.J. ROHLF. 1981. *Biometry*. Second edition. W. H. Freeman and Company. New York. 859 pp.
- STOROZHUK, A.Y., K.A. TRUVELLER, A.L. BATURIN, I.L. GULEVA & G.N. NEFEDOV. 1994. Estructura poblacional del jurel peruano. En: *Biología y Pesca comercial del jurel en el Pacífico Sur*. 131-139. D. Arcos & A. S. Grechina (eds.). Editora Anibal Pinto S.A., Concepción, Chile.
- SZIDAT, L. 1965. Sobre la evolución del dimorfismo sexual secundario en Isópodos parásitos de la familia Cymothoidae (Crust. Isop.). *Annais do Segundo Congresso Latino Americano de Zoología* (1962), 2: 83-87.
- TORRES, A. 1986. Migraciones de *Trachurus murphyi* en el norte de Chile. *Investigación Pesquera* (Chile), 33: 99-103.
- TRILLES, J.P. 1968. Recherches sur les Isopodes Cymothoidae des Côtes Francaises. Vol. I Bionomie et Parasitisme 308 pp. Vol II. Biologie Générale et Sexualité. 793 pp; 2 These Systématique et Faunistique. 181 pp.
- TRILLES, J.P. 1972. Les Cymothoidae (Isopoda, Flabellifera) du Muséum national d'Histoire naturelle de Paris. Étude critique accompagnée de précisions en particulier sur la répartition géographique et l'écologie des différentes espèces représentées. I. Les Ceratothoinae Schioedte et Meinert, 1883. *Bulletin du Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris, 3<sup>e</sup> ser.*, 91 (70): 1231-1268.
- WILLIAMS, H.H., K. MACKENZIE & A.M. MCCARTHY. 1992. Parasites as biological indicators of the population biology, migrations, diet, and phylogenetics of fish. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 2: 144-172.
- WILLIAMS, H. & A. JONES. 1994. *Parasitic worms of fish*. Francis & Taylor, London. 593 pp.
- WRZESINSKI, O. 1982. Wplyw pasozytu *Meinertia gaudichaudii* (Edwards, 1940) (Isopoda, Cymothoidae) na kondycje makreli *Scomber japonicus peruans* (Jordan, Hubbs). *Przelglad Zoolgiezny*, 26: 233-242.