



ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN

Sistemas de cultivo como refugio ecológico contra el parasitismo por *Edotia doellojuradoi* (Isopoda: Idoteidae) sobre *Mytilus edulis* (Mollusca: Mytilidae) en Aysén, Chile

Farming systems as an ecological refuge against the parasitism by *Edotia doellojuradoi* (Isopoda: Idoteidae) on *Mytilus edulis* (Mollusca: Mytilidae) in Aysén, Chile

VALENTINA VALENCIA & MARIO GEORGE-NASCIMENTO*

Departamento de Ecología, Facultad de Ciencias, Universidad Católica de la Santísima Concepción, casilla 297, Chile

*Autor correspondiente: mgeorgen@ucsc.cl

RESUMEN

En este estudio se compara la prevalencia y la abundancia del isópodo *Edotia doellojuradoi* entre ejemplares del mitilido *Mytilus edulis* provenientes de bancos naturales bentónicos y de sistemas de cultivos de cuelgas suspendidas en la columna de agua, en la localidad de Puerto Raúl Marín Balmaceda (43° 46' S, 72° 57' O), Aysén, Chile, considerando el tamaño corporal del hospedador como covariable. Además, se evaluó el daño que ocasiona *E. doellojuradoi* mediante inspección visual de las branquias, según el protocolo de Zaixso et al. (2009). El isópodo fue hallado casi exclusivamente en bancos naturales (hábitat bentónico), donde la prevalencia y la abundancia fueron significativamente mayores, y en los que la prevalencia de *E. doellojuradoi* aumentaba con la longitud valvar de *M. edulis*. El isópodo es un macroparásito y no un comensal como ha sido previamente sugerido, pues todos los mitilidos que lo albergaban presentaron daño branquial en algún grado, siendo este mayor en hospedadores con mayor abundancia del isópodo. Además, los isópodos hembra (pero no los machos) alcanzan un mayor tamaño corporal en hospedadores de mayor longitud valvar. Estos resultados demuestran que los sistemas de cultivo en suspensión constituyen un refugio artificial para el hospedador frente a este parasitismo. La ausencia de isópodos en sistemas de cultivo puede explicarse en parte por las escasas habilidades natatorias de los isópodos en su fase de dispersión. Los registros desde bancos naturales en el océano Atlántico muestran que el parásito posee mayor prevalencia que en el océano Pacífico, y alcanza valores máximos en ejemplares de tamaño intermedio, que son similares a los más pequeños de nuestras muestras. Este estudio representa una ampliación de la distribución geográfica del isópodo en el océano Pacífico, y los resultados permiten resaltar la necesidad de efectuar estudios de las variaciones geográficas de este dañino parasitismo en bancos naturales.

Palabras clave: Abundancia, daño branquial, longitud valvar, mitilidos, prevalencia.

ABSTRACT

This study compares the prevalence and abundance of the isopod *Edotia doellojuradoi* in the mussel *Mytilus edulis*, between water column rope farming systems and nearby natural benthic beds at Puerto Raúl Marín Balmaceda (43° 46' S, 72° 57' W), Aysén, Chile, taking into account the maximum shell length of the host as a covariate. In addition, the damage caused by *E. doellojuradoi* was assessed with the visual inspection of the gills, according to the protocol of Zaixso et al. (2009). The isopod was found almost exclusively in natural benthic habitats, where the prevalence increased with the length of the host. The isopod is a macroparasite and not a commensal as previously suggested because it causes gill damage to the mussel, which increased with the abundance of *E. doellojuradoi*. In addition, maximum body length of female isopods (but not males) increased with the maximum shell length of *M. edulis*. These results indicate that farming systems are an artificial ecological refuge for the host against this parasitism. The absence of isopods from farming systems may be in part explained by the poor swimming abilities of dispersing isopods. Reports in natural benthic beds from the Atlantic Ocean indicate that the prevalence of *E. doellojuradoi* is much higher than in the Pacific Ocean, where they attain maximum values in mussels intermediate in shell length, which are similar to our smallest specimens. These results, besides of implying an enlargement of the geographical distribution of the isopod in the Pacific Ocean, justify the need for more studies on the scales of spatial variation of this harmful parasitism in natural benthic beds.

Key words: Abundance, ecological refuge, gill damage, mussels, valve length.

INTRODUCCIÓN

En la mayoría de los sistemas de cultivo de plantas o de animales, tanto de ambientes acuáticos como terrestres, los parásitos (especialmente los de ciclo vital directo) aumentan en prevalencia, abundancia e intensidad en comparación con el ambiente silvestre. Esto ocurre pues sus tasas de transmisión se ven favorecidas por el incremento artificial de la densidad de los hospedadores, lo que provoca que usualmente se supere la mínima densidad de hospedadores necesaria para que el parásito se establezca (Arneberg et al. 1998, Krkosek 2010).

Los bivalvos marinos son hospedadores de diversos crustáceos, como copépodos, isópodos y braquiuros (Cheng 1967, Bower 1992), aunque la composición de su fauna asociada se ve afectada por el tipo de hábitat en que se desarrollan (Zaixso 2004, Buck et al. 2005). Entre dichas simbiosis, el conocimiento de las existentes entre bivalvos e isópodos es escasa (Gray et al. 1997), probablemente porque no son comunes.

En Chile se ha registrado al isópodo *Edotea* (sic.) *magellanica* Cunningham en *Mytilus chilensis* (Hupé 1854) en el Estrecho de Magallanes y en *Mulinia edulis* (King & Broderip 1832) en la Región de Los Lagos, en ambos casos habitando en la cavidad del manto de sus hospederos (Jaramillo et al. 1981, González & Jaramillo 1991). Dicha simbiosis fue considerada como comensalismo, ya que el isópodo solo se alimentaría de material particulado filtrado por el hospedador, aunque también podría consumir pseudofecas que se acumulan en la cavidad del manto (Jaramillo et al. 1981, González & Jaramillo 1991, Gray et al. 1997). Sin embargo, hay evidencia que indica que *Edotia doellojuradoi* Giambiagi 1925 (Isopoda: Idoteidae) es parásito y no comensal porque se ha demostrado que produce daño branquial en *Mytilus edulis* Linnaeus 1758 (Mollusca: Mytilidae) (Zaixso et al. 2009). Al respecto, aquí se utiliza la definición de parásito adoptada por los ecólogos, que incluye el efecto deletéreo sobre la adecuación biológica del hospedador (Odum 1971, Anderson & May 1978, Moore 1987, Allaby 1998, Calow 1998, Begon et al. 2006, Poulin 2007, Hatcher & Dunn 2011).

Las especies de *Edotia* Guérin-Méneville, 1844 ocurren predominantemente en aguas

frías del hemisferio sur, de las que se han registrado seis en el océano Pacífico sudoriental (Brandt & Bruce 2006, Espinoza-Pérez & Hendrickx 2006, Zaixso et al. 2009, Carrasco et al. 2012). Según la literatura, *E. doellojuradoi* se encuentra en el suroeste del océano Atlántico a lo largo de la costa de la provincia de Buenos Aires, hasta Tierra del Fuego (Giambiagi 1925), y en las islas Malvinas (Gray et al. 1997). Esta especie entra al mitflido como juvenil avanzado (Jaramillo et al. 1981, Gray et al. 1997) y el resto de su ciclo de vida se desarrolla dentro de la cavidad del manto del hospedador (Giambiagi 1925, Zaixso et al. 2009). Las hembras alcanzan entre 5 a 15 mm de longitud máxima y por lo general se las encuentra con hasta nueve machos, los que son de menor tamaño. Las hembras poseen escasa o nula capacidad de nado, usan sus pereiópodos para desplazarse por los ctenidios del bivalvo, y permanecen dentro de él ya que poseen un prolongado cuidado parental (Zaixso et al. 2009).

En este estudio se comparan la prevalencia y la abundancia del isópodo *Edotia doellojuradoi* en *Mytilus edulis* entre bancos naturales (bentos) y sistemas de cultivo en suspensión (columna de agua) ya que, además de las diferencias en hábitat de ambos escenarios, muchas especies de isópodos han sido reportados como altamente dañinos para sus hospedadores (Trilles 1964, Romestand 1978, Moreira 1973, Muñoz & George-Nascimento 1999, Fogelman et al. 2009). Finalmente, se evalúa si la prevalencia y/o la intensidad de *E. doellojuradoi* dependen del tamaño corporal del hospedador ya que la magnitud del daño podría depender de la intensidad y/o del tamaño de los isópodos en el hospedador, lo que es característico de los macroparásitos. Los macroparásitos tienen obligatoriamente algunos estados ontogenéticos (huevos, larvas) que son de vida libre. Es decir, que para completar su ciclo de vida un parásito debe salir del individuo huésped en el que nació, luego, sobrevivir y desarrollarse en el medio externo, y finalmente encontrar a otro individuo huésped, invadirlo y reproducirse (Anderson & May 1978).

MÉTODOS

Entre mayo y julio de 2010 se realizaron 3 muestreos de *M. edulis* (en fechas distintas) desde Puerto Raúl Marín Balmaceda (43° 46' S, 72° 57' W), Chile. El primer muestreo se efectuó en mayo y se recolectaron 199

ejemplares desde un banco natural y 397 de un sistema de cultivo. Los bancos naturales muestreados estaban a no más de 1 km de los sitios con balsas de cultivo. Las cuelgas de estos sistemas miden 5 m de longitud y son instaladas a 15 m de profundidad, y su punto más bajo queda a 10 m del fondo. Una vez colectados, los ejemplares fueron congelados a -20 °C y enviados por avión en contenedores de material termoaislante al laboratorio de la Universidad Católica de la Santísima Concepción ubicado en la región del Biobío, Chile. El segundo muestreo se efectuó en junio y se recolectaron 184 ejemplares desde un banco natural y 405 de un sistema de cultivo. El tercer muestreo se realizó en julio y se recolectaron 662 ejemplares desde un banco natural. Los ejemplares obtenidos en junio y julio fueron examinados en fresco y en terreno. En suma, 803 ejemplares provenían de cuelgas de un cultivo suspendido y 1045 desde bancos naturales (Tabla 1).

Cada ejemplar fue medido en su longitud valvar máxima, mediante un pie de metro con 0.1 mm de sensibilidad. Luego, fue abierto cortando los músculos aductores mediante un bisturí, y separando ambas valvas para así dejar al descubierto la parte interna y poder examinar la cavidad del manto.

El eventual daño branquial producido por *E. doellojuradoi* fue evaluado en terreno solo en los ejemplares que no fueron sometidos a congelación ya que al congelarlos, los filamentos de los ctenidios se retraen y los isópodos presentes desorganizan la estructura branquial (H Zaixso, com. pers. 2010). Para evaluar el daño branquial, se usaron tres categorías según criterios similares a los de Zaixso et al. (2009): ausencia de daño branquial, bajo daño branquial y alto daño branquial. Un mitilido con branquias en buen estado (sin daño) es aquel en el que la branquia prácticamente limita con el margen inferior del borde del manto. Se consideró como bajo daño branquial cuando la branquia era imperfecta y/o discontinua y se extendía más allá de la mitad de la valva sin alcanzar la zona marginal. Finalmente, se consideró como alto daño branquial a aquel en el que la branquia mostraba una profunda alteración de su forma, no alcanzando siquiera la mitad de su extensión normal. En total, se inspeccionaron 846 ejemplares no congelados para evaluar la asociación entre el daño branquial y tres categorías de abundancia del isópodo.

La significancia estadística de las variaciones en la longitud valvar máxima de los mitilidos entre sistemas de cultivo y bancos naturales fue evaluada mediante un análisis de la varianza anidado en el que el término error

fue la suma de cuadrados medios entre réplicas de cada tipo de hábitat (bancos naturales y sistemas de cultivo).

La prevalencia del parasitismo fue evaluada como el porcentaje de individuos hospedadores parasitados (Bush et al. 1997). Para comparar la prevalencia de *E. doellojuradoi* entre bancos naturales y sistemas de cultivo, se usó una tabla de contingencia de 2 x 2 que fue analizada mediante una prueba de Chi-cuadrado. La abundancia parasitaria se evaluó como el número de parásitos por hospedador examinado, en tanto que la intensidad corresponde al número de parásitos por hospedador parasitado (Bush et al. 1997). Para comparar la abundancia de *E. doellojuradoi* entre bancos naturales y sistemas de cultivo se utilizó la prueba "U" de Mann-Whitney (Zar 1999).

La relación entre la probabilidad de encontrar isópodos y la longitud valvar del hospedador fue evaluada con una regresión logística. El coeficiente de correlación de Spearman fue empleado para evaluar la asociación entre la longitud valvar del hospedador y la longitud corporal máxima de las hembras de *E. doellojuradoi*. Finalmente, se usó la prueba de Jonckheere-Terpstra para evaluar si había asociación entre el daño branquial y tres categorías de abundancia de *E. doellojuradoi* en *M. edulis* (Agresti 1990, Hollander & Wolfe 1999).

RESULTADOS

La longitud valvar máxima de los ejemplares de *M. edulis* muestreados en bancos naturales y en sistemas de cultivo fueron similares ($F_{1,3} = 3.29$, $P = 0.17$, Tabla 1).

Solo 1 de los 803 *M. edulis* (0.12 %) examinados de sistemas de cultivo suspendido y 25 de 1.045 (2.39 %) examinados de bancos naturales albergaban *E. doellojuradoi*. En consecuencia, su prevalencia fue significativamente mayor en ejemplares provenientes de bancos naturales ($\chi^2 = 16.84$, g.l. = 1, $P < 0.0001$). Además, en los ejemplares provenientes de bancos naturales se observó que la probabilidad de encontrar *E. doellojuradoi* (P), aumentaba con la longitud

TABLA 1

Promedio \pm desviación estándar de la longitud valvar máxima (LVM, cm) de *M. edulis* de las muestras de bancos naturales y sistemas de cultivo.

Mean \pm standard deviation of the maximum shell length (LVM, cm) of *M. edulis* in samples from natural beds and culture systems.

	Banco natural		Sistema de cultivo	
	n	LVM	n	LVM
Muestra 1	199	7.15 \pm 1.04	397	7.68 \pm 1.12
Muestra 2	184	7.41 \pm 0.94	405	7.55 \pm 1.15
Muestra 3	662	6.64 \pm 3.46	0	-

valvar de *M. edulis* ($R^2 = 0.059$, g.l. = 1043, χ^2 de Wald = 12.71, $P < 0.0001$, Fig. 1) según la siguiente ecuación de regresión logística:

$$P = \frac{1}{(1 + \exp(-(-8.0567 + 0.5959 * \text{longitud valvar máxima (cm)}))}}$$

Los límites del intervalo de confianza al 95 % para β_1 (la pendiente) fueron 0.268 y 0.924.

En total, se recolectaron 212 ejemplares de *E. doellojuradoi*, de los cuales 211 provenían de bancos naturales. La abundancia de *E. doellojuradoi* en bancos naturales (promedio = 0.202, DE = 3.169, n = 1045) fue significativamente mayor que en los cultivos (promedio = 0.001, DE = 0.035, n = 803, prueba "U" de Mann-Withney, $P < 0.001$).

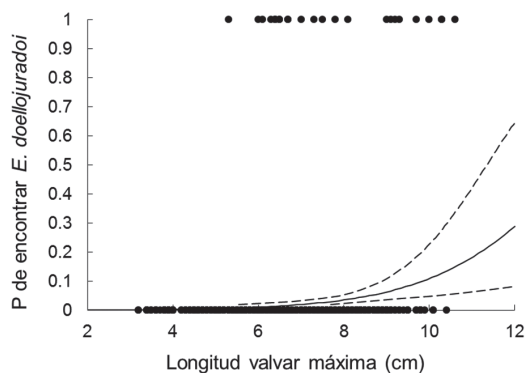


Fig 1. Regresión logística de la relación entre la probabilidad de encontrar *E. doellojuradoi* y la longitud valvar máxima de *M. edulis*. Las líneas discontinuas indican el intervalo de confianza al 95 %.

Logistic regression of the relationship between the probability of finding *E. doellojuradoi* and the maximum shell length of *M. edulis*. Dashed lines are 95 % confidence intervals.

Todos los mitílidos parasitados albergaban un isópodo hembra (adulto) y al menos un macho (o juvenil). En hospedadores de bancos naturales, la intensidad (promedio = 8.44, DE = 19.02, n = 25) alcanzó un máximo de 85 isópodos, y no estuvo correlacionada con la longitud valvar máxima de los hospedadores ($r_s = 0.285$, n = 25, $P = 0.166$, Fig. 2). Sin embargo, la longitud corporal máxima de las hembras de *E. doellojuradoi* resultó positiva y significativamente correlacionada con la

longitud valvar del hospedador ($r_s = 0.502$, n = 25, $P = 0.018$, Fig. 3).

El total de los mitílidos parasitados que provenían de bancos naturales presentaron algún grado de daño branquial, siendo este mayor en ejemplares que poseían mayor abundancia de *E. doellojuradoi* (Prueba de Jonckheere-Terpstra para tablas de contingencia con ambas categorías en escala ordinal, $J = 28.38$, $P < 0.0001$, Tabla 2). El único ejemplar parasitado que provenía de sistema de cultivo mostraba un grado menor de daño branquial.

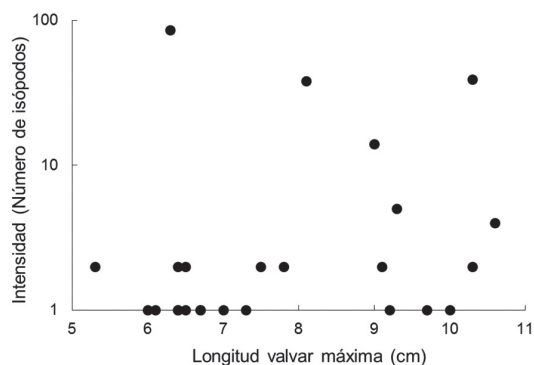


Fig. 2. Intensidad del parasitismo por *E. doellojuradoi* en *M. edulis* de bancos naturales, según la longitud valvar máxima.

Intensity of parasitism by *E. doellojuradoi* in *M. edulis* from natural beds, according to the maximum shell length.

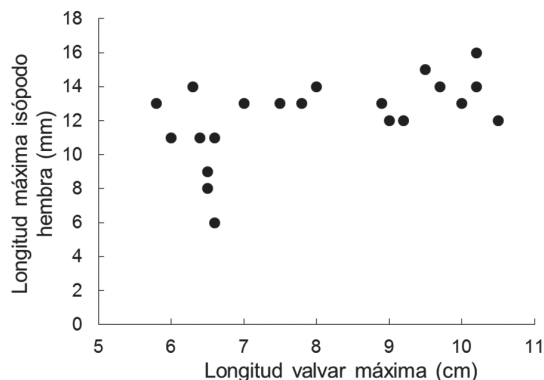


Fig 3. Longitud corporal máxima de las hembras de *E. doellojuradoi* en relación a la longitud valvar máxima de *M. edulis*.

Maximum body length of *E. doellojuradoi* females according to the maximum shell length of *M. edulis*.

TABLA 2

Número de *M. edulis* provenientes de bancos naturales que mostraron distintas categorías de daño branquial, según 3 categorías de abundancia de *E. doellojuradoi*.

Number of *M. edulis* from natural beds according to three categories of gill damage and three categories of abundance of *E. doellojuradoi*.

	Sin parásitos	Con no más de 3 parásitos	Con más de 3 parásitos
Sin daño	826	1	0
Con poco daño	0	16	1
Con mucho daño	0	0	2

DISCUSIÓN

En contraste a lo que usualmente ocurre en otros sistemas de cultivo de organismos acuáticos (Krkosek 2010), en este caso, el parasitismo por *E. doellojuradoi* disminuye en comparación con su hábitat natural (bentos). Es posible que este resultado esté asociado a la limitada capacidad de nado de los estados dispersantes del isópodo. En consecuencia, el sistema de cultivo constituye un refugio ecológico artificial para el hospedador frente a este parasitismo (Allaby 1998, Calow 1998). Sin embargo, no es posible afirmar que la densidad de los mitílicos sea mayor en los sistemas de cultivo que en los bancos naturales. Más bien, los mitílicultores al modificar el hábitat natural en el que se encuentran los hospedadores, harían más difícil que el isópodo colonice las cuelgas.

Por otra parte, este estudio demuestra que el isópodo es un parásito y no un comensal de *M. edulis*. De hecho, aunque la mayoría de las especies de isópodos son de vida libre, es usual que los que son parásitos provoquen daños de consideración a sus hospedadores. Por ejemplo, se han observado cambios morfológicos en los huesos del cráneo y branquiespinas de los peces cuando están parasitados por isópodos de la familia Cymothoidae, aun cuando las diferencias en la relación longitud-peso no siempre eran evidentes entre hospedadores con y sin el parásito (Trilles 1964, Romestand 1978). Otros isópodos pueden provocar la suspensión de la alimentación del hospedador (Moreira 1973) o inhibir la reproducción (Muñoz & George-Nascimento 1999, Fogelman et al. 2009). En consecuencia, *E. doellojuradoi* debe ser considerado un parásito de *M. edulis*, ya que

la magnitud del daño ocasionado depende de su abundancia y del tamaño de la hembra que habita en la cavidad del manto. En otro estudio se demostró que el factor más importante para explicar el grado de daño branquial de este hospedador era el número de isópodos machos y juveniles, seguido por la longitud corporal de las hembras y de los estados más avanzados de los isópodos juveniles, y que el grado de daño branquial disminuía con la longitud valvar de los choritos (Zaixso et al. 2009). Dichos autores indican que el daño branquial en *M. edulis* sería producido por el constante roce del isópodo en esta zona y/o por la remoción de las secciones branquiales mientras el isópodo se alimenta del mucus, en el surco marginal de las branquias dañadas y sugieren que el isópodo interrumpiría la integridad morfológica de las branquias, afectando la circulación del agua y el consumo de oxígeno del mitílico, al producir un bloqueo físico del flujo del agua en la cavidad del manto, y quizás afectar su tasa de crecimiento.

Otro resultado a destacar es que la relación de la abundancia y de la prevalencia de *E. doellojuradoi* con la longitud valvar de *M. edulis* es distinta a lo registrado por Jaramillo et al. (1981), Gray et al. (1997) y Zaixso et al. (2009), ya que ellos encontraron que eran mayores y máximas en hospedadores de tamaño intermedio, en tanto que nuestros resultados muestran que la prevalencia aumenta con la longitud valvar máxima. No hemos encontrado que la intensidad de *E. doellojuradoi* guarde relación con la longitud valvar de los choritos. Estas diferencias pueden deberse a que Gray et al. (1997) y Zaixso et al. (2009) trabajaron con ejemplares de menor longitud valvar que los de este estudio. Esto último, a su vez, puede estar

asociado a que los ejemplares examinados por dichos autores habrían alcanzado longitudes máximas menores lo que podría deberse a la mayor prevalencia del parásito, y por ende porque sería más frecuente el daño ocasionado por el isópodo. Futuros estudios en este sistema podrían evaluar la tasa de crecimiento de hospedadores parasitados y no parasitados, lo que permitiría despejar la incógnita recién planteada. Se requiere además, mejorar el conocimiento de las variaciones geográficas de este parasitismo pues su efecto sobre las poblaciones naturales de sus hospedadores puede ser de gran impacto. Finalmente, cabe destacar que este estudio amplía la distribución latitudinal en aguas del océano Pacífico de *E. doellojuradoi* desde Tierra del Fuego hasta la provincia de Aysén,

LITERATURA CITADA

- AGRESTI A (1990) Categorical data analysis. John Wiley & Sons, New York.
- ALLABY M (1998) A dictionary of ecology. Oxford Paperback Reference. Oxford University Press, Oxford.
- ARNEBERG P, A SKORPING, B GRENFELL & AF READ (1998) Host densities as determinants of abundance in parasite communities. *Proceedings of the Royal Society of London B* 265:1283-1289
- ANDERSON RM & RM MAY (1978) Regulation and stability of host-parasite population interactions. I. Regulatory processes. *Journal of Animal Ecology* 47: 219-247.
- BEGON M, CR TOWNSEND & JL HARPER (2006) *Ecology: from individuals to ecosystems*. Blackwell Scientific Publications, London
- BOWER S (1992) Diseases and parasites of mussels. In: E Gosling (ed) *The mussel Mytilus: Ecology, physiology, genetics and culture*: 543-563. Elsevier Science Publishers, Amsterdam.
- BRANDT A & N BRUCE (2006) *Edotia tangaroa* sp. nov. (Crustacea: Isopoda: Idoteidae) from the western Ross Sea, Antarctica. *Zootaxa* 1313: 57-68.
- BUCK BH, DW THIELTGES, U WALTER, G NEHLS & H ROSENTHAL (2005) Inshore-offshore comparison of parasite infestation in *Mytilus edulis*: implications for open ocean aquaculture. *Journal of Applied Ichthyology* 21: 107-113.
- BUSH A, K LAFFERTY, J LOTZ & A SHOSTAK (1997) Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis et al. revisited. *Journal of Parasitology* 83: 575-583.
- CALOW P (1998) *The encyclopedia of ecology and environmental management*. Blackwell Science, Oxford.
- CARRASCO SA, O CERDA & M CIFUENTES (2012) New insights into the life-history of the isopod *Edotia dahli* (Valvifera: Idoteidae): report of host-use and distribution records in the central Chilean coast. *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 47: 339-343
- CHENG T (1967) Marine molluscs as hosts for symbioses. *Advances in Marine Biology* 5: 1- 424.
- ESPINOSA-PÉREZ MC & ME HENDRICKX (2006) A comparative analysis of biodiversity and distribution of shallow-water marine isopods (Crustacea : Isopoda) from polar and temperate waters in the East Pacific. *Belgian Journal of Zoology* 136 : 219-247.
- FOGELMAN RM, AM KURIS & AS GRUTTER (2009) Parasitic castration of a vertebrate: effect of the cymothoid isopod, *Anilocra apogonae*, on the five-lined cardinalfish, *Cheilodipterus quinquelineatus*. *International Journal for Parasitology* 39: 577-583.
- GIAMBIAGI D (1925) Resultado de la primera expedición a Tierra del Fuego (1921). Enviada por la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la Universidad Nacional de Buenos Aires. *Crustáceos, Isópodos*. *Anales de la Sociedad Científica Argentina* 1925: 229-246.
- GONZÁLEZ M & E JARAMILLO (1991) The association between *Mulinia edulis* (Mollusca, Bivalvia) and *Edotea magellanica* (Crustacea, Isopoda) in southern Chile. *Revista Chilena de Historia Natural* 64: 37-51.
- GRAY A, C RICHARDSON & R SEED (1997) Ecological relationships between the valviferal isopod *Edotia doellojuradoi* Giambiagi, 1925, and its host *Mytilus edulis chilensis* in the Falkland Islands. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 44: 231-239.
- HATCHER MJ & AM DUNN (2011) Parasites in ecological communities. From interactions to ecosystems. Cambridge University Press, Cambridge.
- HOLLANDER M & DA WOLFE (1999) *Nonparametric statistical methods*. John Wiley & Sons, New York.
- JARAMILLO E, J NAVARRO & J WINTER (1981) The association between *Mytilus chilensis* Hupe (Bivalvia, Mytilidae) and *Edotea magellanica* Cunningham (Isopoda, Valvifera) in southern Chile. *Biological Bulletin* 160: 107-113.
- KRKOSEK M (2010) Host density thresholds and disease control for fisheries and aquaculture. *Aquaculture Environment Interactions* 1: 21-32
- MOORE J (1987) Some roles of parasitic helminths in trophic interactions. A view from North America. *Revista Chilena de Historia Natural* 60: 159-179.
- MOREIRA P (1973) Food and feeding behaviour of *Arcturella sawayae* Moreira 1973 (Crustacea, Isopoda, Valvifera). *Boletim de Zoologia e Biologia Marinha (Nova Serie)* Sao Paulo, Brasil 30: 217-232.
- MUÑOZ G & M GEORGE-NASCIMENTO (1999) Efectos reproductivos recíprocos en la simbiosis entre napes (Decapoda: Thalassinidea) e isópodos bopíridos (Isopoda: Epicaridae) en Lenga, Chile. *Revista Chilena de Historia Natural* 72: 49-56.
- ODUM EP (1971) *Fundamentals of ecology*. WB Saunders Co. Philadelphia, Pennsylvania.
- POULIN R (2007) *Evolutionary ecology of parasites: from individuals to communities*. Princeton University Press, Princeton,
- ROMESTAND B (1978) *Etude ecophysiologique des parasitoses a Cymothoidae*. Tesis Doctoral, Université des Sciences et Techniques du Languedoc, France.
- TRILLES JP (1964) Variations morphologiques du crane chez les teleosteens Sparidae et Centranchthidae en rapport avec l'existence sur ces poissons de certains Cymothoidae parasites. *Annales de Parasitologie Humaine et Comparee* 39: 627-630.
- ZAIKSO HE (2004) Bancos de cholga *Aulacomya atra atra* (Molina) (Bivalvia: Mytilidae) del golfo San

- José (Chubut, Argentina): diversidad y relaciones con facies afines. *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 39: 61-78.
- ZAIKSO HE, STOYANOFF P & GIL DG (2009) Detrimental effects of the isopod, *Edotia doellojuradoi*, on gill morphology and host condition of the mussel, *Mytilus edulis platensis*. *Marine Biology* 156: 2369-2378.
- ZAR JH (1999) *Biostatistical analysis*. Fourth edition. Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey.

Responsabilidad editorial: María Teresa González

Recibido el 30 de julio de 2012; aceptado el 12 de abril de 2013

