

Alteraciones histopatológicas de la gónada de *Tegula euryomphala* (Gastropoda: Trochidae) parasitada por un Opcoelidae (*Digenea*)

Histopathological alterations of the gonad of *Tegula euryomphala* (Gastropoda: Trochidae) parasitized by an Opcoelidae (*Digenea*)

Rosanna Beatriz Rojas Zanol y María Soledad Romero Bastías

Departamento de Biología Marina, Universidad Católica del Norte, Casilla 117, Coquimbo, Chile.
e-mail: rrz002@ucn.cl

Rojas Zanol R. B. y M. S. Romero-Bastías. 2015. Alteraciones histopatológicas de la gónada de *Tegula euryomphala* (Gastropoda: Trochidae) parasitada por un Opcoelidae (*Digenea*). *Hidrobiológica* 25 (1): 31-38

RESUMEN

Al estudiar ejemplares del caracol *Tegula euryomphala* recolectados en la Bahía La Herradura, Coquimbo, Chile, observamos una coloración atípica en las gónadas asociada con la presencia de larvas de helmintos parásitos. Para evaluar las alteraciones histopatológicas que sufre la gónada del molusco debido a los parásitos, procesamos tejidos de *T. euryomphala* no parasitados y parasitados mediante la técnica histológica tradicional. Determinamos la presencia de formas larvianas de tremátodos de la familia Opcoelidae. Las alteraciones histológicas producidas por los esporocistos de estos tremátodos sobre la gónada del hospedero son extremas, solo la cápsula externa de la gónada mantiene su estructura normal. Los esporocistos sustituyen total o parcialmente la zona trabecular. La cápsula interna se observa desorganizada y se interrumpe en secciones, lo que permite la invasión de los parásitos a la glándula digestiva. En ejemplares parcialmente castrados las trabéculas gonadales se comprimen hacia la periferia de la gónada. Además, se observó desorganización de espermatogonias y espermatocitos, y escasez de ovocitos maduros en los moluscos parasitados. Las observaciones sugieren que las alteraciones histológicas en las gónadas de *T. euryomphala* serían el resultado de factores mecánicos mediados por los estadios larvianos del tremátodo.

Palabras clave: Castración parasítica, gónada, histopatología, *Tegula euryomphala*, Opcoelidae.

ABSTRACT

Trematodes can alter the population structure of gastropods by castration. An unusual color in the gonads of the gastropod *Tegula euryomphala*, associated with larvae of parasitic helminths, was detected in specimens collected from La Herradura Bay, Coquimbo, Chile. To evaluate the histopathological alteration of the gonad due to parasites we processed tissue of non-parasitized specimens and parasitized specimens of *T. euryomphala* by means of standard histological techniques. It was determined that the histological alteration produced by the sporocysts of the trematodes on the gonad is extreme and only the outer capsule keeps its normal structure. The trabecular zone is partially or completely replaced by sporocysts of trematodes. The internal capsule is disrupted and interrupted into sections, allowing the invasion of parasites in the digestive gland. In specimens castrated partially we recorded compression of the gonadal trabeculae towards the periphery of the gonad. Also we determined spermatogonia and spermatocytes disorganization and lack of mature oocytes in the parasitized individuals. Observations suggest that the histological alterations in gonads castrated of *T. euryomphala* are the result of mechanical factors mediated by the larval stages of the trematode parasite belonging to the family Opcoelidae.

Key words: Gonad, histopathology, Opcoelidae, parasitic castration, *Tegula euryomphala*.

INTRODUCCIÓN

Los tremátodos pueden causar modificaciones importantes en la estructura poblacional de los gasterópodos que ocupan como sus hospederos intermediarios (Lauckner, 1986; Huxham *et al.*, 1993; Lafferty, 1993). En la mayoría de los casos, el impacto es producido por la castración parcial o total de los hospederos, lo que disminuye el número de reproductores eficientes (Kuris, 1974). Los tremátodos infectan a los gasterópodos mediante miracidios de vida libre, que penetran en los tejidos del hospedero para invadir posteriormente los espacios hemocélicos (Rohde, 2005). Desde ahí pueden migrar produciendo una severa desorganización histológica tanto en la gónada como en todos los órganos del sistema reproductor de los gasterópodos (Probst & Kube, 1999; Averbuj & Cremonese, 2010). En algunas especies se ha observado además, un retardo en el desarrollo de las gónadas de los individuos parasitados, comparado con ejemplares no parasitados (Sullivan *et al.*, 1985). En Chile se han reportado tremátodos en al menos 11 especies de Gastropoda (Olmos & George-Nascimento, 1997; George-Nascimento *et al.*, 1998; Oliva *et al.*, 1999; Muñoz & Olmos, 2008), pero en ninguna de la familia Trochidae. Esta familia de moluscos incluye algunas especies comestibles del género *Tegula* que son extraídas con fines comerciales (SERNAPESCA, 2010).

Durante el estudio de la reproducción del caracol *Tegula euryomphala* (Jones, 1844) (Trochidae) en la Bahía La Herradura, Coquimbo, Chile, observamos una coloración anaranjada atípica en la región de la gónada. La observación microscópica de estas gónadas reveló la presencia de larvas de parásitos, tremátodos de la familia Opecoelidae. Este estudio describe la organización histológica de ovarios y testículos de *T. euryomphala* en ejemplares no infectados, y las alteraciones histopatológicas en ejemplares parasitados por esporocistos y cercarias de un digeneo de la familia Opecoelidae.

MATERIALES Y MÉTODOS

Entre 2009 y 2012 recolectamos 1,128 ejemplares de *Tegula euryomphala* mediante buceo en la Bahía La Herradura, Coquimbo, Chile (29°58'S-71°22'W). La recolección incluyó caracoles hembras y machos de todas las tallas. Para determinar la presencia de parásitos, las gónadas se disgregaron en una caja Petri y se observaron bajo un microscopio estereoscópico Nikon SMZ-10, con aumento de 40x. Pequeñas porciones del disgregado fueron dispersadas con una aguja de disección y examinadas repetidamente, con el fin de asegurar la

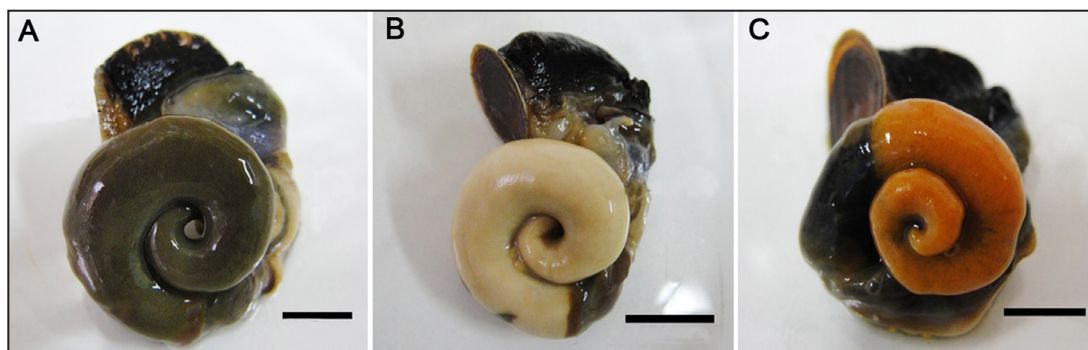
detección de estructuras distintas de gametos o tejido gonadal. Treinta ejemplares no parasitados y diez parasitados se preservaron en fijador de Davidson para ser procesados mediante la técnica histológica estándar. Se deshidrataron secciones de gónadas y glándula digestiva en una serie de diluciones de etanol-xilol, para posteriormente incluirlas en Paraplast Plus, cortarlas en secciones de 5 µm de grosor y teñirlas con Hematoxilina-Eosina. Se estudiaron las preparaciones histológicas con un microscopio Nikon Biophot con aumento de 100x a 1000x. Los tejidos de las gónadas de ejemplares no parasitados y parasitados se midieron con una reglilla micrométrica ajustada al ocular del microscopio; asimismo, se midieron 50 gametos femeninos y masculinos en diferentes estados de la gametogénesis en ejemplares no parasitados y 50 espermatozoides en un ejemplar parasitado. Se realizó un registro fotográfico en un microscopio Olympus, CX31 con una cámara Canon Power Shot A620. Los parásitos fueron identificados por comparación con las claves de James (1968) y Schell (1970).

RESULTADOS

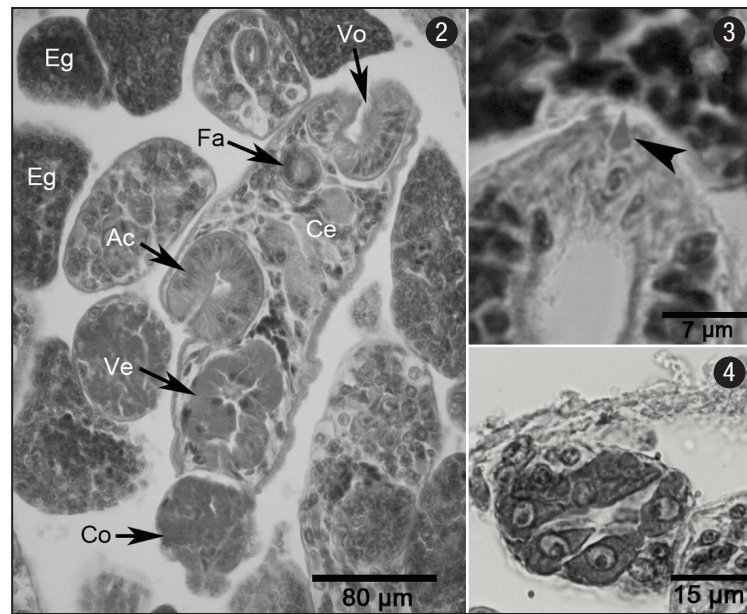
Quince de los 1,128 ejemplares de *Tegula euryomphala* se encontraron parasitados por tremátodos, el resto no evidenció señales de parasitación. Doce de los 15 caracoles parasitados mostraron castración total, en tanto que pudieron reconocerse un macho y dos hembras parasitados, parcialmente castrados, con remanentes de gametos.

Macroscópicamente la gónada de hembras no parasitadas se observó de coloración verde musgo y aspecto granuloso (Fig. 1A). La gónada de machos no parasitados fue de color blanco crema y aspecto homogéneo (Fig. 1B). Los caracoles infectados por tremátodos se caracterizaron por el color anaranjado intenso de sus gónadas (Fig. 1C).

Identificación del parásito. En la gónada de caracoles parasitados se encontraron esporocistos que contenían masas germinales, cercarias en formación, y cercarias ya desarrolladas. Las cercarias desarrolladas poseen dos ventosas en posición ventral: la ventosa oral y el acetábulo (Fig. 2). En el extremo anterior, la ventosa oral porta un estilete de una sola punta (Fig. 3). Posee una faringe muscular de forma oval. La vesícula excretora es de forma sacular y pared gruesa (Fig. 2). El extremo posterior del cuerpo finaliza en una cola protrusible corta en forma de copa, constituida por glándulas unicelulares (Fig. 4). Estas características anatómicas corresponden a cercarias tipo *Cotylocercous* o *Cotylo-microcercous* de la Familia Opecoelidae (James, 1968; Shell, 1970).



Figuras 1A-C. Gónadas de *Tegula euryomphala*. A) Gónada femenina no parasitada, de aspecto granuloso y color verde musgo. B) Gónada masculina no parasitada, de apariencia lisa y color blanco crema. C) Gónada parasitada de color anaranjado y aspecto turgente. Barra= 0.5 cm.



Figuras 2-4. Secciones transversales de esporocisto y cercaria tipo *Cotylocercous*. 2) Esporocisto conteniendo en su interior esferas germinales (Eg) y cercarias (Ce), éstas últimas provistas de dos ventosas, una oral (Vo) y un acetábulo (Ac), faringe muscular (Fa), vesícula excretora (Ve) de pared gruesa y una cola corta (Co). 3) Detalle de la ventosa oral provista de un estilete de una sola punta (flecha). 4) Detalle de la cola compuesta de glándulas unicelulares.

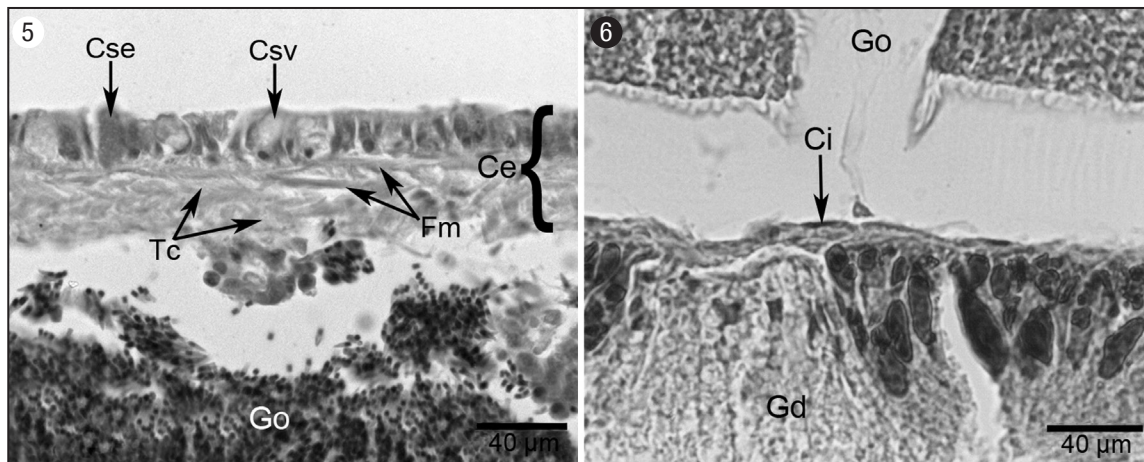
Estructura histológica de ejemplares no parasitados. Las gónadas femeninas y masculinas de *T. euryomphala* están sostenidas por una cápsula externa que rodea al ovario y al testículo y una cápsula interna que separa al tejido gonadal de la glándula digestiva. La cápsula externa está formada por un epitelio cilíndrico que mide $12.1 \pm 3 \mu\text{m}$ de grosor y una capa de tejido conjuntivo y fibras musculares lisas de aproximadamente $11.4 \pm 4.7 \mu\text{m}$ de espesor. El epitelio de la cápsula externa posee células cilíndricas con núcleos ovoides, céntricos y basófilos. Intercaladas se ubican dos tipos de células secretoras: 1) células voluminosas, de núcleo basal con forma de media luna, 2) células piriformes, de citoplasma granuloso, núcleo basal y eosina positivas (Fig. 5). En tanto, la cápsula interna consiste en una delgada capa de tejido conjuntivo y células musculares lisas (Fig. 6) que mide $8 \pm 1.7 \mu\text{m}$ de grosor.

Ovario. El tejido conjuntivo de la cápsula externa se invagina en dirección a la glándula digestiva formando tabiques o trabéculas que sirven como tejido de sostén para el epitelio germinativo (Fig. 7). Las trabéculas están compuestas por células planas con un núcleo alargado. Sobre la trabécula descansa un epitelio germinativo a partir del cual se originan las ovogonias que miden $18.1 \pm 3 \mu\text{m}$ de diámetro, poseen citoplasma escaso y basófilo, un núcleo en posición central con agrupaciones de cromatina en disposición circular y un nucléolo excéntrico. Los ovocitos crecen gradualmente desde $28.8 \mu\text{m}$ a $81.3 \mu\text{m}$ de diámetro, orientados hacia el lumen. A medida que se desarrollan adquieren un característico aspecto piriforme, manteniéndose unidos a las trabéculas por el pedúnculo. Su citoplasma es homogéneo y basófilo, el núcleo se mantiene en posición central, es pálido y granuloso, y destaca un nucléolo intensamente basófilo y excéntrico. Una vez separados de las trabéculas, los ovocitos se redondean y el citoplasma adquiere una apariencia granular debido a la formación de plaquetas de vitelo. Los ovocitos en vitelogenénesis carecen de cubierta observa-

ble mediante microscopía fotónica. Los ovocitos que han alcanzado su máximo desarrollo miden $134 \pm 13 \mu\text{m}$ de diámetro, su citoplasma es homogéneamente granuloso, debido a la abundancia de plaquetas vitelinas eosinófilas. El núcleo es excéntrico, de aspecto homogéneo, se tiñe débilmente y posee un nucléolo basófilo y excéntrico. Los ovocitos poseen una cubierta gelatinosa transparente o corion de $13.3 \mu\text{m}$ de espesor, homogénea, sin embargo, varía desde débilmente basófila a incolora (Fig. 8).

Testículo. La gónada masculina de *T. euryomphala* también está organizada en trabéculas dispuestas en forma radial, perpendiculares al epitelio gonadal de la cápsula externa. La organización de los gametos otorgan al conjunto una característica apariencia plumosa (Fig. 9). Estrechamente adheridas a las trabéculas se ubican las espermatogonias que miden $8.1 \pm 0.9 \mu\text{m}$ de diámetro. Son de forma esférica, poseen escaso citoplasma basófilo, núcleo céntrico con cromatina dispersa y finamente granulada. Los espermatocitos miden entre $3.8 \mu\text{m}$ y $6.5 \mu\text{m}$ de diámetro. Se diferencian del estado anterior por poseer menos citoplasma, más basófilo y el núcleo posee la cromatina más condensada. Las espermátidas, reducidas en tamaño respecto a los estados anteriores, miden $2.7 \pm 0.4 \mu\text{m}$ de diámetro. El citoplasma está reducido a una delgada capa sobre el núcleo densamente condensado. El último estado gametogénico son los espermatozoides maduros (Fig. 10). El núcleo de estos mide $1.9 \pm 0.2 \mu\text{m}$ de longitud, tiene forma ovoide y es fuertemente basófilo. El acrosoma mide $3.2 \pm 0.2 \mu\text{m}$ de longitud, posee una forma cónica y se tiñe débilmente con la eosina. Incluyendo la longitud del flagelo, los espermatozoides miden $44.6 \pm 5.9 \mu\text{m}$ de longitud máxima.

Histopatología. La gónada parasitada de *T. euryomphala* mantiene la estructura capsular externa observada en ejemplares no parasitados. En los ejemplares parasitados el epitelio y la capa muscular de la cápsula externa midieron $16.3 \pm 1.25 \mu\text{m}$ y $12.5 \pm 2.5 \mu\text{m}$ de grosor, res-



Figuras 5-6. Secciones transversales de gónada masculina y femenina de *Tegula euryomphala* no parasitadas. 5) Cápsula externa (Ce) constituida por epitelio cilíndrico con células secretoras eosina positivas (Cse) y células secretoras voluminosas (Csv), fibras musculares (Fm) y tejido conjuntivo (Tc), recubriendo la gónada masculina (Go). 6) Cápsula interna (Ci) que separa la glándula digestiva (Gd) de la gónada femenina (Go).

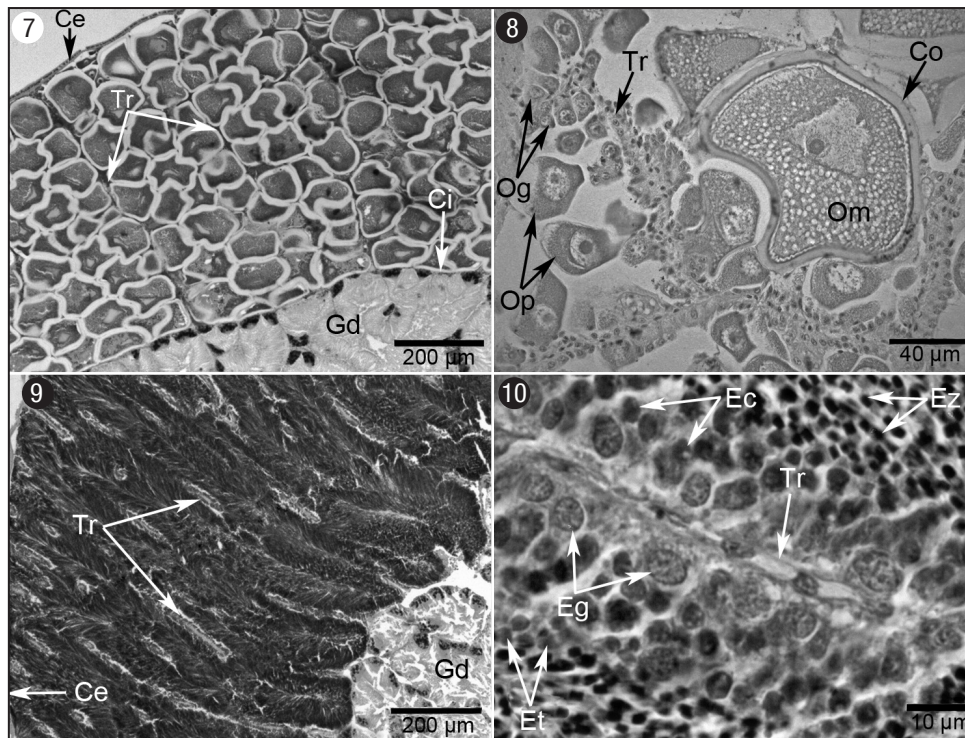


Figura 7-10. Secciones transversales de gónada femenina y masculina de *Tegula euryomphala* no parasitada. 7) Ovario rodeado por la cápsula externa (Ce), organizado en trabéculas (Tr) y separado de la glándula digestiva (Gd) por la cápsula interna (Ci). 8) Trabécula (Tr) femenina con ovogonias (Og) estrechamente adheridas a ella, ovocitos previtelogénicos (Op) de aspecto piriforme y un ovocito maduro (Om) cubierto por corion (Co). 9) Testículo de aspecto plumoso, rodeado por la cápsula externa (Ce) y organizado en trabéculas (Tr) orientadas hacia la glándula digestiva (Gd). 10) Trabécula (Tr) masculina con espermatogonias (Eg) adheridas a ella, espermatoцитos (Ec) en diferentes estados de desarrollo, espermátidas (Et) de tamaño reducido y espermatozoides maduros (Ez).

pectivamente. En la ubicación correspondiente a las células germinales de individuos no parasitados, se encuentran esporocistos distribuidos estrechamente sin orden particular. Los 15 individuos parasitados se observaron totalmente castrados, a excepción de 3 ejemplares, cuyo

sexo fue reconocible por un pequeño remanente de gónada, 1 macho y 2 hembras. Estos individuos poseían pocas trabéculas paralelas al epitelio gonadal de la cápsula externa (Fig. 11). El ejemplar macho poseía gametos en todas las etapas de la gametogénesis, incluyendo

espermatozoides maduros, los cuales tuvieron la misma morfología que los espermatozoides de los ejemplares no parasitados. El núcleo de estos espermatozoides midió $1.8 \pm 0.2 \mu\text{m}$ de longitud y el acrosoma midió $3 \pm 0.2 \mu\text{m}$ de largo. Los estados tempranos de la gametogénesis estaban poco representados y su distribución fue irregular y dispersa, comparado con los machos no parasitados (Fig. 12). Las hembras parasitadas tuvieron sólo ovocitos previtelogénicos (Fig. 13).

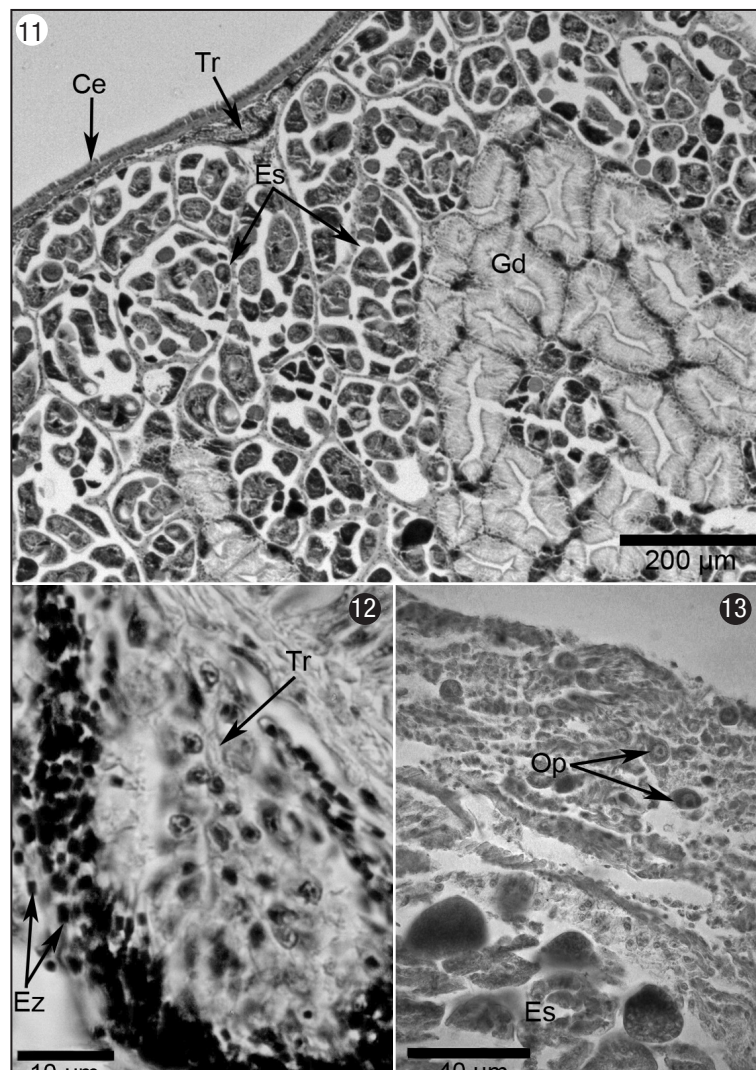
Glándula digestiva. La glándula digestiva está compuesta por acinos de centro canalicular. Las células glandulares son cilíndricas, de citoplasma granuloso y núcleo basal. En individuos no parasitados, la glándula digestiva está homogéneamente delimitada de la gónada por la cápsula interna. Por el contrario, en individuos parasitados, este límite histológico fue irregular, difuso y discontinuo. Además, algunos esporocistos invadieron parcialmente la glándula digestiva, ubicándose entre los acinos más próximos a la gónada (Fig. 11).

En la glándula digestiva y en la región gonadal de individuos parasitados, se registraron hemocitos en número variable, sin embargo, su densidad no permitió clasificarlo como infiltración hemocítica. Tampoco se observó encapsulación hemocítica.

DISCUSIÓN

Este estudio describe por primera vez la organización histológica de las gónadas femeninas y masculinas de *Tegula euryomphala*, así también registra la presencia de formas larvianas de un digéneo Opecoelidae y sus efectos histopatológicos sobre este gasterópodo.

El aspecto y coloración gonadal observado en *T. euryomphala* ha sido descrito en la mayoría de los miembros de la familia Trochidae (Coloma, 1974; Joll, 1980; Belmar-Pérez *et al.*, 1991). La coloración verde de los ovarios estaría determinada por la presencia de proteobilinas, pro-



Figuras 11-13. Secciones transversales de gónadas de *Tegula euryomphala* parasitadas por tremátodos. 11) Gónada masculina con pocas trabéculas (Tr) paralelas a la cápsula externa (Ce), invadida por esporocistos (Es) que se observan también entre la glándula digestiva (Gd). 12) Trabécula (Tr) de gónada masculina parasitada, con los estados tempranos de la gametogénesis escasos y desorganizados, a pesar que se observan algunos espermatozoides maduros (Ez). 13) Gónada femenina invadida por esporocistos (Es) en la que se observan sólo ovocitos previtelogénicos (Op).

teínas pigmentadas con características moleculares propias para cada especie (Rüdiger, 1970). El papel fisiológico de estas proteínas no está bien dilucidado, pero se ha relacionado con la reserva de lípidos y proteínas utilizables durante el desarrollo embrionario (Ogata *et al.*, 1983).

La estructura de las gónadas de *T. euryomphala* corresponde al patrón documentado para la subclase Vetigastropoda (Belmar-Pérez *et al.*, 1991; Hooker & Creese, 1995; Ward & Davis, 2002) y coincide ampliamente con la organización descrita para otras especies del mismo género (Coloma, 1974; Brown, 1992; Ortiz-Ordoñez *et al.*, 2009). Las características trabéculas servirían como conductos para el suministro de precursores de vitelo desde el hemocele a los ovocitos (Hodgson & Eckelbarger, 2000). Esta organización sugiere uniformidad en la distribución de nutrientes y factores reguladores de la gametogénesis en todo el tejido gonadal. Coincidentemente, en nuestro estudio de individuos no parasitados, las observaciones microscópicas revelaron homogeneidad en el estado de madurez dentro de ovarios y testículos; abundancia de gametos maduros y ocurrencia de células en diferentes etapas de la gametogénesis. Estas observaciones conducen a hipotetizar que *T. euryomphala* desarrolla un ciclo reproductivo de tipo continuo, es decir, producción y emisión periódica de gametos maduros, modalidad descrita para muchos tróquidos (Underwood, 1974; Hickman, 1992; Gimín & Lee, 1997; Vélez-Arellano *et al.*, 2009, 2011).

La descripción cualitativa de las células gaméticas en especies de *Tegula* es limitada en la literatura. Los estados tempranos de la gametogénesis de las hembras de *T. euryomphala*, ovogonias y ovocitos previtelogénicos, son comparables en tamaño y aspecto a otras especies del mismo género (Ortiz-Ordoñez *et al.*, 2009; Vélez-Arellano *et al.*, 2009). Los ovocitos maduros de *T. euryomphala* poseen un diámetro (134 µm) coincidente con el rango descrito para otras especies del género *Tegula* (129 - 165 µm) (Moran, 1997; Kulikova & Omel'yanenko, 2000; Ortiz-Ordoñez *et al.*, 2009; Guzmán del Proó *et al.*, 2011). Cabe hacer notar que la especie con mayor diámetro de huevo informada en la literatura, *T. funebris* (Adams, 1855) con 165 µm (Moran, 1997), habita a mayor latitud, como cabría esperar según la regla tamaño de huevo-latitud descrita por Thorson (1950), sin embargo, el análisis de los datos restantes, no permite establecer una relación definitiva entre estos factores.

En este estudio se determinó que la coloración anaranjada observada en la región gonadal de algunos ejemplares, es causada por la presencia de esporocistos de tremátodo que poseen esa coloración. Las características anatómicas de las cercarias contenidas dentro de los esporocistos, permitió identificarlas como larvas del tipo Cotylocercous o Cotylomicrocercous, pertenecientes a la familia Opcoelidae (James, 1968; Schell, 1970). La infección con larvas de tremátodos digeneos ha sido documentada en varios gasterópodos (Sullivan *et al.*, 1985; Lafferty, 1993; Probst & Kube, 1999; Mouritsen & Poulin, 2002; Galaktionov & Dobrovolskij, 2003; Averbuj & Cremona, 2010). Al igual que en *T. euryomphala*, esta condición no es reconocible externamente y sólo se corrobora al exponer y analizar la gónada.

Microscópicamente, las alteraciones histopatológicas de ejemplares parasitados son extremas. En la región gonadal, sólo la cápsula externa mantiene su estructura general. Los tejidos conectivo y muscular de la cápsula interna se encuentran desorganizados e interrumpidos, permitiendo de ese modo la invasión de parásitos hacia la glándula digestiva. La parcialidad de la invasión y la apariencia histológica sugieren que la glándula digestiva mantiene su función, permitiendo la supervivencia del hospedador y del parásito.

La castración de los moluscos hospedadores puede deberse a efectos mecánicos y químicos provocados por los parásitos en la gónada (Sullivan *et al.*, 1985). La disposición de las trabéculas en los individuos parasitados de *T. euryomphala* y la apariencia comprimida de los esporocistos, sugieren que la proliferación y crecimiento de las cercarias desplaza las trabéculas hasta los límites de la gónada. Igualmente, la escasez o carencia de gametos registrada en los ejemplares parasitados, podría relacionarse con la obstrucción de los espacios hemocélicos provocando desnutrición y autólisis de las células trabeculares (Reader, 1973).

Algunos estudios han determinado que sustancias líticas, tóxicas o antagónicas a las hormonas del hospedador, liberadas por los tremátodos, pueden inhibir la mitosis de células germinales o deteriorar los gonoductos, afectando la maduración de los gametos (Oliva, 1992; Reader, 1973; Sullivan *et al.*, 1985). La escasez de ovocitos maduros y la desorganización de gonias y citos observada en el presente estudio, podrían ser explicados por un mecanismo similar, sin embargo, en este caso sería necesaria la aplicación de una metodología específica para determinar un posible efecto químico sobre la castración de *T. euryomphala*.

Cabe destacar, que si bien el macho parcialmente castrado posee menor número de gametos, aparentemente los espermatozoides no difieren de aquellos presentes en ejemplares no parasitados. Lo anterior puede indicar que la parasitación produce un impacto reproductivo mayor sobre las hembras que sobre los machos de esta especie o bien, que el inicio de la infección, entre individuos, ocurrió en tiempos diferentes del ciclo de vida.

Ante una infección por tremátodos, la primera defensa esperada en moluscos es el incremento de hemocitos (Osnas & Lively, 2005) y, posteriormente, la migración hacia el invasor para destruirlo o aislarlo (Knaap & Loker, 1990). Contrario a lo esperado, no se observó en *T. euryomphala* infiltración de hemocitos ni encapsulación en ninguno de los tejidos estudiados. Esta falta aparente de reacción del sistema inmunológico del hospedador, ha sido descrita en muchas infecciones causadas por tremátodos (Cheng & Rifkin, 1970; Perkins, 1993) y su explicación radicaría en la capacidad del parásito para mimetizarse con el hospedador, evitando el reconocimiento del sistema inmunológico, o interfiriendo con el funcionamiento normal de los hemocitos (Knaap & Loker, 1990).

Cualquiera que sean los mecanismos que expliquen la supervivencia de las cercarias o la magnitud de la castración en individuos parasitados, la prevalencia de parasitación en *T. euryomphala* fue baja (1.33%), considerando otros valores descritos en la literatura, que van desde 15,5% hasta 66,3% de prevalencia (Webb, 1991; Averbuj & Cremona, 2010; Gilardoni *et al.*, 2011; Born-Torrijos *et al.*, 2012). Cabe destacar, sin embargo, que este valor por sí solo no indica la gravedad de la parasitación. Varios estudios han demostrado severos efectos de la infección por tremátodos sobre la estructura poblacional, a través de mortalidad diferencial por tamaño (Lafferty, 1993), por aumento de susceptibilidad al estrés ambiental (Rohde, 2005) o incluso por un comportamiento de mayor exposición al riesgo (Miller & Poulin, 2001). Por otro lado, las tasas de crecimiento pueden ser afectadas por un desvío de energía hacia el parásito o hacia el crecimiento somático o simplemente, por disminuir la capacidad competitiva por el alimento (Lauckner, 1986; Huxham *et al.*, 1993; Lafferty, 1993). A partir del análisis

histológico se concluye que las larvas del tremátodo producen un grave efecto de castración sobre los ejemplares parasitados, sin embargo, saber si estos individuos corresponden a sobrevivientes de la infección y cual es el efecto de este tremátodo Opcoelidae sobre la estructura de la población de *T. euryomphala* en Bahía La Herradura, requerirá estudios fisiológicos y experimentales.

REFERENCIAS

- AVERBUJ, A. & F. CREMONTE. 2010. Parasitic castration of *Buccinanops cochlidium* (Gastropoda: Nassariidae) caused by a lepecreadiid digenean in San José Gulf, Argentina. *Journal of Helminthology* 84 (4): 381–389.
- BELMAR-PÉREZ, J., S. GUZMÁN DEL PRÓO & I. MARTÍNEZ. 1991. Madurez gonádica y ciclo reproductor del caracol panocha (*Astraea undosa* Wood, 1928; Gastropoda: Turbinidae) en Bahía Tortugas, BCS. *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología* 18 (2): 169–187.
- BORN-TORRIJOS, A., A. KOSTADINOVA, J. A. RAGA & A. S. HOLZER. 2012. Molecular and morphological identification of larval opcoelids (Digenea: Opcoelidae) parasitising prosobranch snails in a Western Mediterranean lagoon. *Parasitology International* 61: 450–460.
- BROWN, D. I. 1992. Testicular organization and spermatogenesis in *Tegula (Chlorostoma) tridentata* (Potiez and Michaud, 1838) (Mollusca: Archaeogastropoda: Trochidae). *Microscopía Electrónica y Biología Celular* 16 (1): 17–34.
- CHENG, T. C. & E. RIFKIN. 1970. Cellular reactions in marine molluscs in response to helminth parasitism. In: Snieszko, S. F. (Ed.). *Symposium on diseases of fishes and shellfishes*. Washington DC, American Fisheries Society, pp. 443–496.
- COLOMA, L. A. 1974. Estudio histológico de la gónada de *Tegula (Chlorostoma) atra* (Lesson, 1830), (Mollusca, Gastropoda, Trochidae). *Boletín de la Sociedad Biológica de Concepción* 48: 359–363.
- GALAKTIONOV, K. V. & A. A. DOBROVOLSKIJ. 2003. *The Biology and Evolution of Trematodes. An Essay on the Biology, Morphology, Life Cycles, Transmission, and Evolution of Digenetic Trematodes*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Germany. 592 p.
- GEORGE-NASCIMENTO, M., L. BALBOA, M. ALDANA & V. OLMOS. 1998. Las lapas *Fissurella* spp. (Mollusca: Archaeogastropoda) y el pejesapo *Sicyases sanguineus* (Pisces: Gobiesocidae) son hospedadores secuenciales de *Proctoeces lintoni* (Digenea: Fellodistomidae) en Chile. *Revista Chilena de Historia Natural* 71 (2): 169–176.
- GILARDONI, C., J. ETCHEGOIN, J. I. DIAZ, C. ITURATE & F. CREMONTE. 2011. A survey of larval digeneans in the commonest intertidal snails from northern patagonian coast, Argentina. *Acta Parasitológica* 56 (2): 163–179.
- GIMIN, R. & C. L. LEE. 1997. The reproductive cycle of *Trochus niloticus* in King Sound, Western Australia. In: Lee, C. L. & P. W. Lynch (Eds). *Trochus: status, hatchery practice and nutrition*. Australian Centre for International Agricultural Research 79: 52–59.
- GUZMÁN DEL PRÓO, S. A., T. REYNOSO-GRANADOS, E. SERVIERE-ZARAGOZA & P. MONSALVO-SPENCER. 2011. Larval and early juvenile development of *Tegula eiseni* (Jordan, 1936) (Gastropoda: Trochidae). *CICIMAR Oceanídes* 26 (1): 43–50.
- HICKMAN, C. S. 1992. Reproduction and development of trochacean gastropods. *The Veliger* 35 (4): 245–272.
- HODGSON, A. N. & K. J. ECKELBARGER. 2000. Ultrastructure of the ovary and oogenesis in six species of patellid limpets (Gastropoda: Patellogastropoda) from South Africa. *Invertebrate Biology* 119 (3): 265–277.
- HOOKE, S. H. & R. G. CREESE. 1995. Reproduction of paua, *Haliotis iris* Gmelin 1791 (Mollusca: Gastropoda), in North-eastern New Zealand. *Marine and Freshwater Research* 46 (3): 617–622.
- HUXHAM, H., D. RAFFAELLI & A. PIKE. 1993. The influence of *Cryptocotyle lingua* (Digenea: Platyhelminthes) infections on the survival and fecundity of *Littorina littorea* (Gastropoda: Prosobranchia); an ecological approach. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 168 (2): 223–238.
- JAMES, B. L. 1968. The distribution and keys of species in the family Littorinidae and of their digenean parasites in the region of Dale, Pembrokeshire. *Field Studies* 2: 615–650.
- JOLL, L. M. 1980. Reproductive biology of two species of Turbinidae (Mollusca: Gastropoda). *Australian Journal of Marine and Freshwater Research* 31 (3): 319–335.
- KNAAP, W. P. W. & E. S. LOKER. 1990. Immune mechanisms in trematode-snail interactions. *Parasitology Today* 6 (6): 175–182.
- KULIKOVA, V. A. & V. A. OMELE'YANENKO. 2000. Reproduction and larval development of the Gastropod Mollusk *Tegula rustica* in Peter the Great Bay, Sea of Japan. *Russian Journal of Marine Biology* 26 (2): 128–130.
- KURIS, A. M. 1974. Trophic interactions: similarity of parasitic castrators to parasitoids. *Quarterly Review of Biology* 49 (2): 129–148.
- LAFFERTY, K. D. 1993. Effects of parasitic castration on growth, reproduction and population dynamics of the marine snail *Cerithidea californica*. *Marine Ecology Progress Series* 96: 229–237.
- LAUCKNER, G. 1986. Ecological effects of larval trematode infestation on littoral marine invertebrate populations. *International Journal of Parasitology* 17 (2): 391–398.
- MILLER, A. A. & R. POULIN. 2001. Parasitism, movement, and distribution of the snail *Diloma subrostrata* (Trochidae) in a soft-sediment intertidal zone. *Canadian Journal of Zoology* 79: 2029–2035.
- MORAN, A. L. 1997. Spawning and larval development of the black turban snail *Tegula funebris* (Prosobranchia: Trochidae). *Marine Biology* 128 (1): 107–114.
- MOURITSEN, K. N. & R. POULIN. 2002. Parasitism, community structure and biodiversity in intertidal ecosystems. *Parasitology* 124: S101–S117.
- MUÑOZ, G. & V. OLMOS. 2008. Revisión bibliográfica de especies endoparasitas y hospedadoras de sistemas acuáticos de Chile. *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 43 (2): 173–245.
- OGATA, T., M. KODAMA & F. MATSUURA. 1983. Comparison of Biliproteins in the Ovaries of Marine Snails. *Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries* 49 (5): 751–755.
- OLIVA, M. E. 1992. Parasitic castration in *Fissurella crassa* (Archaeogastropoda) due to an adult digenea *Proctoeces lintoni* (Fellodistomidae). *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz* 87: 37–42.

- OLIVA, M. E., A. N. OLIVARES, C. D. DÍAZ & M. V. PASTEN. 1999. Parasitic castration in *Concholepas concholepas* (Gastropoda: Muricidae) due to a larval digenean in northern Chile. *Diseases of Aquatic Organisms* 36 (1): 61-65.
- OLMOS, V. & M. GEORGE-NASCIMENTO. 1997. El gremio de larvas de Digenea en el caracol del sur de Chile *Chilina dombeyana*: ¿qué indica la tasa metabólica de los hospedadores parasitados? *Revista Chilena de Historia Natural* 70 (1): 109-118.
- ORTÍZ-ORDÓÑEZ, E., E. L. MENDOZA-SANTANA, J. BELMAR-PÉREZ & T. D. PADILLA-BENAVIDES. 2009. Histological description of the male and female gonads in *Tegula eiseni*, *T. funebris*, *T. aureotincta*, *T. gallina*, and *T. regina* from Bahía Tortugas, B.C. S., México. *International Journal of Morphology* 27 (3): 691-697.
- OSNAS, E. E. & C. M. LIVELY. 2005. Immune response to sympatric and allopatric parasites in a snail-trematode interaction. *Frontiers in Zoology* 2 (1): 8.
- PERKINS, F. O. 1993. Infectious diseases of molluscs. In: Couch, J. A. & J. W. Fournie (Eds.). *Pathobiology of marine and estuarine organisms*. London, CRC Press, pp. 255-287.
- PROBST, S. & J. KUBE. 1999. Histopathological effects of larval trematode infections in mudsnails and their impact on host growth: what causes gigantism in *Hydrobia ventrosa* (Gastropoda: Prosobranchia)? *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 238 (1): 49-68.
- READER, T. A. 1973. Histological and ultrastructural studies on the testis of *Bithynia tentaculata* (Mollusca: Gastropoda), and on effects of *Cercaria helvetica* XII (Trematoda: Digenea) on this organ. *Journal of Zoology* 171 (4): 541-561.
- ROHDE, K. 2005. *Marine Parasitology*. CSIRO Publishing, Melbourne and CABI Publishing, Wallingford, Oxon. 592 p.
- RÜDIGER, W. 1970. Animal biliproteins. *Biochemical Journal* 119 (3):1.
- SHELL, S. C. 1970. *How to know the trematodes*. Wm. C. Brown Company Publishers, Dubuque, Iowa, U.S.A. 355 p.
- SERNAPESCA. 2010. Anuarios Estadísticos de pesca 2000-2010. Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura. Disponible en línea en: http://www.sernapesca.cl/index.php?option=com_remository&Itemid=54&func=select&id=2
- SULLIVAN, J. T., T. C. CHENG & H. K. HOWLAND. 1985. Studies on parasitic castration: castration of *Ilyanassa obsoleta* (Mollusca: Gastropoda) by several marine trematodes. *Transactions American Microscopical Society* 104 (2): 154-171.
- THORSON, G. 1950. Reproductive and larval ecology of marine bottom invertebrates. *Biological Reviews* 25 (1): 1-45.
- UNDERWOOD, A. J. 1974. The reproductive cycles and geographical distribution of some common eastern Australian intertidal Prosobranchs (Mollusca: Gastropoda). *Australian Journal of Marine and Freshwater Research* 25 (1): 63-88.
- VÉLEZ-ARELLANO, N., S. GUZMÁN DEL PROÓ & E. ORTÍZ-ORDÓÑEZ. 2009. Gonadal cycle of *Tegula eiseni* (Jordan 1936) (Mollusca: Gastropoda) in Bahía Asunción, Baja California Sur, México. *Journal of Shellfish Research* 28 (3): 577-580.
- VÉLEZ-ARELLANO, N., L. E. MENDOZA-SANTANA, E. ORTÍZ-ORDÓÑEZ & S. A. GUZMÁN DEL PROÓ. 2011. Ciclo gonádico de *Tegula aureotincta* (Mollusca: Gastropoda) en Bahía Asunción, Baja California Sur, México. *Hidrobiológica* 21 (2): 178-184.
- WARD, D. W. & A. R. DAVIS. 2002. Reproduction of the turban shell *Turbo torquatus* Gmelin 1791 (Mollusca: Gastropoda), in New South Wales, Australia. *Marine and Freshwater Research* 53: 85-91.
- WEBB, S. C. 1991. *Cercaria hastata* sp. nov. (Digenea: Trematoda) in *Bullia digitalis*, a sandy beach surfing whelk from the Western Cape coast of South Africa: epidemiology and sex linked phenomena. *Journal of Natural History* 25 (3): 543-558.

Recibido: 06 de junio de 2013.

Aceptado: 01 de septiembre de 2014.