

BOLETÍN

INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ

ISSN 0458-7766

VOLUMEN 34, Número 1



Enero - Junio 2019
Callao, Perú



PERÚ

Ministerio
de la Producción

ESTUDIO PARASITOLÓGICO DE LA CONCHA DE ABANICO *Argopecten purpuratus* (Lamarck, 1819) DE LAS BAHÍAS SECHURA Y SAMANCO, PERÚ

PARASITOLOGICAL STUDY OF THE PERUVIAN SCALLOP *Argopecten purpuratus* (Lamarck, 1819), IN SECHURA AND SAMANCO BAYS, PERU

Teresa Castro¹

RESUMEN

CASTRO T. 2019. Estudio parasitológico de la concha de abanico *Argopecten purpuratus* (Lamarck, 1819) de las bahías Sechura y Samanco, Perú. *Bol Inst Mar Perú*. 34(1): 135-150.- En el 2016 se realizaron estudios de parásitos en 40 ejemplares de concha de abanico *Argopecten purpuratus*, 10 de la bahía de Samanco (Áncash) y 30 de la bahía de Sechura (Piura), obtenidas en zonas de cultivo, en junio y setiembre 2015. Los especímenes de Samanco se fijaron en Davidson, para el estudio histológico; y de los 30 especímenes de la bahía de Sechura, 10 fueron fijados en Davidson para histología y 20 procedentes de las estaciones E-1 Bayovar y E-8 Parachique fueron mantenidos vivos en el laboratorio para su estudio parasitológico en fresco. En las muestras de la estación E-1 se encontraron parásitos: turbelarios, copépodos, larva de cestodo y el gregarino *Nematopsis* sp. En la estación E-8 se hallaron los mismos parásitos que en la estación E-1, y metacercarias de trematodo digenético. En el estudio histológico de las 20 muestras fijadas en Davidson, de ambas bahías, solo se hallaron parásitos en las gónadas; en las conchas procedentes de Sechura se registraron larvas de cestodos, en las de Samanco solo esporoquistes de trematodos digenéticos.

PALABRAS CLAVE: bahía Sechura, bahía Samanco, concha de abanico, histología, parásitos, Perú

ABSTRACT

CASTRO T. 2019. Parasitological study of the Peruvian scallop *Argopecten purpuratus* (Lamarck, 1819) in Sechura and Samanco bays, Peru. *Bol Inst Mar Peru*. 34(1): 135-150.- In 2016, a parasitological study was carried out on 40 specimens of Peruvian scallop *Argopecten purpuratus*, 10 samples came from Samanco Bay (Ancash) and 30 were from Sechura Bay (Piura), which were obtained in culture areas, in June and September 2015. Samanco specimens were fixed in Davidson's solution, for histological analysis; and out of 30 specimens from Sechura Bay, 10 were fixed in Davidson's solution for histology and 20 from E-1 Bayovar and E-8 Parachique stations were kept alive in the laboratory for fresh parasitological analysis. In the E-1 station samples, the following parasites were found: Turbellaria, copepods, cestode larvae and the gregarino *Nematopsis* sp. At the E-8 station, we found the same parasites as at the E-1 station, and metacercariae of digenetic trematode. In the histological analysis of the 20 samples fixed in Davidson's solution, from both bays, parasites were only found in the gonads; cestode larvae were registered in the scallops coming from Sechura, and only sporocysts of digenetic trematodes were registered in the scallops coming from Samanco.

KEYWORDS: Sechura bay, Samanco bay, scallop, histology, parasites, Peru

1. INTRODUCCIÓN

La maricultura representa beneficios económicos importantes para nuestro país (TURECK Y DE OLIVEIRA 2003) y está sustentada también en el cultivo de concha de abanico, *Argopecten purpuratus* (Lamarck), molusco que tiene una extensa distribución en el Pacífico Sudeste, desde Paita (Perú) hasta Coquimbo, Chile (ÁLAMO Y VALDIVIESO 1997), habitando en la franja infralitoral sobre sustratos arenosos, areno-fangosos y de conchuela hasta una profundidad de 40 m (CAVERO Y RODRÍGUEZ 2008).

La concha de abanico, es después del langostino *Penaeus vannamei*, la especie hidrobiológica de mayor importancia en el Perú (PRODUCE, 2016).

1. INTRODUCTION

Mariculture provides important economic benefits for our country (TURECK & DE OLIVEIRA 2003) and it is also supported by the Peruvian scallop *Argopecten purpuratus* (Lamarck) culture, a mollusk that has an extensive distribution in the Southeast Pacific, from Paita (Peru) to Coquimbo, Chile (ÁLAMO & VALDIVIESO 1997), where they inhabit the infralittoral strip on sandy, muddy, and shell substrates up to a depth of 40 m (CAVERO & RODRÍGUEZ 2008).

After the whiteleg shrimp *Penaeus vannamei*, the scallop is the most important hydrobiological species in Peru (PRODUCE, 2016). According

1 IMARPE, DGIA, tcastro@imarpe.gob.pe

Según FONDEPES (2004) su producción proviene básicamente de dos fuentes: la explotación de los bancos naturales y el cultivo. Las principales zonas de cultivo son la bahía de Sechura, isla Lobos de Tierra, bahía de Samanco, bahía Independencia y bahía de Paracas (LOAYZA 2011). Esta especie tiene gran aceptación en los mercados internacionales; así, según ADEX (2015) entre enero y noviembre del 2013 las conchas de abanico llegaron a un total de 24 mercados, cuyo ranking fue liderado por Estados Unidos (US\$ 58,2 millones) seguido de Francia (US\$ 44,4 millones), Bélgica (US\$ 10,7 millones), Italia (US\$ 4,4 millones), Australia (US\$ 4 millones) y Países Bajos (US\$ 3,9 millones).

Pero es preocupante que su producción, según los cuadros estadísticos, no muestre un alza continua. En los años 2012 y 2014 se produjeron apreciables bajas en su producción que fueron atribuibles a varios factores, entre ellos el poco abastecimiento de la semilla y mortalidades que serían producidas por variaciones en demasía de la temperatura, salinidad y oxígeno (AGRARIA.pe 2015). Sin embargo, también las mortalidades pueden deberse a enfermedades infecciosas y estas constituyen el principal factor en la reducción de las producciones acuícolas del mundo (SUBASINGHE et al. 2001, RHODE 2008, LOHRMANN 2009) y entre éstas, las enfermedades producidas por helmintos y protozoos parásitos no deberían descartarse a pesar de los escasos estudios realizados a nivel mundial sobre su rol en la dinámica de las poblaciones de los invertebrados marinos (DE MONTAUDOUIN et al. 2000).

En el ambiente marino, los parásitos son parte inherente de todas las comunidades acuáticas. Su población varía según el hábitat y distribución geográfica de sus hospedadores y, en situaciones normales, generalmente tienden a mantenerse en equilibrio con la población de huéspedes; pero cuando las condiciones bióticas o abióticas se modifican significativamente, la población de los parásitos puede incrementarse poniendo en peligro la salud y la vida de los animales que los hospedan (DESCLAUX et al. 2004, RAYYAN et al. 2006). Está demostrado que el establecimiento del parasitismo en las poblaciones acuáticas generalmente no se debe a una simple relación causa-y-efecto, sino que depende de una interacción compleja entre el organismo y el medio ambiente (KIM et al. 2008). Cambios en la salinidad, temperatura del agua, el oxígeno y la presencia de floraciones fitoplanctónicas y sobre todo de contaminantes pueden influir en la

to FONDEPES (2004), its production comes basically from two sources: the exploitation of natural banks and culture. The main culture areas are Sechura Bay, Lobos de Tierra Island, Samanco Bay, Independencia Bay, and Paracas Bay (LOAYZA 2011). This species has great acceptance in international markets. Thus, according to ADEX (2015) between January and November 2013, scallop reached a total of 24 markets, whose ranking was led by the United States (US\$ 58.2 million) followed by France (US\$ 44.4 million), Belgium (US\$ 10.7 million), Italy (US\$ 4.4 million), Australia (US\$ 4 million), and the Netherlands (US\$ 3.9 million).

However, there is concern that their production, as shown by the statistical tables, does not show a continuous rise. In 2012 and 2014, there were significant drops in production that were attributable to several factors, including the poor supply of seed and mortalities that would be produced by excessive variations in temperature, salinity, and oxygen (AGRARIA.pe 2015). In addition, mortalities may also be due to infectious diseases and these are the main factor in the global reduction of aquaculture production (SUBASINGHE et al. 2001, RHODE 2008, LOHRMANN 2009) and among these, diseases which are produced by helminths and parasite protozoa should not be ruled out despite the scarce studies carried out worldwide on their role in the dynamics of marine invertebrate populations (DE MONTAUDOUIN et al. 2000).

In the marine environment, parasites are an inherent part of all aquatic communities. Their population varies according to the habitat and geographic distribution of their hosts and, in normal situations, they generally tend to remain in balance with the host population; but when biotic or abiotic conditions change significantly, the parasite population can increase, endangering the health and life of the animals that host them (DESCLAUX et al. 2004, RAYYAN et al. 2006). It has been shown that the establishment of parasitism in aquatic populations is generally not due to a simple cause-and-effect relationship. In fact, it depends on a complex interaction between the organism and the environment (KIM et al. 2008). Changes in salinity, water temperature, oxygen and the presence of phytoplankton blooms and, particularly, contaminants can influence the

prevalencia y en la intensidad de las infecciones, ya que afectan el sistema inmunológico del hospedador (SINDERMAN 1979, ROHDE 2002) reduciendo su resistencia a una variedad de parásitos (GALLI et al. 2001). También es interesante señalar que algunos parásitos pueden ser organismos muy útiles en la detección de contaminantes. Tal es el caso de los ectoparásitos, los cuales son particularmente sensibles a la contaminación debido a que están en íntimo contacto con el contaminante externo, por consiguiente tales parásitos tienen especial importancia como organismos indicadores de efectos ambientales adversos (THULIN 1989, MACKENZIE et al. 1995, GALLI et al. 2001).

El parasitismo, es la forma de vida más común en la naturaleza, y es el factor que puede influir en la composición y la estructura de las comunidades de animales (LAFFERTY 2008). Los estudios de parásitos de los bivalvos comerciales son importantes debido a que algunos patógenos pueden afectar su crecimiento y reproducción (MOURITSEN y POULIN 2002) e incluso hasta causar mortalidad masiva en poblaciones naturales y de cultivos (SABRY et al. 2013) como el caso de un parásito *Apicomplexa* causante de la total necrosis del tejido muscular y conectivo de la concha *Chlamys islandica* y que sería el responsable del colapso de este bivalvo en Islandia (KRISTMUNDSSON et al. 2015), o como los parásitos *Perkinsus marinus*, *P. olseni*, *Bonamia ostreae*, *B. exitiosa* y *Marteilia refringens* que afectan a los cultivos de bivalvos en diversas regiones del mundo (CÓDIGO ACUÁTICO 2016).

El presente estudio, realizado en las bahías de Sechura y Samanco, dos importantes áreas geográficas de cultivo de la concha de abanico *A. purpuratus* (Lamarck, 1819), constituye un significativo aporte al conocimiento de la fauna parasitológica presente en este bivalvo, y a los posibles daños que podrían ocasionar en los cultivos.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

ÁREA DE ESTUDIO

Los especímenes estudiados, provienen de zonas de cultivo de las bahías de Samanco y Sechura, los que fueron recolectados en junio y setiembre 2015, respectivamente. En la bahía de Sechura, se estudiaron ejemplares pertenecientes a las estaciones E-1 (Bayovar) y E-8 (Parachique) (Tabla 1).

prevalence and intensity of infections, since they affect the host's immune system (SINDERMAN 1979, ROHDE 2002) by reducing its resistance to a variety of parasites (GALLI et al. 2001). It is also worth mentioning that some parasites can be very useful organisms in the detection of contaminants. Such is the case of ectoparasites, which are particularly sensitive to contamination because they are in close contact with the external contaminant, therefore such parasites are of particular importance as indicator organisms of adverse environmental effects (THULIN 1989, MACKENZIE et al. 1995, GALLI et al. 2001).

Parasitism, the most common way of life in nature, is the factor that can influence the composition and structure of animal communities (LAFFERTY 2008). Surveys of commercial bivalve parasites are important because some pathogens can affect their growth and reproduction (MOURITSEN & POULIN 2002) and even cause massive mortality in natural and culture populations (SABRY et al. 2013) as the case of an *Apicomplexa* parasite which causes total necrosis of the muscular and connective tissue of the Iceland scallop *Chlamys islandica* and which would be responsible for the collapse of this bivalve in Iceland (KRISTMUNDSSON et al. 2015), or as the parasites *Perkinsus marinus*, *P. olseni*, *Bonamia ostreae*, *B. exitiosa*, and *Marteilia refringens* which affect bivalve cultures in various regions around the world (CÓDIGO ACUÁTICO 2016).

This study, carried out in Sechura and Samanco Bays, which are two important geographical areas for the culture of Peruvian scallop *A. purpuratus* (Lamarck, 1819), provides a significant contribution to the knowledge of the parasitological fauna present in this bivalve, and to the possible damage it could cause to cultures.

2. MATERIAL AND METHODS

STUDY AREA

The collected specimens come from the Samanco and Sechura Bays and were sampled in June and September 2015, respectively. In Sechura Bay, specimens belonging to E-1 (Bayovar) and E-8 (Parachique) stations were studied (Table 1).

Tabla 1.- Ubicación de estaciones y número de ejemplares estudiados en fresco

Table 1. Location of stations and number of fresh specimens analyzed

Estaciones/ Stations	Zona / Area	Longitud W Longitude W	Latitud S Latitude S	Nº de especímenes/ specimens
E- 1	Bayovar	081° 00' 30,0"	05° 48' 13,5"	5
E- 8	Parachique	080° 54' 24,9"	05° 44' 48,9"	15
Total				20

MUESTRAS

Se estudiaron 40 especímenes, 30 de la bahía de Sechura y 10 de la bahía de Samanco. De la bahía de Sechura 20 se analizaron en fresco. Los 10 restantes de Sechura y los 10 de Samanco fueron fijados para su estudio histopatológico.

PROCEDIMIENTOS

Las conchas de abanico de la bahía de Sechura, provenientes de las estaciones E-1 y E-8, se mantuvieron vivas en el Laboratorio de Patobiología Acuática, para ser analizadas en fresco para el estudio parasitológico. En el tiempo que los ejemplares estuvieron vivos se tomaron datos de temperatura.

Algunos parásitos fueron fijados para su posterior identificación. Ejemplares observados con el microscopio compuesto Nikon Eclipse 90i fueron medidos y fotografiados. Algunas larvas de cestodos fueron fotografiados con el microscopio electrónico de barrido (Fig. 1) de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

SAMPLES

A total of 40 specimens were analyzed, 30 from Sechura Bay and 10 from Samanco Bay. From Sechura Bay, 20 fresh specimens were analyzed. The remaining 10 of Sechura and the 10 of Samanco were fixed for histopathological analysis.

PROCEDURES

Peruvian scallops of Sechura Bay, from E-1 and E-8 stations, were kept alive in the Aquatic Pathobiology Laboratory to be analyzed for the parasitological survey. Temperature data were taken at the time the specimens were alive.

Some parasites were fixed for later identification. The specimens observed with the compound microscope were measured and photographed (Nikon Eclipse 90i). Some cestode larvae were photographed with the scanning electron microscope (SEM) (Fig. 1), at the National University of San Marcos.

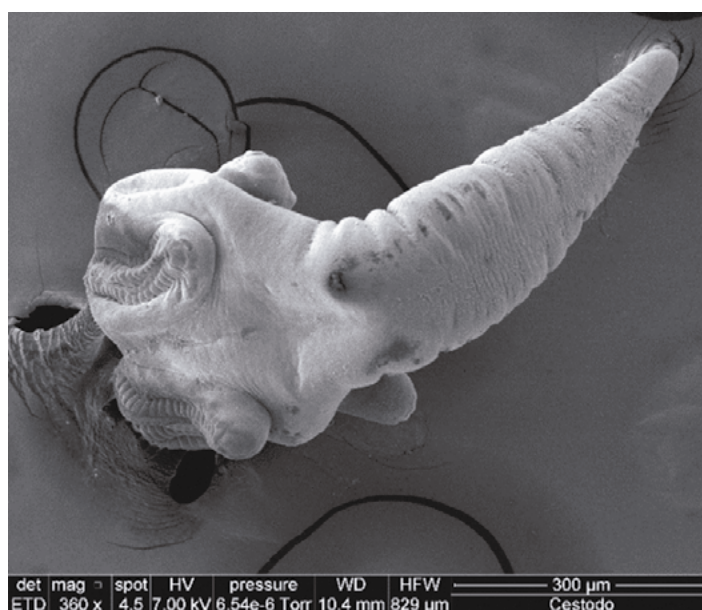


Figura 1.- Larva plerocercoide fotografiada en el Microscopio electrónico de barrido
Figure 1. Plerocercoid larva photographed at the Scanning Electron Microscope (SEM)

En el estudio histopatológico, se analizaron 20 conchas de abanico; 10 procedentes de la bahía de Samanco (Áncash) y 10 de la bahía de Sechura (Piura); estas muestras fueron fijadas en solución de Davidson (SHAW & BATTLE 1957). Los tejidos fijados fueron perfilados y puestos en casetes, los que fueron colocados en el procesador automático de tejidos para su inclusión en parafina (deshidratación, aclaración y parafinado). Los tejidos incluidos en parafina fueron puestos en moldes para luego obtener bloques de parafina; estos bloques fueron cortados con el micrótopo a 5 µm y colocados en láminas portaobjetos para su coloración con hematoxilina y eosina de Harris, según el procedimiento de LUNA (1968). Se obtuvieron 100 láminas coloreadas de tejido de concha de abanico para cada localidad y su estudio se realizó con un microscopio de luz Nikon Eclipse 90i.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De las 20 conchas mantenidas vivas, murieron tres ejemplares procedentes de la estación E-1 y cuatro de la estación E- 8, en la primera semana de febrero del 2016. Esta mortalidad se relaciona con el incremento de protozoos y turbelarios encontrados al analizar las muestras muertas y vivas, presumiéndose que el aumento masivo se debió al incremento de la temperatura, como se observa en la Tabla 2, ya que la temperatura promedio normal fue de 14°C.

En el estudio parasitológico de conchas de abanico (Fig. 2) procedentes de E-1 (Bayovar) se hallaron cuatro parásitos (turbelarios, copépodos, larvas de cestodo (plerocercoides) y el gregarino *Nematopsis* sp. En las conchas correspondientes a E-8 (Parachique) se encontraron los parásitos antes

In the histopathological survey, a total of 20 scallops were analyzed; 10 from Samanco Bay (Ancash) and 10 from Sechura Bay (Piura); these samples were fixed in Davidson’s solution (SHAW & BATTLE 1957). The fixed tissues were profiled and placed on cassettes which were placed in the automatic tissue processor for their immersion in paraffin (dehydration, rinsing, and paraffin waxing). Tissues immersed in paraffin were placed in molds to obtain paraffin blocks; these blocks were cut with the microtome at 5 µm and placed in sections to be colored with hematoxylin and Harris eosin, following the LUNA (1968) procedure. A total of 100 colored sections of scallop tissue were obtained for each locality and they were studied using a Nikon Eclipse 90i light microscope (LM).

3. RESULTS AND DISCUSSION

Out of 20 scallops that were kept alive, three specimens from E-1 station and four from E-8 station died in early February 2016. This mortality is related to the increase in protozoa and Turbellaria which were found when analyzing the dead and live samples. We assume that the massive increment was due to the increase in temperature, as shown in Table 2 since the average normal temperature was 14°C.

In the parasitological survey of Peruvian scallop (Fig. 2) from E-1 (Bayovar) a total of four parasites were found (Turbellaria, copepods, cestode larvae (plerocercoids), and the gregarino *Nematopsis* sp. In scallops corresponding to E-8 (Parachique) there were

Tabla 2.- Temperatura (°C) promedio por semana en las conchas de abanico mantenidas vivas

Table 2. Average temperature (°C) per week in scallops kept alive

Estaciones Stations	Diciembre 2015 December 2015		Enero 2016 January 2016		Febrero 2016 February 2016	
	Nº de semana / Nº of week					
	4ta	1era	2da	3era	4ta	1era
	(T °C)					
E-1	24,57	25,00	26,00	27,50	28,25	28,50
E-8	24,57	25,00	26,00	27,50	28,25	28,50

Observaciones: Las temperatura son las máximas (promedio) presentadas por semana
Remarks: Temperatures are the maximal (average) presented per week

mencionados y larvas de trematodo digenético (metacercaria); los turbelarios, copépodos (Fig. 3), larvas de cestodo y *Nematopsis* sp., tuvieron 100% de prevalencia (Tablas 3, 4).

En el análisis histopatológico de los tejidos de ejemplares procedentes de bahía de Sechura se tomó en cuenta la determinación de parásitos y los daños que éstos hubieran producido. Se observaron tejidos de branquia, gónada, glándula digestiva y músculo de diez ejemplares. La mayoría de las muestras de branquias (Fig. 4), fibras del tejido muscular (Fig. 5), túbulos seminíferos de testículos (Fig. 6) y folículos ováricos se encontraron normales. Los tejidos gonadales de todos los ejemplares observados

found the parasites aforementioned and larvae of digenetic trematode (metacercaria); as shown in Tables 3 and 4. Turbellaria, copepods (Fig. 3), cestode larvae, and *Nematopsis* sp. had a prevalence of 100%.

The histopathological analysis of the tissues of specimens from Sechura Bay took into account the determination of parasites and the damage they had caused. Gill, gonad, digestive gland, and muscle tissues were observed in ten specimens. Most samples of gills (Fig. 4), muscle tissue fibers (Fig. 5), seminiferous tubules of the testes (Fig. 6), and ovarian follicles were found to be normal. The gonadal tissues of all the observed specimens presented metacestode



Figura 2.- Especie estudiada: *A. purpuratus*

Figure 2. Studied species: *A. purpuratus*

Tabla 3.- Prevalencia de parásitos presentes en conchas de abanico estudiadas en fresco, Bayovar (E-1)

Table 3. Prevalence of parasites present in studied fresh scallops, Bayovar (E-1)

Parásito / Parasite	Órgano / Organ	Conchas de abanico estudiadas / Scallop studied	Parasitados / Parasitized	% Prevalencia/ Prevalence
Turbelario / Turbellaria	Branquia / Gill	5	5	100
Copépodo / Copepod	Branquia / Gill	5	5	100
Cestodo / Cestode (Pleroceroide)	Gónada / Gonad	5	5	100
Trematodo digenético / Digenetic trematode (Metacercaria)	Manto / Mantle	5	0	0
Apicomplexa (<i>Nematopsis</i> sp.)	Gónada / Branquia Gonad / Gill	5	5	100



Figura 3.- Copépodo hallado en branquia de la concha de abanico.
Aumento 10X

Figure 3. Copepod found in scallop gill. 10X magnification

Tabla 4.- Prevalencia de parásitos presentes en conchas de abanico estudiadas en fresco, Parachique (E- 8)

Table 4. Prevalence of parasites present in studied fresh scallops, Parachique (E- 8)

Parásito / Parasite	Órgano / Organ	Conchas de abanico estudiadas / Scallop studied	Parasitados / Parasitized	% Prevalencia / Prevalence
Turbelario	Branquia	15	15	100
Copépodo	Branquia	15	15	100
Cestodo (Plerocercóide)	Gónada	15	15	100
Trematodo digenético (Metacercaria)	Manto	15	2	13,33
Apicomplexa (<i>Nematopsis</i> sp.)	Gónada / Branquia	15	15	100

presentaron larvas de metacéstodo del orden Tetrphyllidea libres en el interior del intestino (Fig. 7), las larvas estuvieron desgarrando y causando severa atrofia en la mucosa intestinal.

En forma similar a lo analizado en ejemplares de la bahía de Sechura se estudiaron a los procedentes de la bahía de Samanco. No se observaron parásitos en branquias, glándula digestiva y tejido muscular. En todas las muestras de tejido gonadal, se hallaron larvas de trematodos digenéticos tipo esporoquiste. Estos esporoquistes de trematodos hemiuridos se observaron con variable abundancia; algunas láminas de tejido gonadal presentaron gran cantidad de sus sacos germinales en la región ovárica del bivalvo (Fig. 8).

larvae belonging to the order Tetrphyllidea inside the intestine (Fig. 7), the larvae were tearing and causing severe atrophy in the intestinal mucosa.

In a similar way to what was analyzed in specimens from the Sechura Bay, those coming from the Samanco Bay were studied. No parasites were observed in gills, digestive gland, and muscle tissue. In all gonadal tissue samples, sporocyst (larval form of digenetic trematode) were found. These hemiurid trematode sporocyst were observed with variable abundance; some slices of gonadal tissue presented large quantities of their germinal sacs in the ovarian region of the bivalve (Fig. 8).

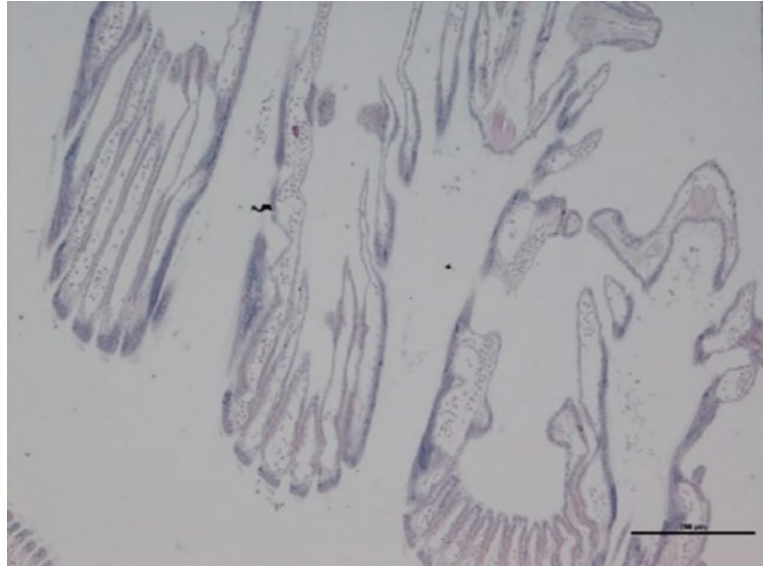


Figura 4.- Lamelas branquiales normales, sin presencia de parásitos. Aumento 10X

Figure 4. Normal gill lamellae, no parasites were present. 10X magnification

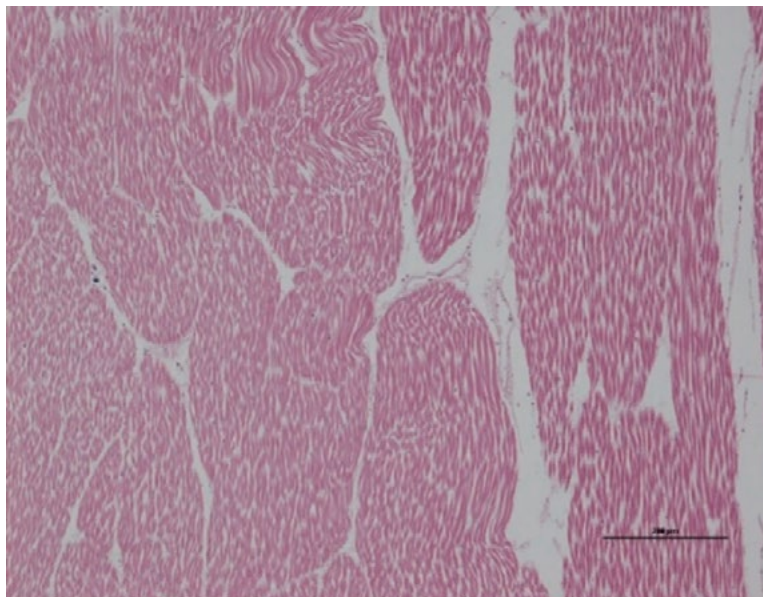


Figura 5.- Tejido muscular normal, sin presencia de parásitos. Aumento 10X

Figure 5. Normal muscle tissue, no parasites were present. 10X magnification

Tanto en las conchas de abanico de la E-1 y como de la E-8 (bahía de Sechura) se halló la fauna parasitológica muy similar, mostrando diferencia en cuanto a la presencia de metacercarias, registrando en la E-8 el 13,3% y en la E-1 0% de prevalencia (Tablas 3, 4).

La prevalencia del protozoo Apicomplexa, *Nematopsis* sp., fue 100%. Este gregarino se caracteriza por producir en el bivalvo ooquistes resistentes que son monozoicos, es decir, tienen

A very similar parasitological fauna was found in the E-1 and E-8 scallops of Sechura Bay, showing a difference in the presence of metacercariae, with a prevalence of 13.3% in the E-8 station and 0% in the E-1 station (Tables 3, 4).

The prevalence of the Apicomplexa protozoan, *Nematopsis* sp., was 100%. This gregarino is characterized by producing in the bivalve resistant oocysts that are monozoic, which

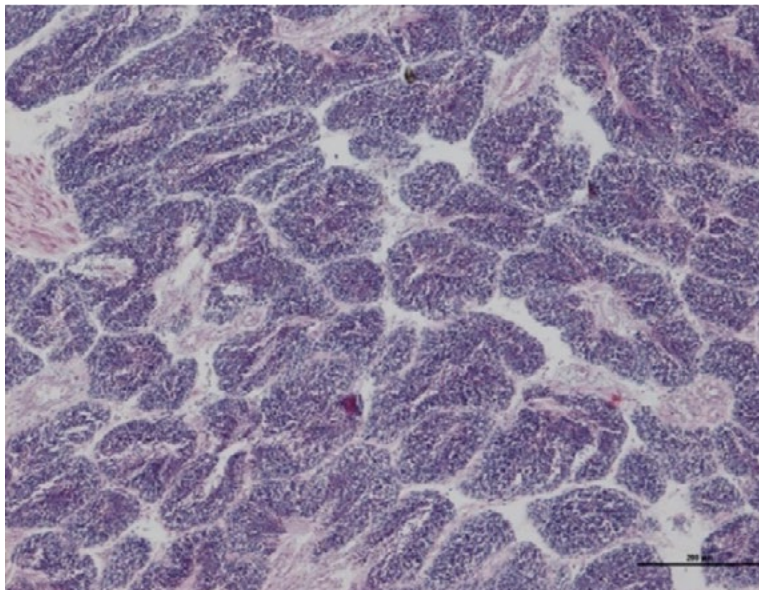


Figura 6.- Tejido testicular con túbulos seminíferos normales, sin presencia de parásitos. Aumento 10X

Figure 6. Testicular tissue with normal seminiferous tubules, no parasites were present. 10X magnification

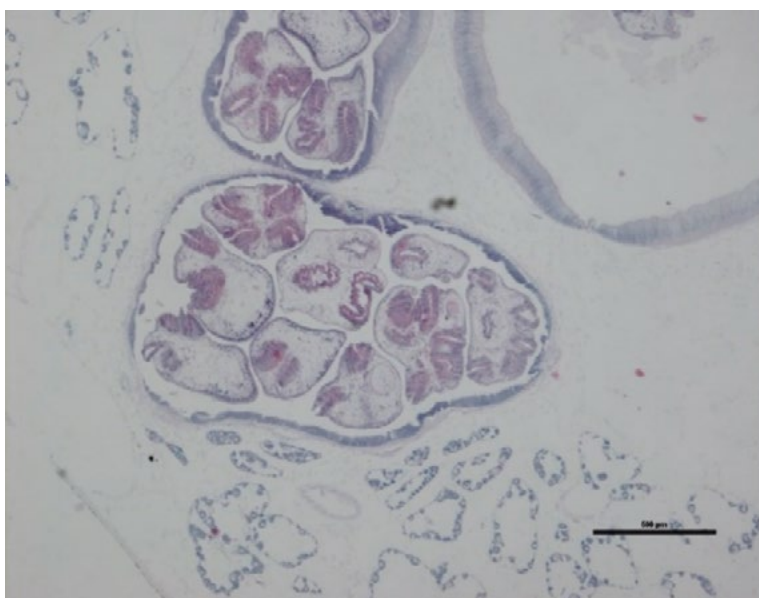


Figura 7.- Lavas plerocercoides libres en el interior del intestino, en la zona gonadal. Aumento 4X

Figure 7. Plerocercoid larvae inside the intestine, in the gonadal region. 4X magnification

solamente un esporozoito en cada ooquiste (CLOPTON 2002). *Nematopsis* es muy común en los moluscos bivalvos del mundo y diversos investigadores le atribuyen un rol patológico (CHENG 1967, NASCIMENTO *et al.* 1986, AZEVEDO & CACHOLA 1992, TUNTIWARANURUK *et al.* 2004, CEUTA & BOEHS 2012). *Suelen estar en los fagocitos del bivalvo en número variable de 1 hasta 8 ooquistes*

means that they have only one sporozoite in each oocyst (CLOPTON 2002). *Nematopsis* is very common in the world's bivalve mollusks and several researchers attribute a pathological role to it (CHENG 1967, NASCIMENTO *et al.* 1986, AZEVEDO & CACHOLA 1992, TUNTIWARANURUK *et al.* 2004, CEUTA & BOEHS 2012). *They are usually located in the phagocytes of the bivalve in*

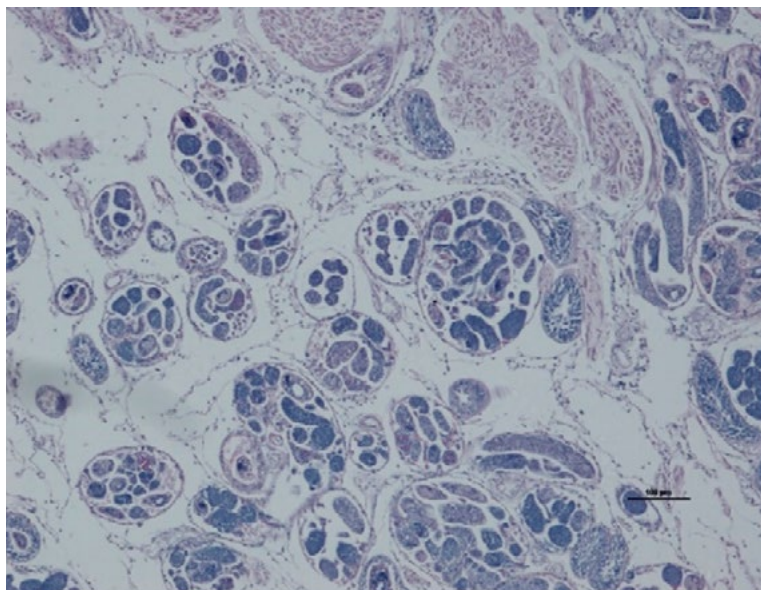


Figura 8.- Tejido gonadal con larvas de trematodos digenéticos. Aumento 10X

Figure 8. Gonadal tissue with digenetic trematode larvae. 10X magnification

por fagocito (TUNTIWARANURUK *et al.* 2004, CEUTA & BOEHS 2012). Su ciclo biológico es heteroxénico, siendo los moluscos bivalvos sus hospedadores intermediarios y los crustáceos sus hospedadores definitivos. En las muestras frescas de Sechura se les ha encontrado en gónadas y branquias, pero en otras regiones del mundo se le ha observado con mayor frecuencia en las branquias, manto y palpos labiales (TUNTIWARANURUK *et al.* 2004, CEUTA & BOEHS 2012).

Los turbelarios parásitos son muy comunes en bivalvos marinos de diferentes partes del mundo, especialmente en la especie *Urastoma cyprinae* (BATALLER & BOGHEN 2000, BOWER 2001, ZEIDAN *et al.* 2012). Este turbelario tiene especial atracción por el mucus de las branquias de los bivalvos, causando alteración de sus proteasas (BRUN *et al.* 2000), pero también se le ha visto como un organismo de vida libre (CANESTRI-TROTTI *et al.* 1998). Hasta el momento no se le ha asociado con mortalidad en bivalvos, pero causan desorganización de los filamentos branquiales con reducción de los espacios interlamelares, densa infiltración de hemocitos y subsecuente necrosis del tejido branquial adyacente (BOWER 2001). También se especula que en infecciones masivas estos organismos podrían reducir la capacidad de ingesta de alimentos de los bivalvos (ROBLEDO *et al.* 1994). Al turbelario *Urastoma cyprinae* algunos lo consideran comensal, pero cuando se encuentra en

variable number from 1 to 8 oocysts per phagocyte (TUNTIWARANURUK *et al.* 2004, CEUTA & BOEHS 2012). Their biological cycle is heteroxenic, with bivalve mollusks as intermediate hosts and crustaceans as definitive hosts. In fresh samples of Sechura, they have been found in gonads and gills, but in other areas around the world, they have been observed more frequently in gills, mantle and labial palps (TUNTIWARANURUK *et al.* 2004, CEUTA & BOEHS 2012).

Parasitic Turbellaria is very common in marine bivalves from around the world, especially in the species *Urastoma cyprinae* (BATALLER & BOGHEN 2000, BOWER 2001, ZEIDAN *et al.* 2012). This Turbellaria has special attraction for the mucus of the bivalves' gill, causing an alteration of their proteases (BRUN *et al.* 2000), but it has also been seen as a free-living organism (CANESTRI-TROTTI *et al.* 1998). So far, they have not been associated with mortality in bivalves, but they cause disorganization of gill filaments with reduction of interlamellar spaces, dense hemocyte infiltration, and subsequent necrosis of adjacent gill tissue (BOWER 2001). Also, it is hypothesized that in massive infections these organisms could reduce the food intake capacity of bivalves (ROBLEDO *et al.* 1994). The *Urastoma cyprinae* turbellaria is considered by some to be

grandes cantidades causa daños patológicos en las branquias de los bivalvos y le reducen capacidad para alimentarse (TROTTI *et al.* 1998). Los turbelarios hallados en las muestras frescas de conchas de abanico de la localidad de Sechura tuvieron 100% de prevalencia.

Los copépodos hallados en las muestras frescas de concha de abanico, pertenecientes a la bahía de Sechura, presentaron prevalencia del 100%. *Hay más de 400 especies de copépodos que han sido encontrados en invertebrados* (HUMES 1994), como por ejemplo: el copépodo *Herrmannella tivelae* parasita las branquias y el manto de la almeja "pismo" *Tivela stultorum* en Baja California, México, pero, no obstante que su incidencia y prevalencia fueron elevadas no se hallaron lesiones significativas por lo que se presume que tiene un rol de comensal y no de parásito (CÁCERES-MARTÍNEZ *et al.* 1998). Sucede lo mismo con el copépodo de suborden *Poecilostomastoida* en la cavidad del manto de bivalvos de Indonesia (STOCK 1995) y *Lichomolgus* en branquias de la almeja *Perna canaliculus* (DINAMANI & GORDON 1974, HINE 1989).

Las metacercarias halladas en el manto de la concha de abanico podrían pertenecer a las familias *Bucephalidae*, *Fellodistomidae* o *Gymnophalidae*, ya que según PEKKARINEM (1987) y SUJA *et al.* (2013) las especies de estas familias de digeneos tienen la particularidad de hospedarse en moluscos bivalvos. Para los trematodos de la familia *Fellodistomidae* y *Bucephalidae* su hospedador definitivo es un pez carnívoro y para las especies de la familia *Gymnophalidae* es un ave acuática (SINDERMANN & ROSENFELD 1967, MLADINEO & PEHARDA 2005, SUJA *et al.* 2013).

Los esporoquistes o sacos germinativos hallados en las gónadas fueron identificados como larvas de trematodos de la superfamilia *Hemiuroidea* debido a que contenían en su interior cercarias del tipo *cistófora*, las cuales se encuentran presente solo en estos digeneos. Estas larvas fueron reportadas anteriormente causando castración en las conchas de abanico de la bahía de Paracas (MATEO *et al.* 1985). La superfamilia *Hemiuroidea*, con 13 familias (*Accacoeliidae*, *Bathycotylidae*, *Bunocotylidae*, *Derogenidae*, *Dictysarcidae*, *Didymozoidae*, *Hemiuridae*, *Hirudinellidae*, *Isoparorchiiidae*, *Lecithasteridae*, *Ptychogonimidae*,

commensal, but when it is found in large quantities it causes pathological damage to the bivalves' gill and reduces its ability to feed (TROTTI *et al.* 1998). Turbellaria found in scallop fresh samples from the locality of Sechura had a prevalence of 100%.

The copepods found in the fresh samples of scallops from Sechura Bay, had a prevalence of 100%. *There are more than 400 species of copepods that have been found in invertebrates* (HUMES 1994), such as the copepod *Herrmannella tivelae* which parasitizes the gills and the mantle of the Pismo clam *Tivela stultorum* in Baja California, Mexico, but although their incidence and prevalence were high, no significant lesions were found, so it is presumed to have a commensal rather than a parasitic role (CÁCERES-MARTÍNEZ *et al.* 1998). The same applies to the *Poecilostomastoida* copepod in the cavity of bivalves' mantle in Indonesia (STOCK 1995), and *Lichomolgus* in gills of the clam *Perna canaliculus* (DINAMANI & GORDON 1974, HINE 1989).

Metacercariae found in the scallop's mantle could belong to the families *Bucephalidae*, *Fellodistomidae* or *Gymnophalidae* since according to PEKKARINEM (1987) and SUJA *et al.* (2013) the species of these families of digeneas have the particularity of being hosted in bivalve mollusks. In the case of the trematodes belonging to the families *Fellodistomidae* and *Bucephalidae*, their definitive host is a carnivorous fish, and in the case of the species of the family *Gymnophalidae*, it is an aquatic bird (SINDERMANN & ROSENFELD 1967, MLADINEO & PEHARDA 2005, SUJA *et al.* 2013).

Sporocysts or germinative sacs, which were found in the gonads, were identified as trematode larvae of the superfamily *Hemiuridae* due to the fact that they contained cystophorous cercariae, which are present only in these digeneans. These larvae were previously reported to cause castration in scallops from Paracas Bay (MATEO *et al.* 1985). The superfamily *Hemiuridae*, with 13 families (*Accacoeliidae*, *Bathycotylidae*, *Bunocotylidae*, *Derogenidae*, *Dictysarcidae*, *Didymozoidae*, *Hemiuridae*, *Hirudinellidae*, *Isoparorchiiidae*, *Lecithasteridae*, *Ptychogonimidae*, *Sclerodistomidae*, and *Syncoeliidae*) (GIBSON & BRAY 1979, BLAIR *et al.*

Sclerodistomidae y Syncoeliidae) (GIBSON & BRAY 1979, BLAIR *et al.* 1998, GIBSON 2002, KOSTADINOVA & PÉREZ-DEL OLMO 2014), es una de las más complejas de las 25 superfamilias que poseen los parásitos digeneos (KOSTADINOVA & PÉREZ-DEL-OLMO 2014). Las especies adultas de la superfamilia Hemiuroidea son parásitos del estómago, principalmente de teleosteos marinos, pero también se les encuentra parasitando elasmobranchios, peces de agua dulce y ocasionalmente anfibios y reptiles (GIBSON 2002). Estos digeneos tienen como primer hospedador intermediario a moluscos gasterópodos donde normalmente desarrollan redias que generan asexualmente a las cercarias cistóforas (CHING 1960, KOIE 1989, 1990a, 1990b, 1991, 1992); por consiguiente el hallazgo de esporocistos con cercarias cistóforas en la concha de abanico es un evento muy singular, ya que hasta el momento solo se les había reportado en otros dos bivalvos, una en la almeja *Anadara brasiliana* del Golfo de México (WARDLE 1975) y la otra en la almeja *Anadara trapezia* en Australia (DANG *et al.* 2013).

En los ciclos biológicos estudiados por CHING (1960) y KOIE (1989, 1990a, 1991), las cercarias continúan su ciclo biológico, en copépodos donde desarrollan en metacercarias progenéticas libres en el hemocoelo de estos invertebrados. Generalmente las cercarias cistóforas son nadadoras y son ingeridas por copépodos planctónicos; pero KOIE (1990b), también reporta la existencia de hemiuridos con cercarias no nadadoras que desarrollan en copépodos bentónicos. No obstante ser los copépodos los hospedadores predominantes de las metacercarias de los hemiúridos, también se han hallado metacercarias de estos digeneos en quetognatos, ctenóforos y anfípodos (CHING 1960, DE MATTOS-ALMEIDA *et al.* 2009).

Considero importante destacar, que los esporocistos conteniendo cercarias cistóforas hallados en la concha de abanico *A. purpuratus* en la bahía de Samanco tienen mucha semejanza con los esporocistos del hemiúrido *Cercaria anadarae* de la almeja *Anadara brasiliana* del Golfo de México, porque igualmente a lo observado por WARDLE (1975) de que los esporocistos del hemiúrido de *Anadara brasiliana* reptan libremente fuera del bivalvo, a los esporocistos

1998, GIBSON 2002, KOSTADINOVA & PÉREZ-DEL OLMO 2014), is one of the most complex of the 25 superfamilies belonging to digenean parasites (KOSTADINOVA & PÉREZ-DEL-OLMO 2014). The adult species of the superfamily Hemiuridae are stomach parasites, mainly of a marine teleost, but they are also found parasitizing elasmobranchs, freshwater fish and occasionally amphibians and reptiles (GIBSON 2002). These digeneans have gastropod mollusks as their first intermediate host, where they normally develop rediae that asexually generate the nearby cystophorous cercariae (CHING 1960, KOIE 1989, 1990a, 1990b, 1991, 1992). Therefore, the discovery of sporocysts with cystophorous cercariae in scallops is a very singular event, given that until now they had only been reported in two other bivalves, one in the clam *Anadara brasiliana* in the Gulf of Mexico (WARDLE 1975) and the other in the clam *Anadara trapezia* in Australia (DANG *et al.* 2013).

In the biological cycles studied by CHING (1960) and KOIE (1989, 1990a, 1991), cercariae continue their biological cycle in copepods, where they develop into free-living progenetic metacercariae in the hemocoel of these invertebrates. Cystophorous cercariae are generally swimmers and, therefore, they are ingested by planktonic copepods; but KOIE (1990b), also reports the existence of hemiurids with non-swimmer cercariae that develop in benthic copepods. Although copepods are the predominant hosts of hemiurid metacercariae, metacercariae of these digeneneans have also been found in chaetognaths, ctenophores, and amphipods (CHING 1960, DE MATTOS-ALMEIDA *et al.* 2009).

It is worth noting that the sporocysts containing cystophorous cercariae found in Peruvian scallop *A. purpuratus* from Samanco Bay are very similar to the sporocysts of the hemiurid *Cercaria anadarae* of the clam *Anadara brasiliana* from the Gulf of Mexico, because likewise to the observation made by WARDLE (1975) that the sporocysts of the hemiurid of *Anadara brasiliana* crawl freely out of the bivalve, the sporocysts found in the scallop can also be seen moving freely through the bottom of the

hallados en la concha de abanico también pueden vérselos desplazarse libremente por el fondo del acuario. Considerando que la cercaria no sale del esporocisto y éste puede salir y reptar en el fondo marino donde vive el bivalvo es probable que poliquetos y pequeños decápodos se coman a estos esporocistos y sean los segundos hospedadores intermediarios de este parásito.

Los trematodos digeneos le hacen perder a los bivalvos la capacidad de refugiarse en el sedimento, haciéndolos vulnerables al ataque de más parásitos y de depredadores y de esta manera elevan la incidencia de mortalidad de estos valiosos invertebrados acuáticos (SPARKS & CHEW 1966, DESCLAUX *et al.* 2002). También producen estrés y reducción de su condición (SHELLEY *et al.* 1988). Los trematodos pueden ser comunes en ciertos meses del año y estar completamente ausentes en otros (KHAMDAN 1998).

Tanto en gónadas de la concha de abanico de la bahía de Sechura al estado fresco como en los cortes histológicos, se pudo observar larvas del cestodo pertenecientes al Orden Tetraphyllidea con prevalencia del 100%, los que también fueron reportados por CASTRO 2015.

De los parásitos hallados en la concha de abanico, los más importantes son los digeneos que anidan y se reproducen masivamente en las gónadas produciéndoles castración. Además, se ha hallado que los hemiúridos tienen la capacidad de eludir el sistema inmune del bivalvo, disminuyéndole la capacidad de fagocitosis de sus hemocitos (DANG *et al.* 2013). Con respecto a los cestodos, casi nada se sabe acerca de su patología, a pesar de su frecuente aparición en los bivalvos marinos; pero no cabe duda que las infecciones con larvas de cestodos, que en algunos casos son muy intensas, afectan severamente la salud de los moluscos bivalvos (LAUCKNER 1983). Por su parte CAKE (1977) llegó a la conclusión que las infecciones intensas con larvas de cestodos afectaban el crecimiento y la reproducción de los bivalvos comerciales.

aquarium. In light of the fact that the cercaria does not come out of the sporocyte and that the sporocyte can come out and crawl on the seabed where the bivalve lives, it is likely that polychaetes and small decapods will eat these sporocytes and be the second intermediate hosts of this parasite.

The digenean trematodes make the bivalves lose the ability to shelter in the sediment, making them vulnerable to attack by more parasites and predators and thus increase the mortality incidence of these valuable aquatic invertebrates (SPARKS & CHEW 1966, DESCLAUX *et al.* 2002). They also produce stress and reduce their condition (SHELLEY *et al.* 1988). Trematodes may be common in certain months of the year and also they may be completely absent in others (KHAMDAN 1998).

In the survey of fresh gonads of scallops from Sechura, as well as in histological cuts, it was possible to observe cestode larvae belonging to the Order Tetraphyllidea with a prevalence of 100%, which were also reported by CASTRO 2015.

The most important of the parasites found in scallops are the digeneans that nest and massively reproduce in the gonads which produce castration. In addition, it has been found that hemiurids have the ability to elude the immune system of the bivalve, decreasing the phagocytosis capacity of their hemocytes (DANG *et al.* 2013). Regarding cestodes, there is almost nothing known about their pathology, despite their frequent appearance in marine bivalves; but there is no doubt that infections with cestode larvae, which in some cases are very intense, severely affect the health of bivalve mollusks (LAUCKNER 1983). As for CAKE (1977), he concluded that intense infections with cestode larvae affected the growth and reproduction of commercial bivalves.

4. REFERENCIAS / REFERENCES

- ADEX. 2015. Exportación de conchas de abanico cayó 17.4% entre enero y noviembre del 2014. Diario Gestión. 30 de enero de 2015.
- AGRARIA.PE. 2015. Envíos de conchas de abanico cayeron 7.9% en el primer trimestre del año- <http://agraria.pe/noticias/envios-de-conchas-de-abanico-cayeron-79-en-el-primer-trimestre-8265>
- ÁLAMO V, VALDIVIESO V. 1997. Lista sistemática de moluscos marinos del Perú (segunda edición revisada y actualizada). Bol Inst Mar del Perú. 183 pp.
- AZEVEDO C, CACHOLA R. 1992. Fine structure of the apicomplexa oocyst of *Nematopsis* sp. of two marine bivalve molluscs. Diseases of Aquatic Organisms. 14: 69 - 73.
- BATALER E, BOGHEN A D. 2000. Elimination of the gill worm *Urastoma cyprinae* (Graff) from the eastern oyster *Crassostrea virginica* (Gmelin) using different salinity-temperature combinations. Aquaculture. 182: 199 - 208.
- BLAIR D, BRAY R A, BARKER S C. 1998. Molecules and morphology in phylogenetic studies of the Hemiuroidea (Digenea: Trematoda: Platyhelminthes). Mol Phylogent Evol. 9: 15 - 25.
- BOWER S M. 2001. Mussel Gill Turbellaria. Synopsis of Infectious Diseases and Parasites of Commercially Exploited Shellfish. Fisheries and Oceans, Canada.
- BRUN N T, ROSS N W, BOGHEN A D. 2000. Changes in the electrophoretic profiles of gill mucus proteases of the eastern oyster *Crassostrea virginica* in response to infection by the turbellarian *Urastoma cyprinae*. Journal of Invertebrate Pathology. 75: 163 - 170.
- CÁCERES-MARTÍNEZ J, MACÍAS-MONTES DE OCA P, UNZUETA ML, VÁSQUEZ-YEOMANS R, SUÁREZ-MORALES E. 1998. *Herrmannella tivelae* (Crustacea: Copepoda) asociado a la almeja pismo, *Tivela stultorum* (Mollusca: Bivalvia), en Baja California, México. Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. Serie Zoología. 69(2): 155 - 164.
- CAKE E W. 1977. Larval cestode parasites of edible mollusks of the Northeastern Gulf of Mexico. Gulf Research Reports. 6: 1 - 8.
- CANESTRI-TROTTI G C, BACCARANI E M, GIANNETTO S, GIUFFRIDA A, PAESANTI F. 1998. Prevalence of *Mytilicola intestinalis* (Copepoda: Mytilicolidae) and *Urastoma cyprinae* (Turbellaria: Hypotrichinidae) in marketable mussels *Mytilus galloprovincialis* in Italy. Diseases of Aquatic Organisms. 32: 145 - 149.
- CASTRO T. 2015. Diversidad parasitológica de la concha de abanico *Argopecten purpuratus*, de las bahías de Sechura (Piura) y de Samanco (Ancash). Dirección General de Investigaciones en Acuicultura. Área Funcional de Investigaciones en Acuicultura. Informe técnico anual. IMARPE.
- CAVERO P, RODRÍGUEZ P. 2008. Producción sostenida de moluscos bivalvos en el Perú: acuicultura y repoblamiento. En A. Lovatelli, A. Farías e I. Uriarte (eds). Estado actual del cultivo y manejo de moluscos bivalvos y su proyección futura: factores que afectan su sustentabilidad en América Latina. Taller Técnico Regional de la FAO. 20-24 de agosto de 2007, Puerto Montt, Chile. FAO Actas de Pesca y Acuicultura. Roma, FAO. No. 12. 209 - 218 pp.
- CEUTA L O, BOEHS G. 2012. Parasites of the mangrove mussel *Mytella guyanensis* (Bivalvia: Mytilidae) in Camamu Bay, Bahia, Brazil. Braz. J. Biol. 72: 421 - 427.
- CHEUNG T. 1967. Marine molluscs as hosts for symbioses with a review of know parasites of commercially important species. Advances in Marine Biology.
- CHING H L. 1960. Studies on three hemiuroid cercariae from Friday Harbor Washington. J Parasitol. 46: 663 - 670.
- CLOPTON R E. 2002. Phylum Apicomplexa Levine, 1970: Order Eugregarinorida Léger, 1900. Pages 205-288. In: Illustrated Guide to the Protozoa, 2nd edition, J. J. Lee, G. Leedale, D. Patterson, and P. C. Bradbury, eds. Society of Protozoologists, Lawrence, Kansas.
- CÓDIGO ACUÁTICO. 2016. OIE (Código sanitario para los animales acuáticos). 19ª edición.
- DANG C, CRIBB T H, OSBORNE G, KAWASAKI M, BEDIN A S, BARNES A C. 2013. Effect of a hemiuroid trematode on the hemocyte immune parameters of the cockle *Anadara trapezia*. Fish and Shellfish Immunology. 35: 951 - 956.
- DE MATTOS-ALMEIDA F, BARQUETE V, PEREIRA JR J. 2009. Progenetic metacercariae of *Parahemiurus merus* (Platyhelminthes, Digenea, Hemiuridae) infecting *Parasagitta friderici* (Chaetognatha) from southern coast Brazil. Atlantica, Rio Grande. 31: 35 - 38.
- DE MONTAUDOUIN X, KISIELEWSKI I, BACHELET G, DESCLAUX C. 2000. A census of macroparasites in an intertidal bivalve community, Arcachon Bay, France. Oceanologica Acta. 23: 453 - 468.
- DESCLAUX C, DE MONTAUDOUIN X, BACHELET G. 2002. Cockle emergence at the sediment surface: "favourization" mechanism by digenean parasites? Diseases of Aquatic Organisms. 52: 137 - 149.
- DESCLAUX C, DE MONTAUDOUIN X, BACHELET G. 2004. Cockle *Cerastoderma edule* population mortality: role of the digenean parasite *Himasthla quissetensis*. Marine Ecology Progress Series. 279: 141 - 150.
- DINAMANI P, GORDON D B. 1974. On the habits and nature of association of the copepod *Pseudomyicola spinosus* with the rock oyster *Crassostrea glomerata* in New Zealand. J. Invert. Pathol. 24: 305 - 310.

- FONDEPES. 2004. Manual de cultivo suspendido de concha de abanico. Sub-Proyecto "Programa de transferencia de tecnología en acuicultura para pescadores artesanales y comunidades campesinas".
- GALLI P, CROSA G, MARINIELLO L, ORTIS M, D'AMELIO S. 2001. Water quality as a determinant of the composition of fish parasite communities. *Hydrobiologia*. 452: 173 - 179.
- GIBSON D I. 2002. Superfamily Hemiuroidea Looss, 1899. In: Gibson DI, Jones A, Bray RA (eds) Keys to the Trematoda. Vol. 1. CAB International, Wallingford.
- GIBSON D I, BRAY R A. 1979. The Hemiuroidea: terminology, systematics and evolution. *Bull Br Mus Nat Hist (Zool)*. 36: 35 - 146.
- HINE P M. 1989. Parasites and diseases of commercially important molluscs in New Zealand. *Advances in Tropical Aquaculture*. Tahiti Feb 20 - March 1989. AQUACOP IFREMER Actes de Colloque. 9: 199 - 206.
- HUMES A G. 1994. How many copepods? *Hydrobiologia* 292/293: 1 - 7.
- KHAMDAN S A A. 1998. Occurrence of *Bucephalus* sp. trematode in the gonad of the pearl oyster, *Pinctada radiata*. *Environment International*. 24: 117 - 120.
- KIM Y, POWELL E N, WADE T L, PRESLEY B J. 2008. Relationship of parasites and pathologies to contaminant body burden in sentinel bivalves: NOAA Status and Trends 'Mussel Watch' Program. *Marine Environmental Research*. 65: 101 - 127.
- KOIE M. 1989. On the morphology and life history of *Lecithaster gibbosus* (Rudolphi, 1802) Lühe, 1901 (Digenea, Hemiuroidea). *Parasitology Research*. 75: 361 - 367.
- KOIE M. 1990a. A new cystophorus cercaria in *Lunatia pallida* (Broderip & Sowerby) (Naticidae): Possibly the cercaria of *Hemiurus levinseni* Odhner, 1905 (Digenea, Hemiuridae). *Ophelia*. 31: 77 - 84.
- KOIE M. 1990b. Redescription of the cercaria of *Lecithochirium rufoviride* (Rudolphi, 1819) Lühe, 1901 (Digenea, Hemiuridae) (= *Cercaria vaullegeardi* Pelseneer, 1906). *Ophelia*. 31: 85 - 95.
- KOIE M. 1991. Aspects of the morphology and life cycle of *Lecithocladium excisum* (Digenea, Hemiuridae) a parasite of *Scomber* spp. *International Journal of Parasitology*. 21: 597 - 602.
- KOIE M. 1992. Life cycle and structure of the fish digenean *Brachyphallus crenatus* (Hemiuridae). *J Parasitol* 78: 338 - 43.
- KOSTADINOVA A, PÉREZ-DEL-OLMO A. 2014. Chapter 2. The Systematics of the Trematoda. En: R. Toledo & B. Fried (eds.), *Digenetic Trematodes, Advances in Experimental Medicine and Biology*, Springer Science, New York.
- KRISTMUNDSSON A, ERLINGSDÓTTIR A, FREEMAN M A. 2015. Is an Apicomplexan Parasite Responsible for the Collapse of the Iceland Scallop (*Chlamys islandica*) Stock? *PLoS One* 10(12): e0144685.
- LAFFERTY K D. 2008. Ecosystem consequences of fish parasites. *Journal of Fish Biology*. 73: 2083 - 2093.
- LAUCKNER G. 1983. Diseases of Mollusca: Bivalvia. En Kinne, O. (Ed.) *Diseases of Marine Animals, Introduction Bivalvia to Scaphopoda*. Vol. 2. Biologische Anstalt Helgoland, Hamburg. 477 - 879 pp.
- LOAYZA R E. 2011. Problemática del biofouling en el cultivo de *Argopecten purpuratus* en el Perú. *Revista AquaTIC*. 35: 9 - 19.
- LOHRMANN K B. 2009. ¿Qué tan sanos son los ostiones (*Argopecten purpuratus*) de cultivo en Chile? Un catastro histopatológico. *Revista de Biología Marina y Oceanografía* (44): 35 - 47.
- LUNA L G. 1968. Manual of histologic staining methods of the armed forces institute of pathology, 3rd ed. Mc Graw Hill, New York, NY.
- MACKENZIE K, WILLIAMS H H, WILLIAMS B, McVICAR A H, SIDDALL R. 1995. Parasites as indicators of water quality and the potential use of helminth transmission in marine pollution studies. *Advances in Parasitology*. 35: 85 - 114.
- MATEO E C, PEÑA C, GUZMÁN E, LÓPEZ R. 1985. Parásito causante de castración de la concha de abanico (*Argopecten purpuratus*). *Boletín de Lima* 7(40): 81 - 86.
- MLADINEO I, PEHARDA M. 2005. Histopathology of *Gymnophallus* sp. sporocysts in the edible mytilid, *Modiolus barbatus*. *J. Shellfish Res*. 24: 1097 - 1100.
- MOURITSEN K N, POULIN R. 2002. Parasitism, community structure and biodiversity in intertidal ecosystems. *Parasitology*. 124: 101 - 117.
- NASCIMENTO I A, SMITH D H, KERN II F, PEREIRA S A. 1986. Pathological findings in *Crassostrea rhizophorae* from Todos os Santos Bay, Bahia, Brazil. *Journal of Invertebrate Pathology*. 47: 340 - 349.
- PEKKARINEM M. 1987. The cercaria and metacercaria of *Gymnophallus gibberossus* Loos-Frank, 1971 (Trematoda: Gymnophallidae) in *Macoma balthica* (L.) (Bivalvia) in the Baltic brakish water (southwestern Finland). *Ann. Zool. Fennici*. 24: 123 - 136.
- PRODUCE. 2016. Anuario Estadístico Pesquero y Acuicola 2016. Ministerio de la Producción. Diciembre 2017.
- RAYYAN A, DAMIANIDIS P, ANTONIADOU C, CHINTIROGLOU C C. 2006. Protozoan parasites in cultured mussels *Mytilus galloprovincialis* in the Thermaikos Gulf (north Aegean Sea, Greece). *Diseases of Aquatic Organisms*. 70: 251 - 254.
- ROHDE K. 2002. Ecology and biogeography of marine parasites. *Advances in Marine Biology*. 43: 1 - 86.
- RHODE K. 2008. Preface in *Applied Aspects of Marine Parasitology*. En proceeding of the International

- Workshop on marine parasitology, Horta 2006; Arquipélago-Life and marine sciences, Supplement 6.
- ROBLEDO J A F, CÁCERES-MARTÍNEZ J C, SLUYS R, FIGUERAS A. 1994. The parasitic turbellarian *Urastoma cyprinae* (Platyhelminthes: Urastomidae) from blue mussel *Mytilus galloprovincialis* in Spain: occurrence and pathology. *Diseases of Aquatic Organisms*. 18: 203 - 210.
- SABRY R C, VASCONCELOS T C, MAGENTA A R, BARRACCO M A, GUERTLER C, PINHO L, VIANNA R T, DA SILVA P M. 2013. Parasitological survey of mangrove oyster, *Crassostrea rhizophorae*, in the Pacoti River Estuary, Ceará State, Brazil. *Journal of Invertebrate Pathology*. 112: 24 - 32.
- SHAW B L, BATTLE H I. 1957. The gross and microscopic anatomy of the digestive tract of the oyster *Crassostrea virginica* (Gmelin). *Can. J. Zool.* 35: 325 - 347.
- SHELLEY C C, GLAZEBROOK J S, TURAK E, WINSOR L, DENTON G R W. 1988. Trematode (Digenea: Bucephalidae) infection in the burrowing clam *Tridacna crocea* from the Great Barrier Reef. *Diseases of Aquatic Organisms*. 4: 143 - 147.
- SINDERMANN C A, ROSENFELD A. 1967. Principal diseases of commercially important marine bivalve Molluska and Crustacea. U.S. Fish Wildl. Serv., Fish. Bull. 66: 335 - 385.
- SPARKS A K, CHEW K K. 1966. Gross infestation of the littleneck clam, *Venerupis staminea*, with a larval cestode (*Echeneibothrium* sp.). *J. Invertebr. Path.* 8: 413 - 416.
- STOCK J H. 1995. Copepoda Poecilostomatoida associated with Bivalvia from New Guinea. *Hydrobiologia*. 312: 37 - 45.
- SUBASINGHE R P, BONDAD-REANTASO M G, MCGLADDERY S E. 2001. Aquaculture development, health and wealth. En: R. Subasinghe, P. B. Bueno, M.J. Phillips, C. Hough, S.E. McGladdery y J.R. Arthur, Editores. NACA/FAO 2001. Aquaculture in the Third Millennium. pp. 167-192. Technical Proceedings of the Conference on Aquaculture in the Third Millennium, Bangkok, Thailand.
- SUJA G, SANIL N K, CHINNADURAI S, VIJAYAN K K. 2013. Reproductive dysfunction in the edible oyster, *Crassostrea madrasensis* due to larval bucephalid infection - a case study. *J. Mar. Biol. Ass. India*. 55 (2): 5 - 10.
- TROTTI G C, BACCARANIL E M, GIANNETTO S, GIUFFRIDA A, PAESANTI F. 1998. Prevalence of *Mytilicola intestinalis* (Copepoda: Mytilicolidae) and *Urastoma cyprinae* (Turbellaria: Hypotrichinidae) in marketable mussels *Mytilus galloprovincialis* in Italy. *Diseases of Aquatic Organisms*. 32: 145 - 149.
- TUNTIWARANURUK C, CHAKERMWAT K, UPATHAM E S, KRUAETRACHUE M, AZEVEDO C. 2004. Investigation of *Nematopsis* spp. oocysts in 7 species of bivalves from Chonburi Province, Gulf of Thailand. *Diseases of Aquatic Organisms*. 58: 47 - 53.
- THULIN J. 1989. Can fish parasites be used to monitor pollution? *New Zealand Journal of Zoology* Vol.16: 138 p.
- TURECK R, DE OLIVEIRA T. 2003. Sustentabilidade ambiental e maricultura. *Revista Saúde e Ambiente Joinville*. 4(2): 22 - 26.
- WARDLE W J. 1975. *Cercaria anadarae* sp. n. parasitizing a bivalve mollusc, *Anadara brasiliiana* (Lamarck), from the northwest Gulf of Mexico. *J Parasitol.* 61: 1048 - 9.
- ZEIDAN G C, LUZ M S A, BOEHS G. 2012. Parasites of economically important bivalves from the southern coast of Bahia State, Brazil. *Rev. Bras. Parasitol. Vet.* 21: 391 - 398.