

Tesina de Licenciatura

Revisión del ciclo reproductivo de *Eucallista purpurata* (Lamarck, 1818)
(=*Amiantis purpurata*) (Bivalvia: Veneridae) en península Villarino (golfo San
Matías, Río Negro) e interacción con su fauna parasitaria

Tesista: Rocío J. Velasquez
Directora: Dra. Marina A. Kroeck
Co-Director: Enrique M. Morsan

Contacto: rovelasquez97@gmail.com

Escuela Superior de Ciencias Marinas,
Universidad Nacional del Comahue,
8520 San Antonio Oeste, Río Negro, Argentina.



Tesina de Licenciatura

Título del trabajo:

**REVISIÓN DEL CICLO REPRODUCTIVO DE *Eucallista purpurata*
(Lamarck, 1818) (= *Amiantis purpurata*) (Bivalvia: Veneridae) EN
PENÍNSULA VILLARINO (GOLFO SAN MATÍAS, RÍO NEGRO) E
INTERACCIÓN CON SU FAUNA PARASITARIA**

Tesista: Rocío J. Velasquez

Contacto: rovelasquez97@gmail.com

Directora: Dra. Marina A. Kroeck

Co-Director: Enrique M. Morsan

Licenciatura en Biología Marina

Escuela Superior de Ciencias Marinas,

Universidad Nacional del Comahue,

8520 San Antonio Oeste, Río Negro, Argentina.



2022

AGRADECIMIENTOS

No hace mucho no concebía la idea de llegar hasta este punto. Pero el tiempo pasa y a veces no lo percibimos. Hoy puedo decir que no me imagino haciendo otra cosa que no sea ciencia. La ciencia tiene ese “algo” apasionante e invito encarecidamente a todo el que quiera formar parte de esta comunidad, que se sumerja porque las experiencias que se viven son sumamente enriquecedoras. Este trabajo es parte de la culminación de una etapa hermosa donde lo que más rescato es haber conocido personas que me ayudaron a crecer tanto académica como personalmente, y reafirmar mi creencia de que la calidad de personas con quienes trabajas es la parte más importante.

Es por ello que no quiero dejar de agradecer a mis directores, Marina y Quique. Gracias de corazón por confiar en mí, darme las herramientas para crecer e introducirme en la investigación. Gracias Mari por escuchar lo que tenía para decir, alentarme y ayudarme a confiar todos los días un poquito más en mí y en mis conocimientos.

A Pato, Marisa, Caro y Víctor, por incluirme, escucharme y darme una mano o consejos desde el primer día. Por hacerme ver que una jornada de trabajo no es buena si no hay mates y charlas de por medio. Son personas hermosas y luchadoras que aprecio con el corazón.

A mis amigas de toda la vida, Jime, Nati y Belu. Por escuchar atentamente cada vez que les contaba sobre lo que estudiaba, aunque no supieran de que hablaba. Por entender que muchas veces no tenía tiempo o no podía viajar a verlas, y aun así, seguir firmes apoyándome.

Al Centro de Investigación Aplicada y Transferencia Tecnológica en Recursos Pesqueros “Almirante Storni” (CIMAS), y particularmente al Laboratorio de Parasitología e Histopatología de Moluscos. Sin que me brindaran el espacio, la buena predisposición y herramientas esta tesis no hubiera sido posible.

A la Escuela Superior de Ciencias Marinas (ESCiMar), a todo el equipo docente y no docente, por brindarme el espacio para capacitarme y crecer como persona.

A mis jurados, Paula y Carlos, gracias por mejorar este trabajo.

A las hermosas personas que conocí en mi camino por la universidad y a todas las que sigo conociendo, especialmente a Diame, Jose, Agus, Cami, Vicen y May. Gracias por aguantar todas mis crisis, compartir risas, mates y días de estudio.

Por último, gracias a toda mi familia, que me permitió estudiar lo que elegí, confiaron en mí y me apoyaron. Especialmente a mi mamá, mi soporte en todos los aspectos de mi vida, mi pilar y ejemplo a seguir, gracias por tanto amor.

¡Gracias, gracias, gracias!

Índice

Resumen	5
ABSTRACT	6
Introducción	7
Objetivos	14
Materiales y métodos	15
<i>Área de estudio</i>	15
<i>Toma y procesamiento de muestras</i>	17
<i>Análisis del patrón reproductivo y parasitológico</i>	20
Resultados	23
<i>Análisis de la distribución de tallas</i>	23
<i>Análisis del patrón reproductivo</i>	24
<i>Proporción sexual</i>	24
<i>Estadios de desarrollo gonadal</i>	26
<i>Análisis del patrón de desarrollo gonadal</i>	38
<i>Análisis del Índice de condición fisiológica aparente (I.C.)</i>	41
<i>Anormalidades histológicas e histopatología</i>	42
<i>Análisis parasitológico</i>	47
<i>Prevalencias</i>	53
<i>Análisis de la Intensidad de infestación</i>	54
<i>Comparación de tallas e índice de condición de individuos parasitados versus no parasitados</i>	56
<i>Análisis de la relación entre prevalencia y sexos</i>	59
<i>Relación entre las prevalencias parasitarias con las condiciones ambientales (salinidad y temperatura)</i>	60
Discusión	62
Conclusiones	72
Bibliografía	74

Resumen

Los bivalvos son los moluscos de mayor importancia comercial consumidos en gran medida por la población mundial y cumplen un rol relevante en el ciclo de vida de los parásitos Trematodos Digeneos como hospedadores intermediarios. Conocer sus patrones reproductivos y estado sanitario permite un mejor manejo del recurso. En este sentido, el presente estudio compara las diferencias entre el patrón reproductivo de las cohortes longevas (40-42 años) y jóvenes (2-8 años) de la almeja *Eucallista purpurata* teniendo en cuenta la interacción con su parasitofauna en el Golfo San Matías. Durante el periodo de estudio se colectaron mensualmente 30 ejemplares de cada cohorte, los cuales fueron medidos, pesados y procesados mediante técnicas histológicas convencionales. A partir de la interpretación de las secciones histológicas se analizaron los sexos, estadios de desarrollo gonadal y parasitosis. Se analizaron 265 individuos de los cuales 28 (10,57%) resultaron parasitados por helmintos (Trematoda: Digenea) durante el periodo de estudio (6 meses). La proporción de sexos fue 1:1 y adicionalmente se documentó el hallazgo de un individuo hermafrodita. El patrón reproductivo encontrado coincide con estudios previos de la especie, presentando una etapa de proliferación (la cual no se logró observar), maduración, maduración total, evacuación parcial y evacuación total, sin embargo, se observó una desincronización entre la cohorte joven y la longeva, donde las últimas iniciaron los desoves parciales más temprano. Los parásitos encontrados eran similares a los de las familias descritas anteriormente para esta especie (Monorchiidae y Aporocotylidae). Las almejas que presentaban parásitos en sus gónadas estaban castradas. Las prevalencias parasitarias presentaron correlación positiva con la temperatura y la salinidad. No se pudo completar el año de muestreo debido a que en enero del 2022 ocurrió una mortandad masiva del banco. Estos eventos suelen ser multicausales, y este no fue la excepción: las altas temperaturas características del verano, el mar de fondo, el débil estado fisiológico dado el gasto energético que conlleva la reproducción y las altas densidades del banco, posiblemente volvió a las almejas más propensas a la parasitosis (aumentando prevalencias e intensidades). Adicionalmente, la cohorte longeva se encontraba transitando la edad máxima registrada para la especie, por lo que al desovar probablemente comenzaron a morir. La descomposición generó una zona anóxica sobre el banco llevando, tal vez, a que las almejas de la cohorte joven que sobrevivieron a la parasitosis y al desove perecieran por los bajos niveles de oxígeno.

Palabras clave: *Eucallista purpurata*, mortandad masiva, reproducción, parásitos, Golfo San Matías, castración.

ABSTRACT

Bivalves are the most commercially important mollusks consumed worldwide and play a relevant role in the life cycle of Digenean trematode parasites as intermediate hosts. Understanding their reproductive patterns and sanitary status allows for a better management of this resource. In this sense, the present study compares the differences between the reproductive pattern of an older (40-42 years) and younger (2-8 years) cohort of the clam *Eucallista purpurata* in the San Matias Gulf, taking into account the interaction with its parasitic fauna. During the study period, 30 specimens were collected monthly from each cohort, which were measured, weighed and processed through conventional histological techniques. Through the interpretation of the histological sections, the sex, gonadal developmental stage and parasitosis were analyzed. A total of 265 individuals were analyzed, out of which 28 (10.57%) were found to be parasitized by helminths (Trematoda: Digenea) during the study period (6 months). Sex ratio was 1:1 and a hermaphrodite individual was also found. The reproductive pattern matches previous studies for this species, with five phases: proliferation (which was not observed), maturation, total maturation, partial spawning and total spawning, however, a desynchronization was observed between young clams and old clams, where older clams started partial spawning earlier. The parasites here found are similar to those of the families previously described for this species (Monorchiidae and Aporocotylidae) and the individuals with parasites in their gonads were castrated. Parasitic prevalence showed a high positive correlation with temperature and salinity. The year of sampling could not be completed because of a mass mortality event that took place in January 2022. These events usually have multiple causes, and this one in particular was no exception: the high summer temperatures, the ground swell, a debilitated physiological state due to the energy expended for reproduction and the high population densities, possibly made the clams more prone to parasitosis (increasing prevalence and intensities), additionally, the older cohort was reaching the maximum age recorded for the species, so when the spawning period started, they probably began to die. The decomposition process generated an anoxic zone, which may have caused the clams of the younger cohort, that had survived parasitosis and spawning, to perish due to the low oxygen levels.

Palabras clave: *Eucallista purpurata*, mass mortality, reproduction, parasites, San Matias Gulf, castration.

Introducción

La Clase Bivalvia, conocidos vulgarmente como bivalvos, incluye moluscos típicamente acuáticos que comúnmente se comercializan con fines alimentarios, tal es el caso de los conocidos mejillones, cholgas, vieiras y almejas, siendo estas últimas el objeto de estudio del presente trabajo. Estos organismos presentan un cuerpo comprimido lateralmente y dos valvas o conchillas calcáreas articuladas a través de la charnela que envuelven al animal propiamente dicho (sus partes blandas). En íntimo contacto con las valvas se encuentra el manto, responsable de la secreción y regeneración de éstas y, a su vez, con funciones defensivas, reproductivas o fotorreceptoras. Son organismos filtradores, por lo que sus branquias filtran el agua que ingresa a través del sifón inhalante rica en oxígeno y alimento, que luego se expulsa por el sifón exhalante. Son predominantemente bentónicos, y presentan hábitos epifaunales, infaunales y unas pocas logran desplazarse cortas distancias. Esta situación lleva a que la mayoría de las especies sean relativamente sésiles, por lo que su estadio larval planctónico influenciado por las corrientes determina la dispersión de la especie (Camacho et al. 2007, Calcagno 2014).

Dentro de esta clase se encuentra la familia Veneridae, un grupo de organismos que comprende a las antes mencionadas almejas, muchas de las cuales forman componentes clave de las pesquerías del mundo. Es la familia de bivalvos recientes más diversa, comprendiendo más de 800 especies existentes, pertenecientes aproximadamente a 170 géneros (Mikkelsen et al. 2006).

Los venéridos comparten ciertas características en su ciclo reproductivo, como lo son el gonocorismo, la ausencia de dimorfismo sexual, fecundación externa y presencia de un estadio de larva planctónica (Morsan y Kroeck 2005). Sin embargo, existen ciertas excepciones, Ponurovsky y Yakolev (1992) describen la presencia de hermafroditismo en la almeja japonesa

Tapes philippinarum, aunque en menos de un 2% de la población. Por otro lado, la almeja chocolate, *Megapitaria squalida*, la cual representa un importante recurso económico para el Golfo de Baja California, México, (Arellano-Martínez et al. 2006, Schweers et al. 2006) es considerada una especie gonocórica (Villalejo-Fuerte et al. 2000), en la cual se observó una frecuencia inusualmente alta de hermafroditismo en proporciones variables durante el año. El porcentaje de estos individuos fue poco más del 20% en las dos áreas estudiadas y aparentemente se debe a las bajas densidades debidas a la sobrepesca (Piñera et al. 2009). Otros estudios llevados a cabo por Lee et al. (2013) confirmaron la reversión de sexos en *Ruditapes philippinarum*, una especie reportada como gonocórica por Chung et al. (1994). Además, cuatro géneros han sido reportados como larvíparos: *Gemma*, *Parastarte*, *Psephidea* y *Transenella* (Kabat 1985).

El presente estudio se centra en la almeja púrpura, *Eucallista purpurata*, una especie de aguas templado-cálidas que habita en ambientes intermareales y submareales de la costa atlántica. Se distribuye geográficamente desde Espirito Santo (20°S, Brasil) hasta el golfo San Matías (GSM) (41°S, Argentina) (Scarabino 1977), límite sur de su distribución. Dentro del Golfo San Matías (GSM), en Playa Villarino, se encuentra la población más austral de esta especie aparentemente aislada del resto de las poblaciones que se encuentran por fuera del golfo y éste es el único lugar donde forma bancos densos. Al ser organismos sedentarios establecen una estrecha relación con el medio que los rodea, presentan una distribución contagiosa en parches densos con una periferia de menor densidad (Morsan 2000).

La población intermareal de almejas púrpura de Playa Villarino ha sido explotada mediante una pesquería recreacional desde el año 1990. En 1995 la pesca recreacional se transforma en una pesquería comercial con dos componentes: colecta manual en la zona intermareal y pesca artesanal con buceo autónomo en la zona submareal (Morsan 2000, 2007).

A partir de 1999, la explotación se realiza casi exclusivamente mediante buceo en la zona submareal. Esta especie tuvo su auge entre 2007-2008 con capturas que superaban las 700tn recolectadas entre 11 a 13 embarcaciones por año (Base de datos del Laboratorio de Investigación en Ecología Bentónica, Saldaño 2022) y hasta el 2018 esta almeja era la que presentaba la mayor captura respecto a otras especies de bivalvos. Actualmente se comercializa entera viva a Buenos Aires y a mercados locales de la zona. La única medida de manejo para este recurso es que solo se permite la extracción por parte de la flota artesanal mediante buceo (Morsan 1997, 2000, 2002 a, 2002 b, 2003; Ballejos 2003; Pappalardo y Morsan 2004; Morsan y Kroeck 2006; Morsan et al. 2011; Saldaño 2022; 038-96 Subsecretaria de Economía y Recursos Naturales de la Provincia de Río Negro)

Dado que esta almeja es una especie con valor comercial, resulta de vital importancia conocer su estado sanitario. El parasitismo se ha expandido entre los animales marinos regulando las dinámicas poblacionales e influenciando la estructura comunitaria de sus hospedadores (Prinz et al. 2010). Particularmente, los helmintos digeneos pueden afectar la supervivencia y la tasa reproductiva de los moluscos (Galaktionov y Dobrovolskij 2003, Lauckner 1980, Lauckner 1983) o inducir cambios de comportamiento en sus hospedadores que los torna más vulnerables a la depredación por los vertebrados hospedadores definitivos (Levri 1999). Así, algunas de estas interacciones pueden derivar en una reducción en la densidad de los moluscos o inducir cambios en la estructura de las poblaciones de hospedadores (Wood et al. 2007, Lefèvre et al. 2008). Los parásitos helmintos digeneos tienen ciclos de vida complejos que incluyen varios hospedadores intermediarios (normalmente dos) antes de alcanzar su hospedador definitivo. El primero es un molusco, el segundo puede encontrarse entre una variedad de invertebrados o vertebrados y el último es un vertebrado. En el primer hospedador intermediario ocurre la reproducción asexual, la cual es una adquisición evolutiva muy

importante (Cribb 2005), ya que estas fases larvales multiplicativas (esporoquistes o redias) incrementan su descendencia, a fin de compensar la pérdida de muchos de ellos al pasar de un hospedador a otro (Rohde 1994). Esta reproducción consiste en tres generaciones: redias o esporoquistes, cercarias y metacercarias, las últimas se enquistan en el segundo hospedador intermediario de modo que, al ser ingerido, se asegura el ingreso en el vertebrado (hospedador definitivo), donde tendrá lugar la reproducción sexual de la cual emerge una larva ciliada denominada miracidio que ingresará al molusco (Cribb et al. 2001). A su vez, los parásitos pueden generar efectos más o menos pronunciados en su hospedador, alterando su comportamiento, aumentando la demanda energética, afectando la morfología y apariencia, reduciendo el crecimiento e incluso causando su muerte (Marcogliese 2004; Ngo y Choi 2004; Ocampo et al. 2014). Particularmente, varios trematodos pueden afectar el rendimiento en la reproducción de algunos moluscos causando inhibición parcial o total de la gametogénesis o reduciendo el número de individuos reproductores, lo que lleva a fluctuaciones en la abundancia de la población del hospedador (Lauckner 1986; Averbuj y Cremonete 2010).

La senescencia celular (envejecimiento) se define generalmente como la pérdida progresiva de funciones acompañadas de la disminución de la fecundidad y el aumento de la mortalidad con la edad avanzada (Kirkwood 1999; Kirkwood y Cremer 1982; Wolf 2010). La atresia es un proceso de degeneración y reabsorción de gametos frecuente en bivalvos y que podría considerarse como un signo de senescencia, sin embargo, diversos trabajos asocian la longevidad de los bivalvos con un aumento en la fertilidad. El mejillón *Mytilus edulis* produce de 7 a 40 millones de huevos dependiendo de la longitud de su valva y la producción de huevos de *Ostrea edulis* varía de cien mil a un millón en función de la edad (Gosling 2004). Langton et al. (1987) demostraron que en hembras del pectínido *Placopecten magellanicus*, hay una relación positiva entre la talla y la cantidad de huevos producidos, así como un mayor esfuerzo

reproductivo en función de la edad. Ridgway et al. (2011) han reportado en algunos bivalvos que no se observa una senilidad reproductiva aparente, ya que la producción gonádica continúa e incluso incrementa con la edad, además, suponen que los bivalvos longevos son un grupo de organismos que presentan una posible senescencia negativa, ésta, en contraste con la senescencia, está caracterizada un decline en las tasas de mortalidad e incremento en la fertilidad y funcionalidad, conforme avanza la edad (Vaupel et al. 2004). Además, Berkeley et al. (2004) mencionan que el crecimiento y la supervivencia podrían relacionarse a la edad maternal, lo cual significa que los individuos más viejos producen larvas con tasas de supervivencia y crecimiento mayores, incrementando así la probabilidad del reclutamiento subsecuente. Por las características anteriores es posible considerar a la senescencia negativa como una estrategia reproductiva que opera en especies longevas para el mantenimiento de sus poblaciones.

Estudios realizados de manera ininterrumpida, desde el año 1981 hasta el 2003, sobre la población de almejas de Playa Villarino, en el Golfo San Matías han revelado que:

i) Esta población está compuesta por ejemplares adultos reclutados entre los años 1979 y 1980, con una longevidad máxima estimada de 42 años (Morsan 2000; Morsan y Orensanz 2004), y algunas cohortes menores reclutadas a partir del año 2002, ambas cohortes sustentan la actual pesquería (Morsan 1997, 2000, 2002 a, 2002 b, 2003; Ballejos 2003; Pappalardo y Morsan 2004; Morsan y Kroeck. 2006; Morsan et al. 2011; Saldaño 2022).

ii) El patrón reproductivo de *E. purpurata*, aparentemente regulado por la temperatura, consiste en un ciclo gametogénico continuo. La fase proliferativa ocurre durante el otoño e invierno (abril a septiembre), la maduración ocurre durante la primavera y el período de desove se restringe a los meses de verano. Es una especie gonocórica, sin dimorfismo sexual y que presenta una gónada difusa, por lo que los alvéolos se encuentran inmersos en el tejido

conectivo y muscular, rodeando el hepatopáncreas y el sistema digestivo. Durante la etapa de maduración se puede observar una diferenciación entre machos y hembras, las gónadas masculinas presentan un color anaranjado y las gónadas de las hembras denotan un color rojo-rosado (Ballejos 2003, Morsan y Kroeck 2005).

iii) En el Golfo San Matías, se ha reportado que la almeja púrpura *E. purpurata* es hospedador de dos parásitos helmintos trematodos digeneos, pertenecientes a las familias Aporocotylidea y Monorchidae (Gilardoni et al. 2011). Estudios realizados en el año 1994 sugieren que la infección causada por cercarias de la familia Monorchidae producen una castración gonadal en los ejemplares de almejas parasitadas (Cremonte et al. 2001).

En base a la información presentada anteriormente, el presente estudio compara las diferencias entre los patrones reproductivos de las cohortes más longevas y las jóvenes de la almeja *Eucallista purpurata*, sometida a extracción pesquera en el Golfo San Matías, junto a las interacciones parasitológicas. Durante el periodo de estudio aconteció una mortandad masiva del banco, por lo que la documentación de este evento multicausal natural aporta al conocimiento de la dinámica poblacional y los ciclos de vida de las especies que viven en ambientes similares.

La *Agenda 2030*, junto con los *Objetivos de Desarrollo Sostenible* (ODS), define las prioridades y aspiraciones para el desarrollo sostenible global hasta el año 2030, e impulsa a movilizar un esfuerzo mundial para alcanzar un conjunto común de metas y objetivos. Esta Agenda fue adoptada por la mayoría de los países del mundo, incluido Argentina. Esta tesina atiende directamente al logro de cuatro de los ODS y la implementación de la *Agenda 2030* desarrollada por las Naciones Unidas:

- 12.2 GESTIÓN Y APROVECHAMIENTO SOSTENIBLE DE LOS RECURSOS NATURALES: El conocer la biología de la especie promueve el uso eficiente del recurso.

- 14.4 PESCA SOSTENIBLE: Conocer la biología reproductiva de la especie blanco y la interacción con su parasitofauna permite crear planes de gestión para un mejor manejo del recurso y brinda antecedentes para recursos que presenten características biológicas similares. A su vez, un mejor manejo nos acercará a producir el máximo rendimiento sostenible y evitar la sobrepesca.

- 14.8 AUMENTAR EL CONOCIMIENTO CIENTÍFICO, LA INVESTIGACIÓN Y LA TECNOLOGÍA PARA LA SALUD DEL OCÉANO: Las mortandades masivas suelen acontecer sin previo aviso; poder asociarlas a ciertas causas nos permite conocer indirectamente que modificaciones (o no) ha presentado el ambiente donde reside la especie de estudio que pueden diversificar los enfoques a otras ramas de estudio y aumentar el conocimiento para una mejor toma de decisiones.

- 14.9 APOYAR A LOS PESCADORES DE PEQUEÑA ESCALA: La pesquería de *E. purpurata* se realizaba a través de buceo autónomo con lachas artesanales, por lo que proveer esta información promueve que continúe el desarrollo de esta actividad en la zona.

Objetivos

Objetivo principal: Comparar el patrón reproductivo entre las cohortes longevas y jóvenes de la almeja púrpura, *Eucallista purpurata*, y analizar el impacto del parasitismo sobre el desarrollo gonadal, para establecer el estado reproductivo y sanitario de la población de Playa Villarino luego de ser sometida a pesca durante 27 años.

Objetivos específicos

- 1) Comparar las proporciones sexuales y los estadios gonadales de las cohortes longevas y jóvenes.
- 2) Describir cuanti y cualitativamente los estadios de desarrollo gonadal de manera mensual.
- 3) Analizar la variación del Índice de condición aparente mensualmente.
- 4) Determinar la presencia de procesos atrésicos en las almejas longevas.
- 5) Estimar la prevalencia parasitaria de cada cohorte.
- 6) Determinar la intensidad de infestación parasitaria de cada cohorte.
- 7) Comparar las intensidades y prevalencias parasitarias entre las cohortes longevas y jóvenes, y con las reportadas en estudios previos.
- 8) Comparar las tallas de almejas parasitadas *versus* no parasitadas.
- 9) Comparar el índice de condición aparente de las almejas parasitadas *versus* no parasitadas.
- 10) Analizar la relación entre prevalencia parasitaria y sexos.
- 11) Relacionar las prevalencias parasitarias con factores ambientales tales como la temperatura y la salinidad.

Materiales y métodos

Área de estudio

El Golfo San Matías (GSM) se ubica entre los 40° 45' a 42° 12' S y 63° 00' a 65° 09' O, es una cuenca semicerrada de aproximadamente 19.700 km², siendo el más extenso de los golfos norpatagónicos. Presenta profundidades que varían desde 80 a 200 metros aproximadamente. La temperatura superficial media es de 18°C en febrero y 11°C en agosto, aunque en el sector norte se presentan temperaturas promedio superficiales entre 1 y 3°C mayores durante gran parte del año. La circulación del agua en el golfo está dominada por dos giros, un giro ciclónico al Norte y uno anticiclónico al Sur. Cerca del paralelo 41° 50' S se observa la presencia de un frente termohalino orientado en dirección E-O, el cual se acentúa en primavera y verano, persiste hasta febrero/ marzo donde la estratificación de la columna de agua se debilita y ésta se homogeniza. Al sur del frente se encuentran aguas relativamente frías y de baja salinidad similares a las de la plataforma continental, las cuales presentan mayores concentraciones de nitrato y clorofila, mientras que al norte las aguas presentan mayores temperaturas y salinidades, y menores concentraciones de nitrato y clorofila. Además, existen concentraciones relativamente altas y estables de clorofila-a en la boca del GSM, asociadas a las características batimétricas y altos índices de disipación de energía mareal en este sector que generan resuspensión de nutrientes y sedimentos (Mazio y Vara 1983; Piola y Scasso 1988; Williams et al. 2010). Se comunica con el océano Atlántico a través de un estrecho que se extiende por 120 km entre Punta Bermeja al Norte y Punta Norte al Sur. Más de la mitad del GSM tiene profundidades de entre 50 y 70 m, además, presenta la rara anomalía batimétrica de tener su fondo a una profundidad mayor que la del borde de la plataforma continental en la misma latitud (Mouzo y Patterlini 2017).

Las aguas de las costas NO y NE están separadas por las largas aristas arenosas alrededor de la desembocadura de la Bahía de San Antonio, e influenciadas por las corrientes de marea (Lanfredi y Pousa 1988). La amplitud media de las mareas del GSM es de 7,62 m (máximo 9,2 m), periódicamente se descubren 400 – 600 m de zona intermareal y el sedimento del fondo está dominado por arena cerca de la línea de la costa y gradualmente se mezcla con fragmentos de conchas, grava y lodo; los sedimentos fangosos predominan más allá de los 50 m de profundidad (Morsan et al. 2010, Morsan y Kroeck 2005). Dentro del Golfo, en la zona noroeste, cerca de la Bahía de San Antonio, entre la formación rocosa de Baliza San Matías y Banco Lobos se encuentra Playa Villarino (Fig. 1), una playa disipativa compuesta de sedimentos formados mayormente por arena fina y parches de valvas molidas de unos 450-600 m de ancho y 8-9 km de extensión. La zona externa de esta bahía es un delta de marea, con un canal de reflujo central y largos cordones de arena en ambos lados (Schnack et al. 1996, Escati 2012). Allí, una corriente costera gira en sentido de las agujas del reloj, impulsada predominantemente por las mareas, y posee un intercambio restringido con la circulación global offshore (Lanfredi y Pousa 1988). Playa Villarino presenta una mezcla de agua de la Bahía de San Antonio con el agua que proviene de Las Grutas, por lo que el agua se encuentra enriquecida y este enriquecimiento proviene de la bahía de San Antonio. La salinidad ($34,03 \pm 0,04$ g.l-I) y nitratos ($0,80 \pm 0,27$ Ilg-at N.I-I) son superiores a los valores de Las Grutas y menores a los de la Bahía San Antonio. La temperatura media es de $20,70^\circ$ y las concentraciones de oxígeno disuelto, nitrato, nitrito, amonio en fondo y fosfato son similares a las encontradas en la Bahía de San Antonio (Esteves et al. 1996).

Toma y procesamiento de muestras

Las muestras fueron colectadas mediante buceo autónomo durante cuatro meses por el equipo de náutica y buceo del Centro de Investigación Aplicada y Transferencia Tecnológica en Recursos Marinos Almirante Storni (CIMAS), en playa Villarino ($40^{\circ} 50' S$ $64^{\circ} 44' W$) (Golfo San Matías, Río Negro) (Fig.1), mediante buceo autónomo. La muestra constó de 30 individuos pertenecientes a las cohortes longevas (40-42 años) y 30 a las cohortes más jóvenes (2 a 8 años).

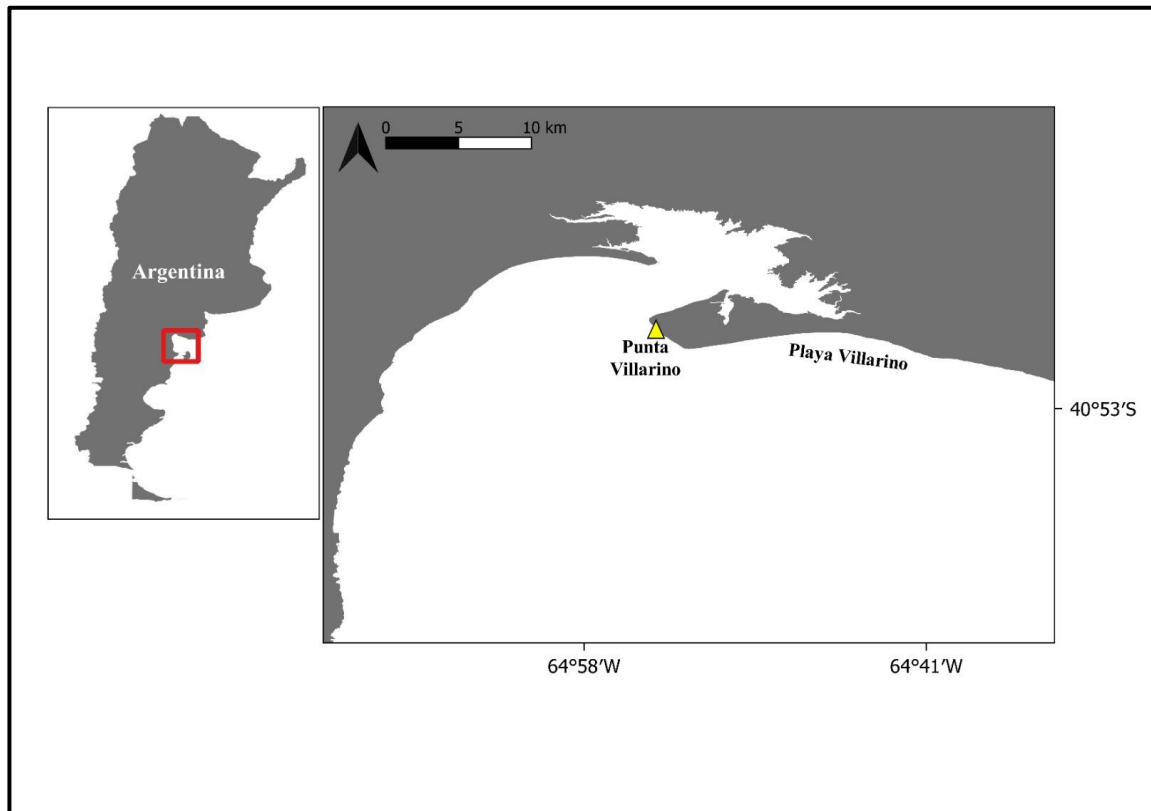


Figura 1. Mapa del sitio de muestreo.

Para diferenciar las cohortes, se observó el aspecto externo de los individuos, las almejas jóvenes presentaban valvas con la superficie lisa, anillos externos separados y una coloración púrpura y rosa; de este grupo se contaron los anillos externos. A las almejas longevas se las diferenció por el grado de desgaste y rugosidad en las valvas, con una elevada cantidad de

anillos de crecimiento poco visibles que impedían contabilizarlos con exactitud (Morsan y Orensanz 2004, Escati 2012, Saldaño 2022).

Los 60 individuos fueron acondicionados en el acuario de CIMAS durante uno a cuatro días en peceras con recambio diario de agua, aireación constante y temperatura controlada para permitir la eliminación de arena y pseudoheces. Durante el cuarto mes de muestreo (enero del año 2022) aconteció una mortandad masiva de individuos del banco de almejas, lo que impidió su recolección por buceo. Se realizaron 2 meses más de muestreo a través de recolección manual en la zona del intermareal durante la bajamar, pero no se logró completar los 12 muestreos planificados debido a la ausencia de individuos vivos en el área de estudio.

En el laboratorio de Parasitología e Histopatología del CIMAS, se tomaron las medidas de los individuos, registrando el largo total (Lt), alto total (At) y espesor (Esp), y se pesaron, registrando el peso total (Pt), peso de valva (Pv) y peso de carne (Pc) de cada individuo (Fig. 2). Antes de tomar la muestra de tejido para histología, se realizó una inspección macroscópica a cada individuo, documentando a través de fotos toda anomalía observada. A continuación, se tomó una muestra de tejido realizando un corte transversal de 5 mm desde la zona del umbo al pie, colocando el tejido en cassettes para biopsias (Fig. 3). Luego se procedió a la fijación de los tejidos en solución fijadora de Davidson durante 24-48 horas a 4°C. Las valvas secas se pesaron al día siguiente, y se reservaron para estudios posteriores. Luego de la fijación, los tejidos se conservaron en alcohol al 70% con agua de mar para su posterior deshidratación con alcoholes de graduación creciente, aclarado con xileno e imbibición en parafina. Posteriormente, se confeccionaron bloques de parafina, a partir de los cuales se realizaron las secciones histológicas de 5-7 μm de espesor. La tinción de los tejidos se realizó con Hematoxilina de Harris y Eosina.

Los bloques de parafina que presentaron inconvenientes para ser cortados, se sumergieron en una solución de Glicerina y Alcohol al 70% (1:1) para rehacer el corte.

Para los estudios parasitológicos, se realizó un corte sagital en los individuos vivos, se verificó con un frotis la presencia de parásitos bajo microscopio y, en caso de hallarlos, se fijó parte de los tejidos con formol al 10%.

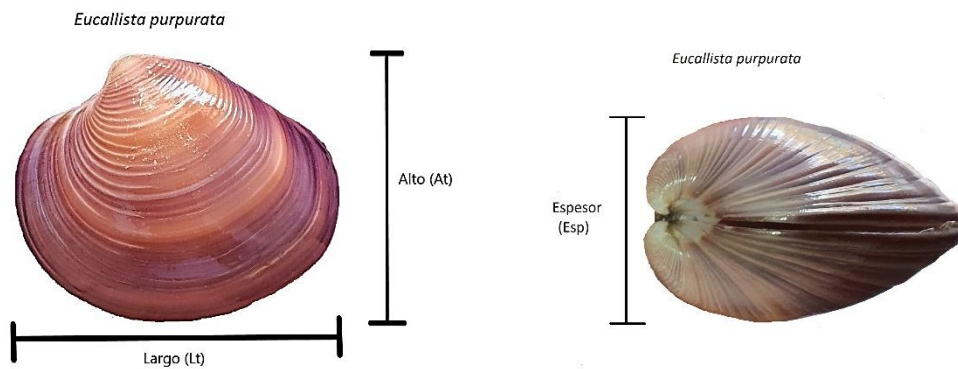


Figura 2. Vista externa de las valvas de *Eucallista purpurata*. Mediciones realizadas a los individuos vivos.

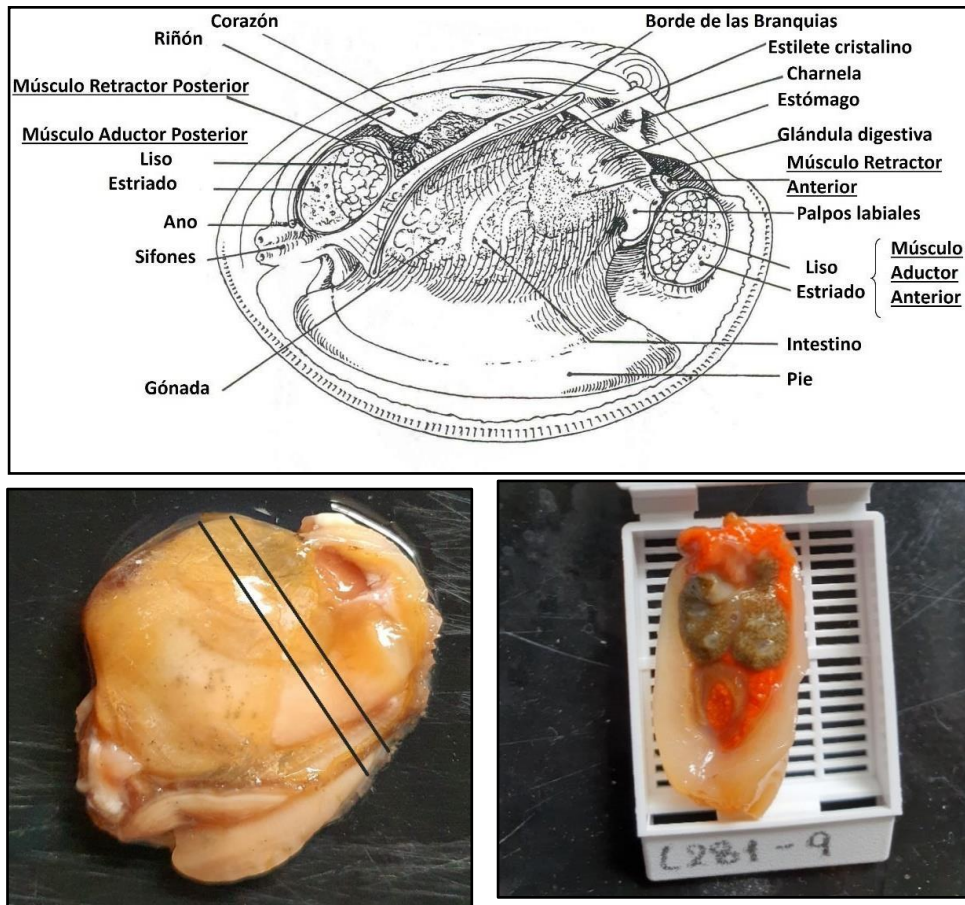


Figura 3. Anatomía de *Eucallista purpurata*. Superior: Esquema; Inferior Izq: Zona de corte para muestra histológica. Inferior Derecha: Muestra de tejido para estudios histológicos.

Análisis del patrón reproductivo y parasitológico

Se determinó el sexo de los individuos muestreados, clasificándolos en hembras, machos e indiferenciados y la proporción sexual se testeó a través de la prueba Chi X². Mediante la observación microscópica de las secciones histológicas, y utilizando la escala establecida por Morsan y Kroeck (2005), se asignó un estadio de desarrollo gonadal cualitativo basado en la frecuencia del tipo de células, tamaño y forma del folículo, especificando, además, la presencia de atresia folicular. Se utilizó el test de Kolmorov-Smirnov para evaluar diferencias entre los

estadios de desarrollo gonadal de almejas longevas y jóvenes, para luego comparar los resultados con estudios previos.

De manera complementaria, se calculó el Índice de Condición fisiológica aparente (IC) (sensu Urban 2000) según la siguiente fórmula: $IC = (Pc/Pv) * 100$; Siendo: Pc: peso de las partes blandas y Pv: peso de las valvas. Este Índice se utilizó como un indicador cuantitativo indirecto del grado de madurez gonadal.

La caracterización de la infestación por helmintos parásitos se evaluó a partir del análisis de los siguientes indicadores:

- Prevalencia mensual: $P = NIP/NT * 100$; siendo P: prevalencia, NIP: número de individuos parasitados y NT: número total de individuos muestreados (Bush et al. 1997).

- Intensidad de infección: Se determinó según la escala semi-cuantitativa establecida por Kim et al. (2006), que establece cuatro clases: 0= No infectado; 1= Presencia sólo en gónadas o sólo en branquia; 2= Tejido gonadal completamente infectado con extensión parcial a la glándula digestiva o branquias (entre un 20 y 30%); 3= Gónada o branquia completamente infectada, invadiendo más del 90% del órgano.

- Comparación entre la talla promedio de las almejas parasitadas *versus* las no parasitadas: se realizó para la totalidad de las muestras mediante una prueba de Mann-Whitney que permite comparar 2 distribuciones a partir de muestras de tamaño n1 y n2 (Conover, 1980).

- Comparación entre el Índice de Condición promedio de las almejas parasitadas *versus* las no parasitadas utilizando el Test Mann-Whitney (Conover, 1980).

- Análisis de la relación entre prevalencia y sexos: se calcularon los porcentajes de hembras, machos e indiferenciados.

- Los datos de salinidad y temperatura se utilizaron para relacionar las prevalencias parasitarias con las condiciones ambientales mediante una prueba de correlación por Rangos

de Spearman que permite establecer el grado de asociación entre 2 variables (Conover, 1980).
Estos parámetros se solicitaron al Programa de Sensoramiento Remoto perteneciente al
Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP)

Resultados

Análisis de la distribución de tallas

Durante el período de octubre 2021 a marzo 2022 se colectaron y procesaron histológicamente 265 individuos de *Eucallista purpurata* correspondientes a las cohortes, longevas y jóvenes en playa Villarino.

La talla promedio de la cohorte longeva (40-42 años) fue de 57,40 mm de alto (At), 64,30 mm de largo (Lt) y 39,18 mm de espesor (Esp) y el peso total (Pt) promedio fue de 105,92 grs. Mientras que la cohorte de las almejas jóvenes (2 a 8 años) presentó una talla promedio de 41,9 mm de At, 48,11 mm de Lt y 25,94 mm de Esp., con un Pt promedio de 37,87 grs. A partir del análisis de la distribución de frecuencia de tallas de la muestra se observaron dos modas, coincidentes con la cohorte longeva y la joven. Cabe aclarar que la proporción entre longevas y jóvenes no es 50:50, dado que se tomaron contabilizando igual cantidad de individuos de ambas cohortes para los muestreos, no fue un muestreo al azar. (Fig. 4).

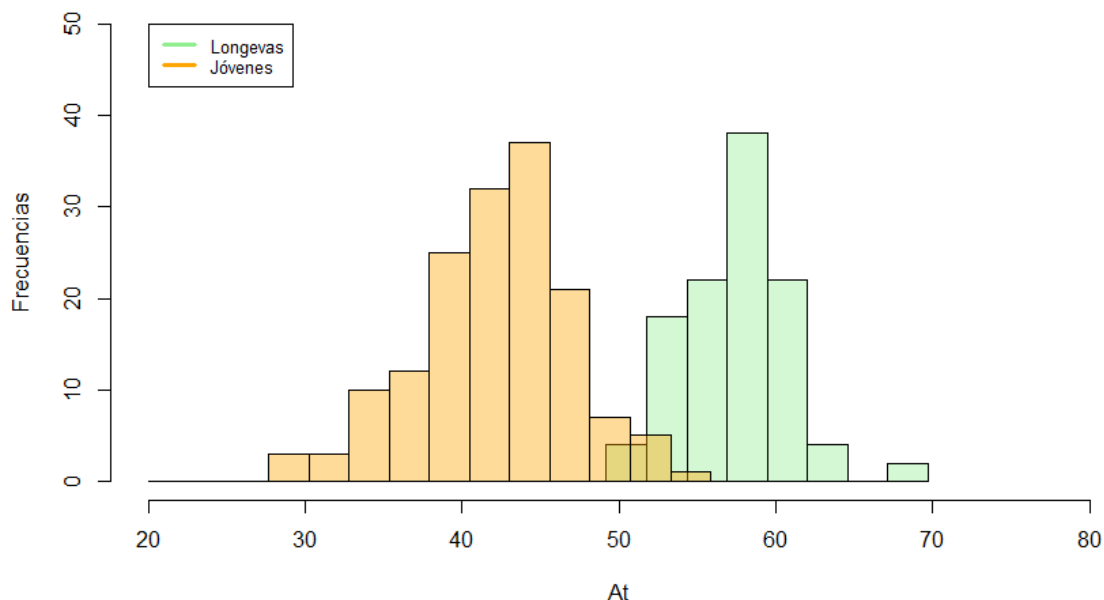


Figura 4. Distribución de frecuencia de tallas (At) de las cohortes longeva y joven de *E. purpurata* en la población estudiada de Playa Villarino.

Análisis del patrón reproductivo

Proporción sexual

Para ambas cohortes, se contabilizaron 114 hembras (43,18%), 127 machos (48,11%), 23 indiferenciados (8,71%) y un individuo hermafrodita, la proporción sexual (hembras : machos) observada no difirió de 1:1 en ambas cohortes. La cohorte longeva, presentó una proporción sexual de 50:52, siendo un 45,87 % hembras, un 47,71 % machos y un 6,42 % indiferenciados (correspondiente a 7 individuos), mientras que en las cohortes de las jóvenes la proporción hembras : machos fue de 64:75, correspondiendo un 41,21% a hembras, un 48,39% a machos, un 10,32% a indiferenciados (correspondiente a 19 individuos) (Fig. 5). En esta misma cohorte se pudo identificar un individuo hermafrodita no funcional en el cual se observaron ovocitos atrésicos y folículos con espermatozoides (Fig. 6).

Con respecto a los individuos indiferenciados, en total se observaron 23, de los cuales 21 correspondían a almejas parasitadas. Los restantes dos individuos no pudieron ser sexados debido a que presentaban una evacuación total de sus gametos.

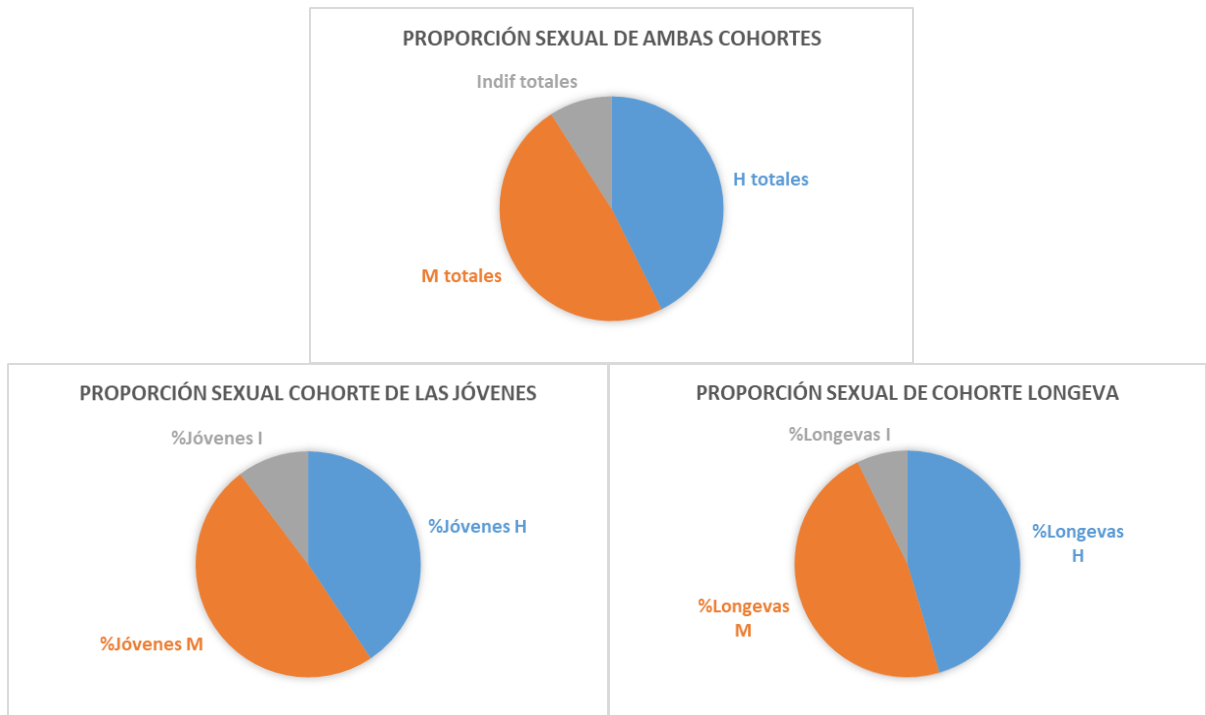


Figura 5. Proporción sexual de *E. purpurata* en la población estudiada de Playa Villarino.

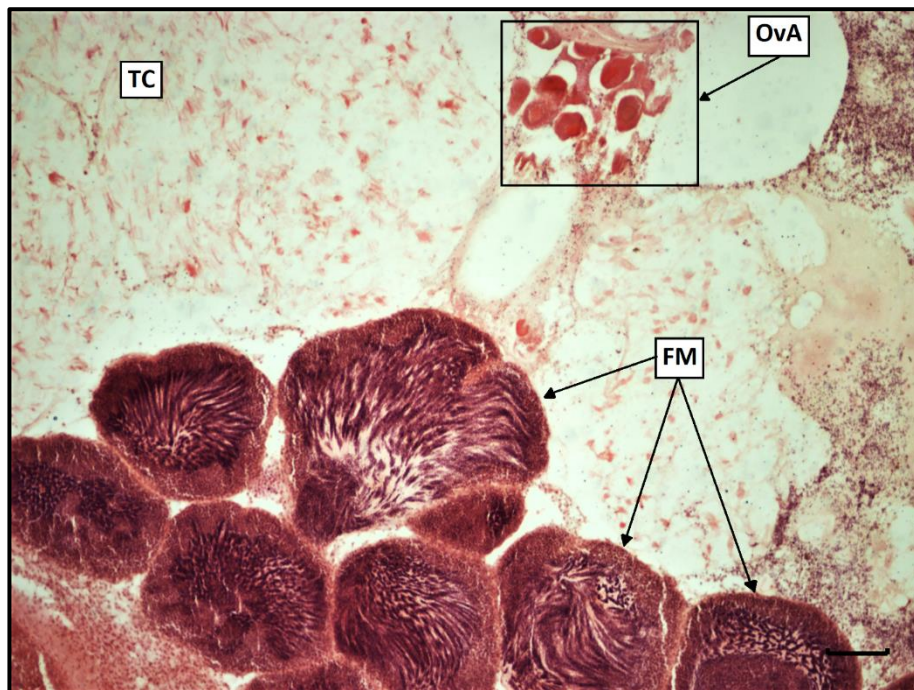


Figura 6. Ejemplar hermafrodita no funcional de *E. purpurata* en la población estudiada de Playa Villarino. TC: tejido conectivo; FM: folículos masculinos; OvA: ovocitos atrésicos. Aumento: 100x; bar: 100 μ m

Estadios de desarrollo gonadal

Para la clasificación de estadios gonadales se utilizó la escala propuesta por Morsan y Kroeck (2005) con algunas modificaciones (Tabla 1). Debido a las complicaciones con los muestreos mencionadas anteriormente, las modificaciones fueron: 1) no se diferenció entre estadios de gametogénesis inicial o avanzada debido a la escasa cantidad de individuos que se encontraron en este estadio; 2) se consideró relevante diferenciar entre maduración y maduración total.

Se utiliza evacuación y desove, según sean machos o hembras respectivamente. En la Tabla 1 se muestra la caracterización de los estadios de desarrollo gonadal que se utilizaron para describir el patrón reproductivo.

Tabla 1: Escala microscópica de estadios de desarrollo gonadal de *E. purpurata* en la población estudiada de Playa Villarino.

Estadio gametogénico	Hembra	Macho
<i>Gametogénesis (G)</i>	Ovogonias y ovocitos primarios proliferan en las paredes internas de los alvéolos, el núcleo ocupa la mayor parte del volumen celular. Los alvéolos muestran formas irregulares y el lumen se observa vacío (Fig. 7 A).	Una fina capa de espermatogonias rodea las paredes internas de los alvéolos, algunos espermatoцитos crecen hacia el lumen manteniendo el contacto con las espermatogonias (Fig. 7 F).
<i>Maduración (M)</i>	Se observan ovocitos pedunculados en la mayoría de los folículos, y algunos con forma poliédrica, lo que indica que se desprendieron de las paredes alveolares y comienzan a acumularse en el lumen (Fig. 7 B).	La serie espermática está completa: espermatogonias, espermatoцитos y espermatozoides, sin embargo, la capa de espermatozoides todavía es muy fina. Presentan una orientación radial hacia el lumen alveolar (Fig. 7 G).
<i>Maduración total (MT)</i>	Los ovocitos presentan forma poliédrica debido a la presión dentro del alvéolo agrupados hacia el centro del lumen, pueden existir algunos ovocitos pedunculados. El espacio alveolar interno nunca está completamente lleno (Fig. 7 C).	Los alvéolos incrementaron su tamaño, el espacio interalveolar es mínimo, los espermatozoides llenan el espacio intraalveolar y sus flagelos apuntan hacia el lumen, los otros dos estratos celulares se presentan como una fina capa (Fig. 7 H).

<p><i>Desove/ Evacuación parcial (DP/ EP)</i></p>	<p>La presión dentro de los alvéolos disminuye, predominan los ovocitos con forma redonda separados de la pared alveolar. Se pueden observar células germinales en las paredes internas foliculares que formarán una nueva serie gamética (Fig. 7 D).</p>	<p>La serie espermática se observa desordenada. La presión intraalveolar disminuyó y se pueden observar espermatozoides en los gonoductos. Las espermatogonias pueden estar presentes bordeando la pared alveolar, lo que producirá un nuevo lote de espermatozoides (Fig. 7 I).</p>
<p><i>Desove/ Evacuación total (DT/ET)</i></p>	<p>Los alvéolos presentan un espacio intralveolar amplio con algunos ovocitos remanentes (que en ocasiones no se observan) e infiltraciones de células fagocíticas en el espacio inter e intralveolar. No se observan ovogonias contra la pared alveolar Fig. 7 E).</p>	<p>Los alvéolos se encuentran prácticamente vacíos, no se observan espermatogonias. Infiltraciones de células fagocíticas ocupan el espacio inter e intralveolar. No se observan espermatogonias contra la pared alveolar (Fig. 7 J).</p>

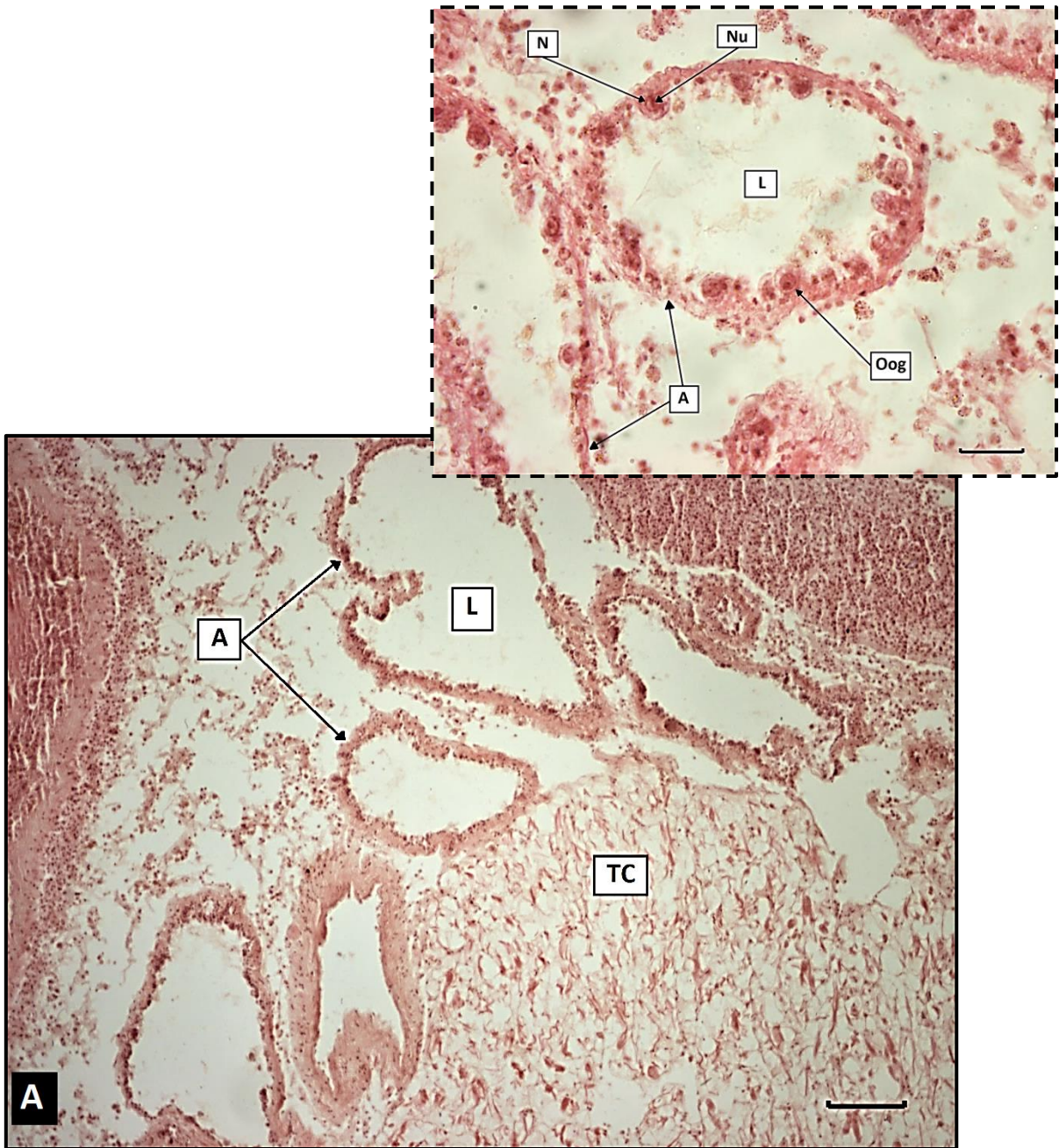


Figura 7 A. Estadio de gametogénesis en hembras de *Eucallista purpurata*. A: alvéolos; L: lumen; TC: tejido conectivo; Oog: ovogonia; N: núcleo; Nu: nucléolo. Aumento: 100x; bar: 100 μ m. Detalle: 400x; bar: 30 μ m.

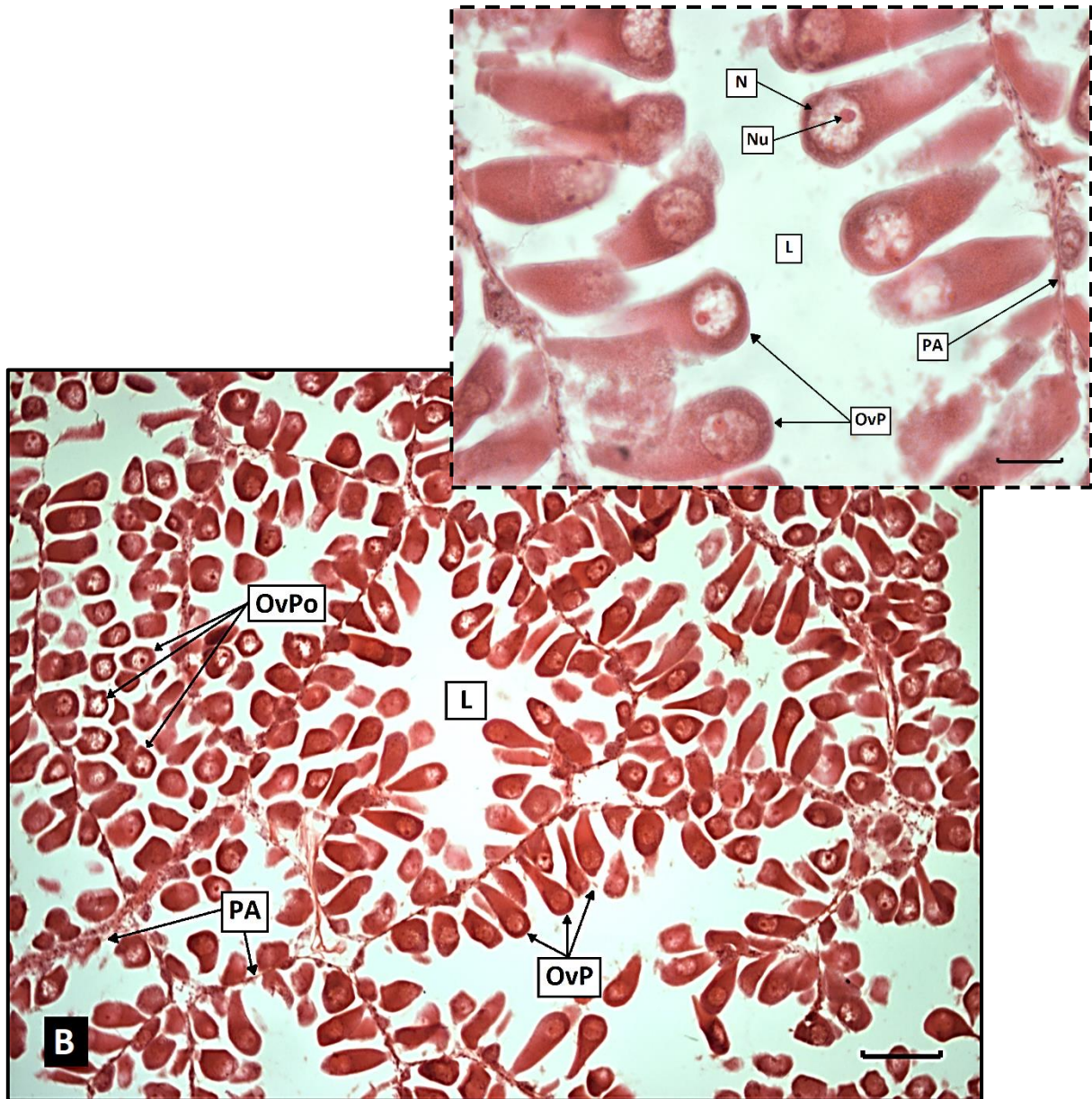


Figura 7 B. Estadio de maduración en hembras de *Eucallista purpurata*. L: lumen; PA: pared alveolar; OvP: ovocito pedunculado; OvPo: ovocito poliédrico; N: núcleo; Nu: nucléolo. Aumento: 100x; bar: 100 μ m. Detalle: 400x; bar: 30 μ m.

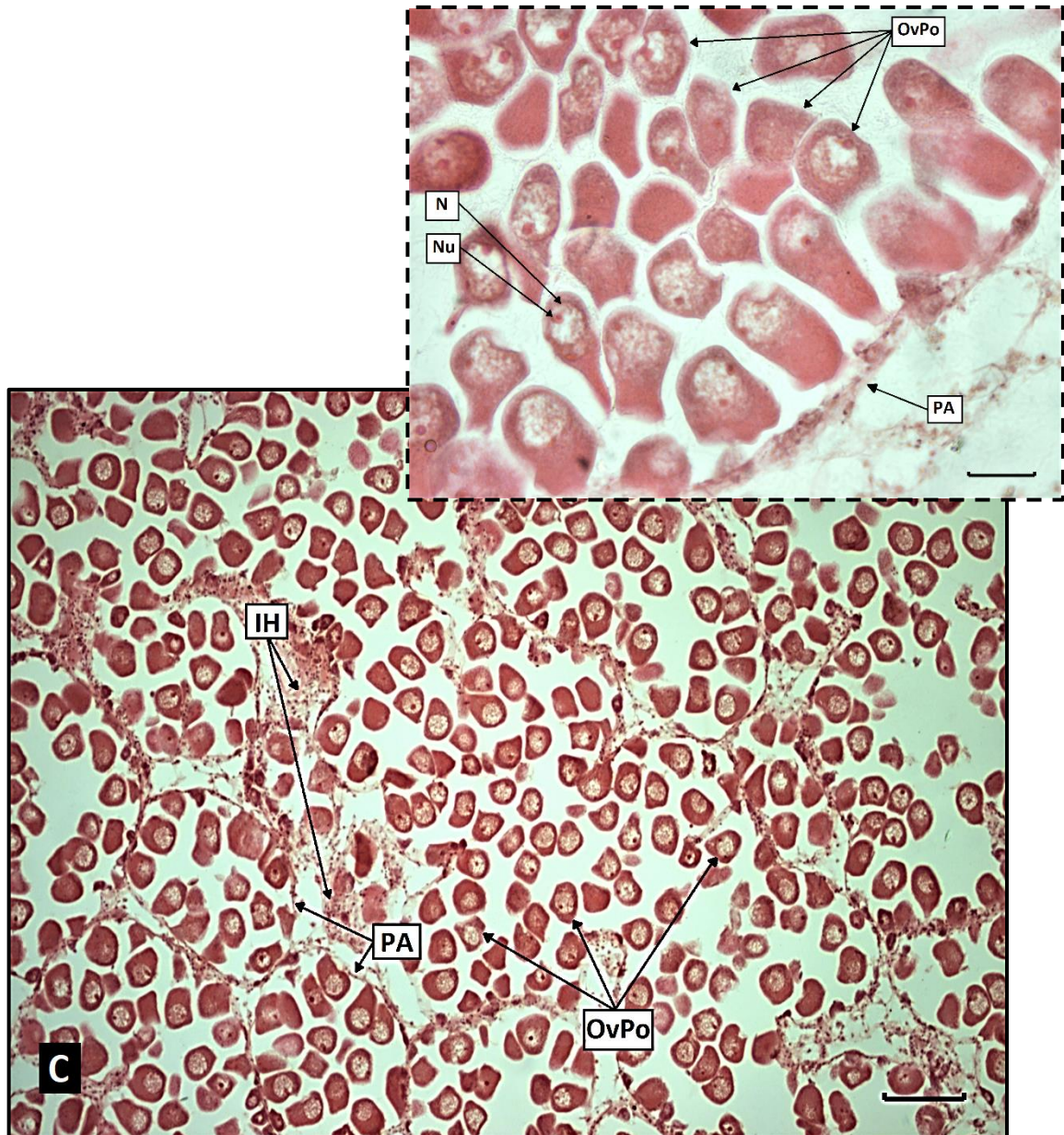


Figura 7 C. Estadio de maduración total en hembras de *Eucallista purpurata*: **Maduración total.** PA: pared alveolar; IH: infiltración hemocitaria; OvPo: ovocito poliédrico; N; núcleo; Nu: nucléolo. Aumento: 100x; bar: 100 μ m. Detalle: 400x; bar: 30 μ m.

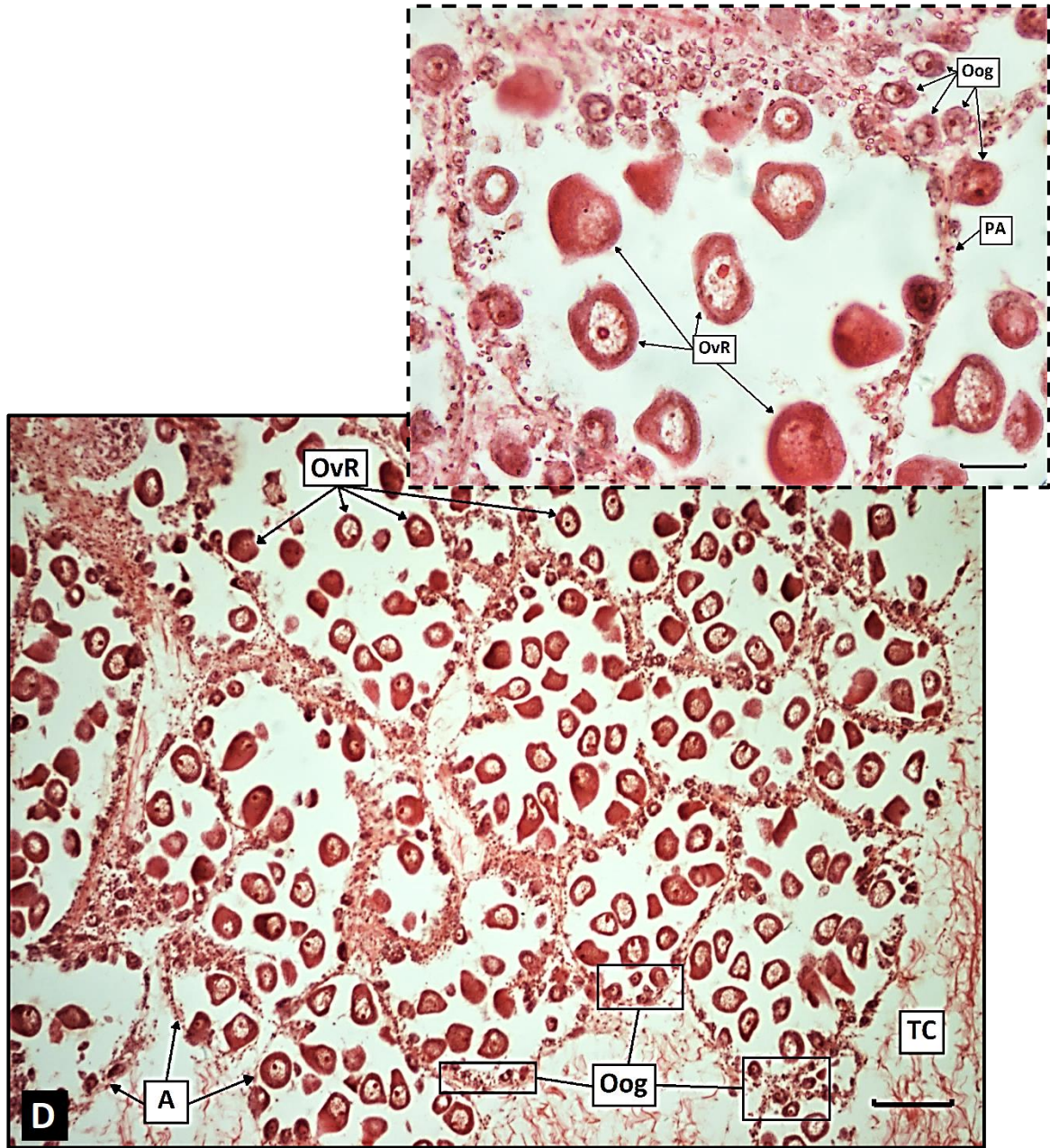


Figura 7 D. Estadio de desova parcial en hembras de *Eucallista purpurata*. A: alvéolos; TC: tejido conectivo; PA: pared alveolar; Oog: ovogonia; OvR: ovocitos redondos. Aumento: 100x; bar: 100 μ m. Detalle: 400x; bar: 30 μ m.

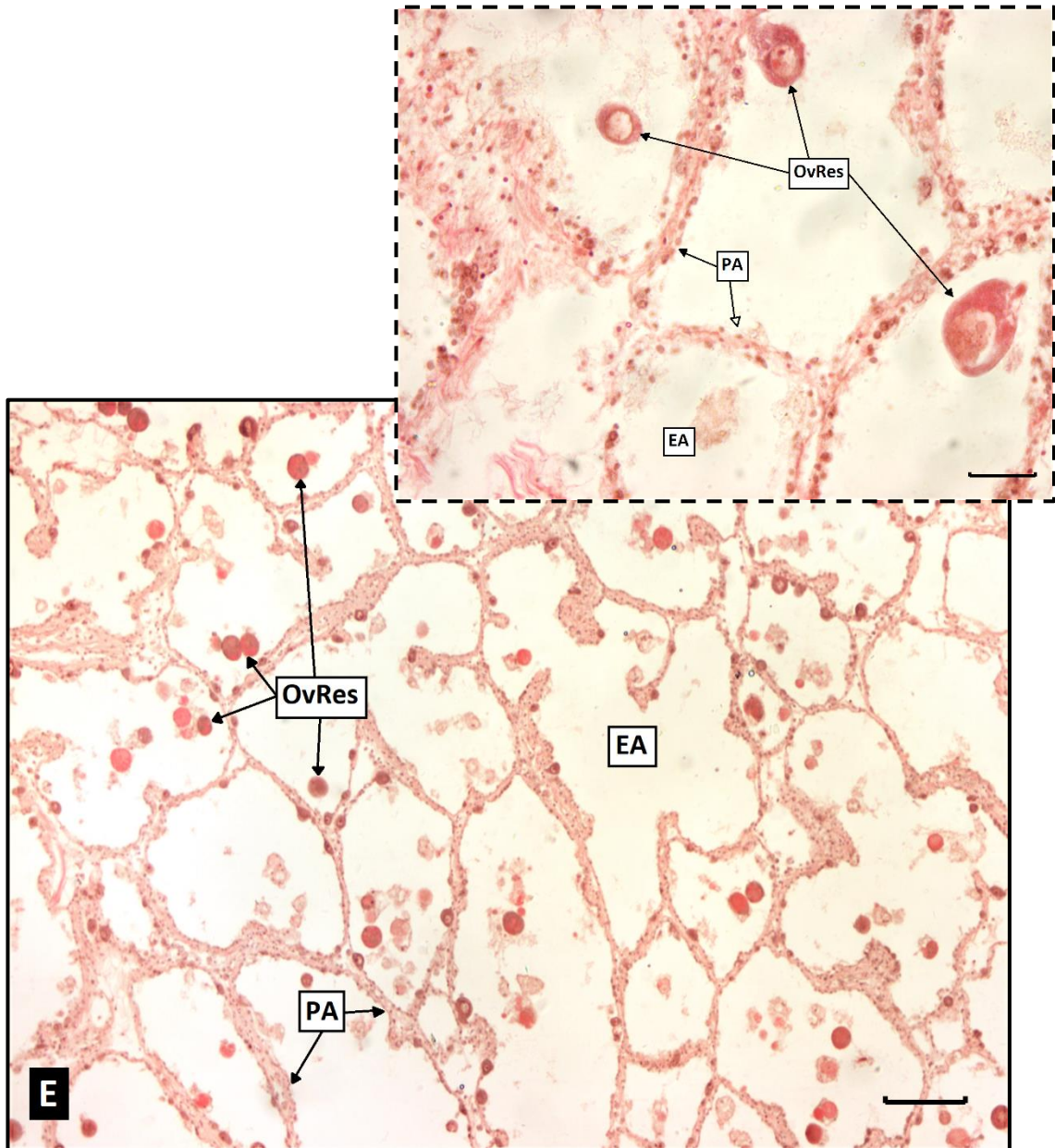


Figura 7 E. Estadio de desove total en hembras de *Eucallista purpurata*. PA: pared alveolar; EA: Espacio intralveolar; OvRes: Ovocitos residuales. Aumento: 100x; bar: 100 μ m. Detalle: 400x; bar: 30 μ m.

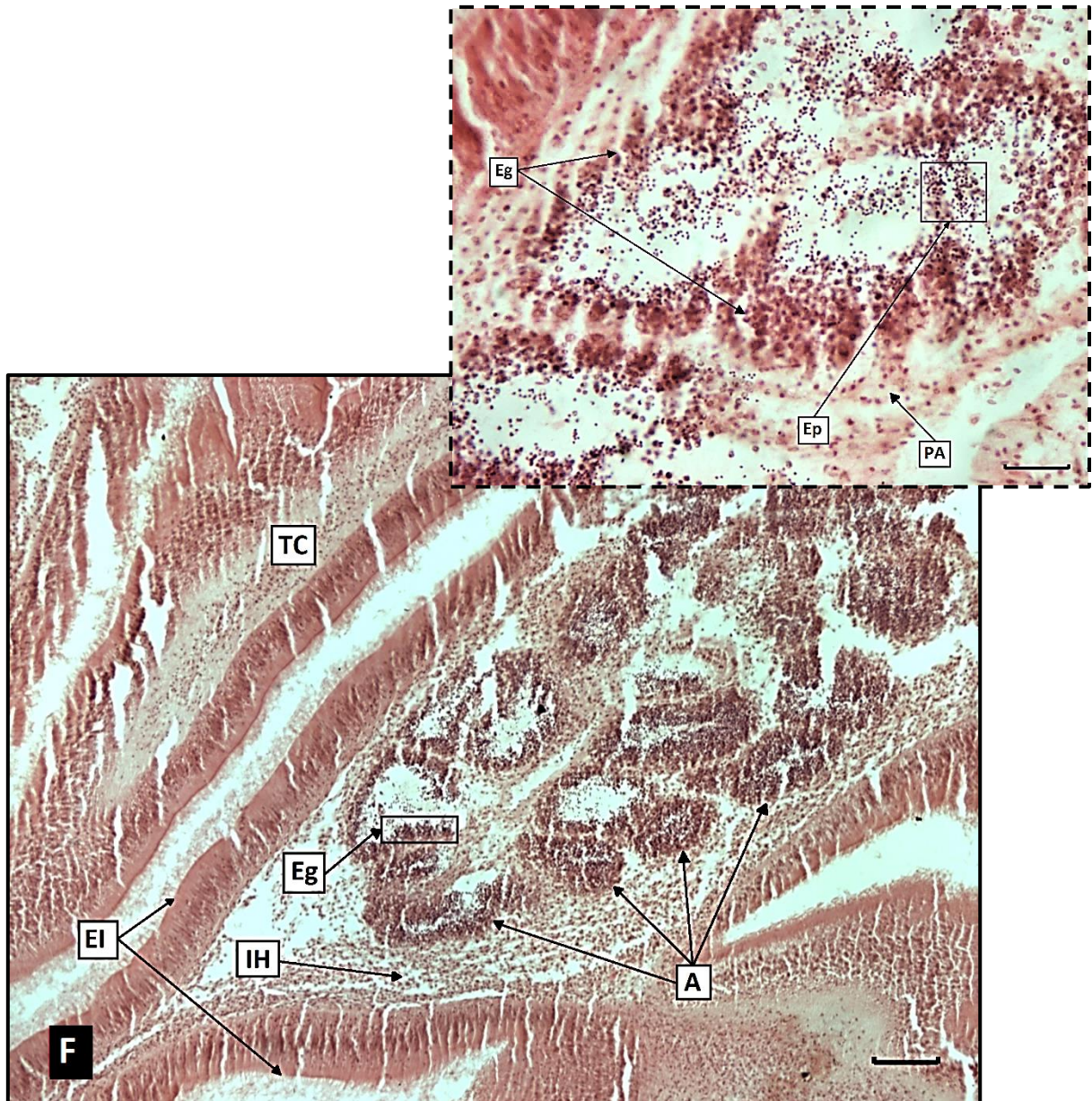


Figura 7 F. Estadio de gametogénesis en machos de *Eucallista purpurata*. A: alvéolos; PA: pared alveolar; TC: tejido conectivo; IH: infiltración hemocitaria; EI: epitelio intestinal; Eg: espermatogonias; Ep: espermátidas. Aumento: 100x; bar: 100 μ m. Detalle: 400x; bar: 30 μ m.

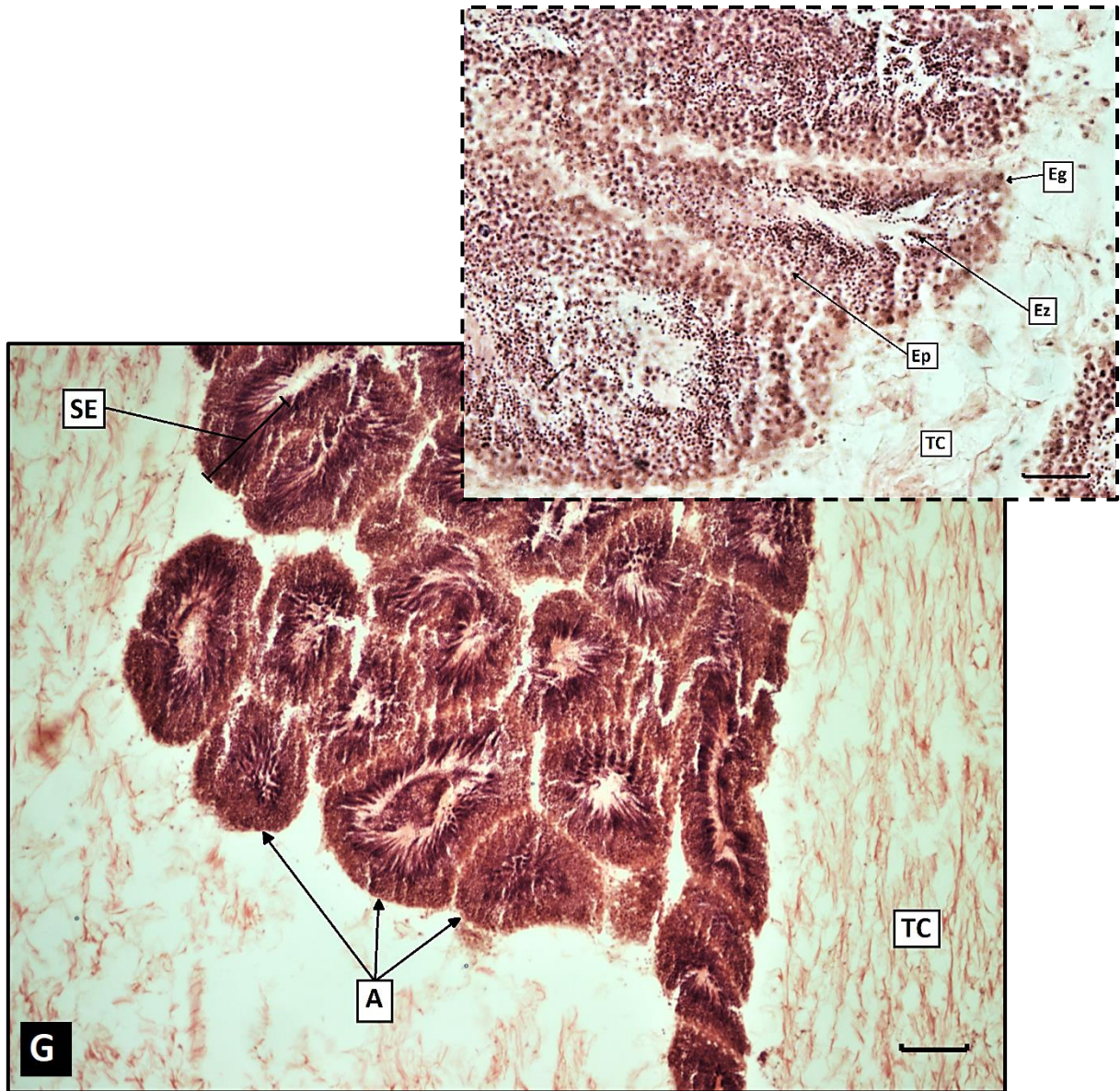


Figura 7 G. Estadio de maduración en machos de *Eucallista purpurata*. A: alvéolos; TC: tejido conectivo; SE: serie espermática; Eg: espermatogonias; Ep: espermátidas; Ez: espermatozoides. Aumento: 100x; bar: 100 μ m. Detalle: 400x; bar: 30 μ m.

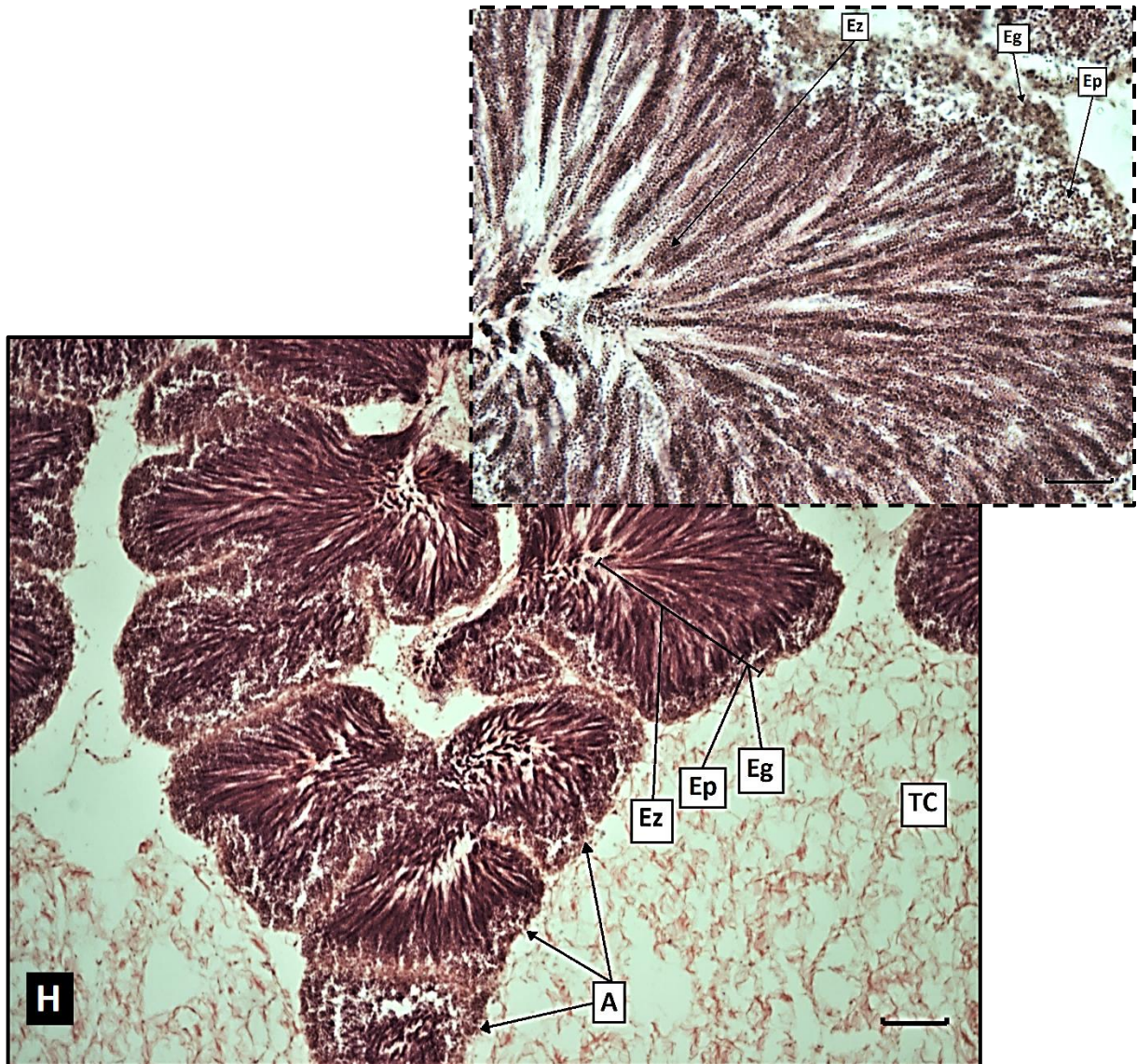


Figura 7 H. Estadio de maduración total en machos de *Eucallista purpurata*. A: alvéolos; TC: tejido conectivo; Eg: espermatogonias; Ep: espermátidas; Ez: espermatozoides. Aumento: 100x; bar: 100 μ m. Detalle: 400x; bar: 30 μ m.

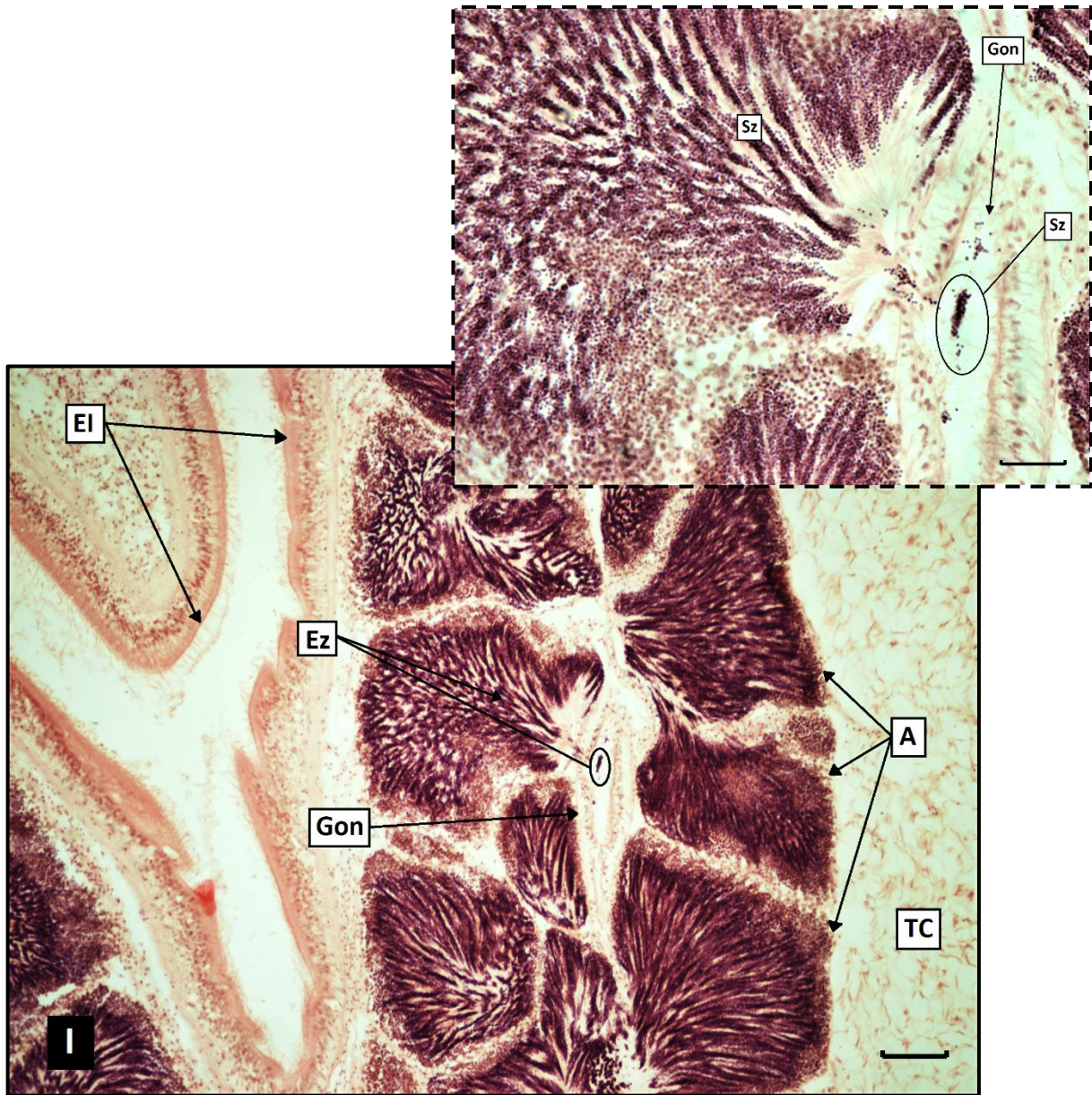


Figura 7 I. Estadio de evacuación parcial en machos de *Eucallista purpurata*. A: alvéolos; TC: tejido conectivo; EI: epitelio intestinal; Gon: gonoducto; Ez: espermatozoides. Aumento: 100x; bar: 100 μ m. Detalle: 400x; bar: 30 μ m.

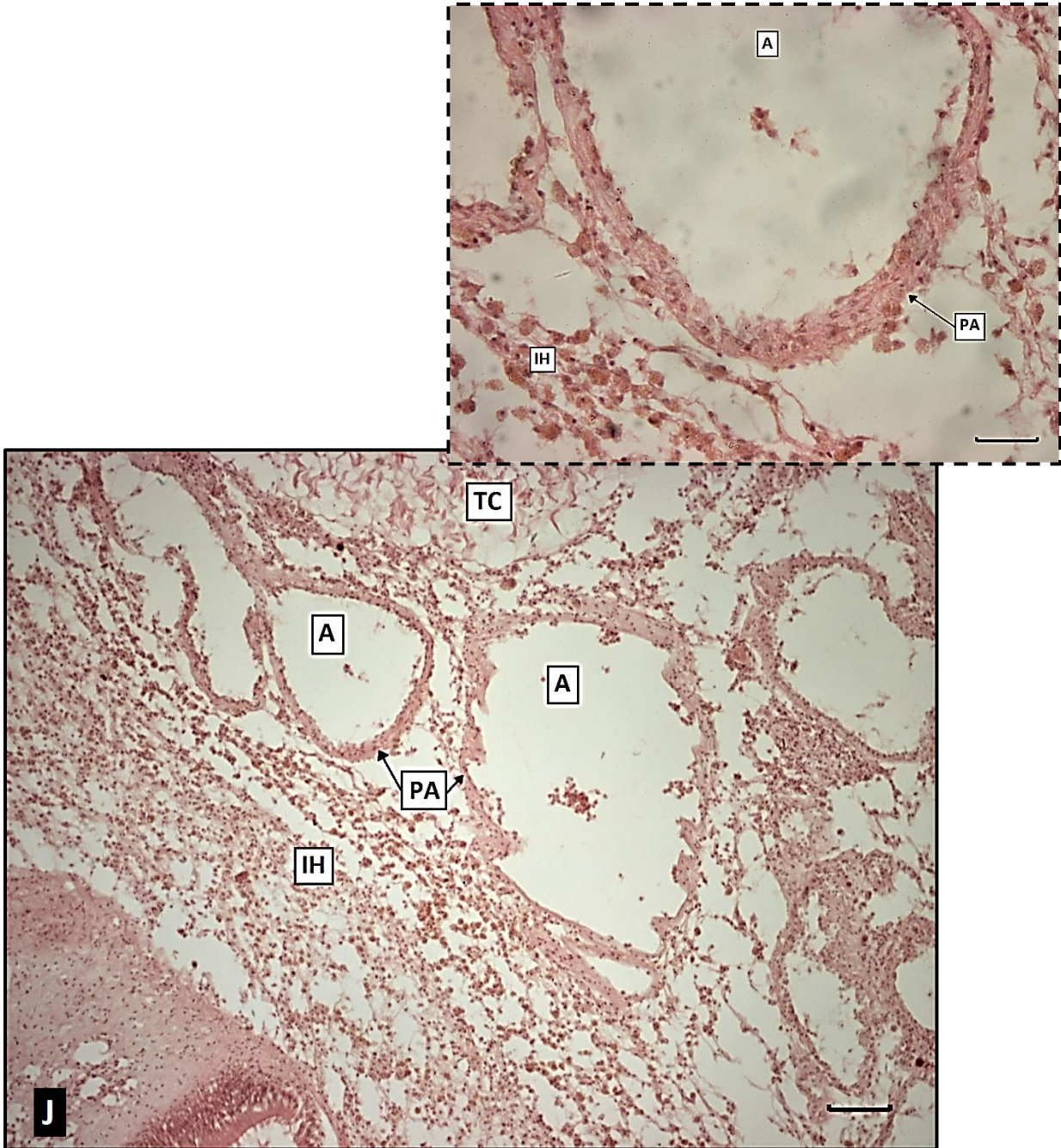


Figura 7 J. Estadio de evacuación total en machos de *Eucallista purpurata*. A: alvéolos; PA: pared alveolar; TC: tejido conectivo; IH: infiltración hemocitaria. Aumento: 100x; bar: 100 μ m. Detalle: 400x; bar: 30 μ m.

Análisis del patrón de desarrollo gonadal

Durante el periodo de estudio se observó una leve desincronización temporal de los estadios de desarrollo gonadal entre las cohortes longevas y jóvenes:

Individuos jóvenes: Durante octubre y noviembre del año 2021 se encontraban madurando, en diciembre comenzaron los desoves parciales, continuando hasta marzo del 2022. En febrero y marzo de este último año, algunas hembras (11,11% en febrero y 33,33% en marzo) presentaron desoves totales (Fig. 9 B), sin embargo, no fue así en machos, los cuales se encontraban en el estadio de evacuación parcial (Fig. 8 B).

Cohorte de ejemplares longevas: La maduración se observó mayormente en octubre y noviembre del 2021, sin embargo, en este último mes comenzaron los desoves parciales, más temprano respecto a las jóvenes. Los desoves parciales continuaron hasta enero del año 2022, donde también se registraron desoves totales, a diferencia de la cohorte más joven (Fig. 8 A y 9 A).

En el mes de enero 2022 se registraron diferencias significativas (Tabla 2) entre las dos cohortes respecto de las proporciones de estadios de desarrollo gonadal.

Tabla 2: Diferencias en el patrón de desarrollo gonadal entre las cohortes longevas y jóvenes de *E. purpurata* en la población estudiada de Playa Villarino

<i>Longevas vs Jóvenes</i>	<i>Valor de p</i>
<i>Octubre</i>	0,6112
<i>Noviembre</i>	0,6838
<i>Diciembre</i>	0,3716
<i>Enero</i>	0.0006

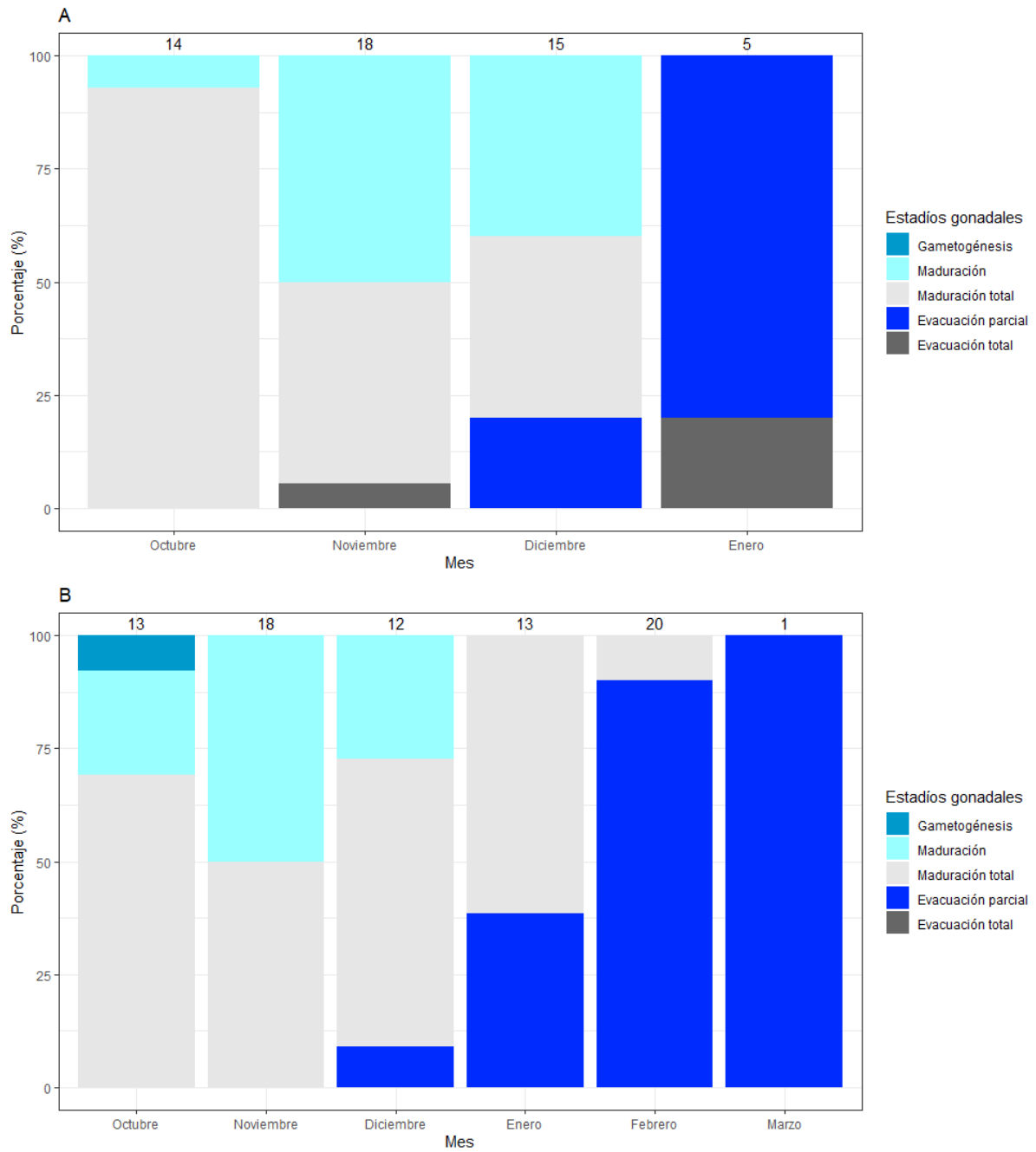


Figura 8 A-B. Estadios de desarrollo gonadal de machos de ambas cohortes de *E. purpurata* en la población estudiada de Playa Villarino. A: Machos longevos; B: Machos jóvenes. Los números por encima de cada barra representan el n muestral total.

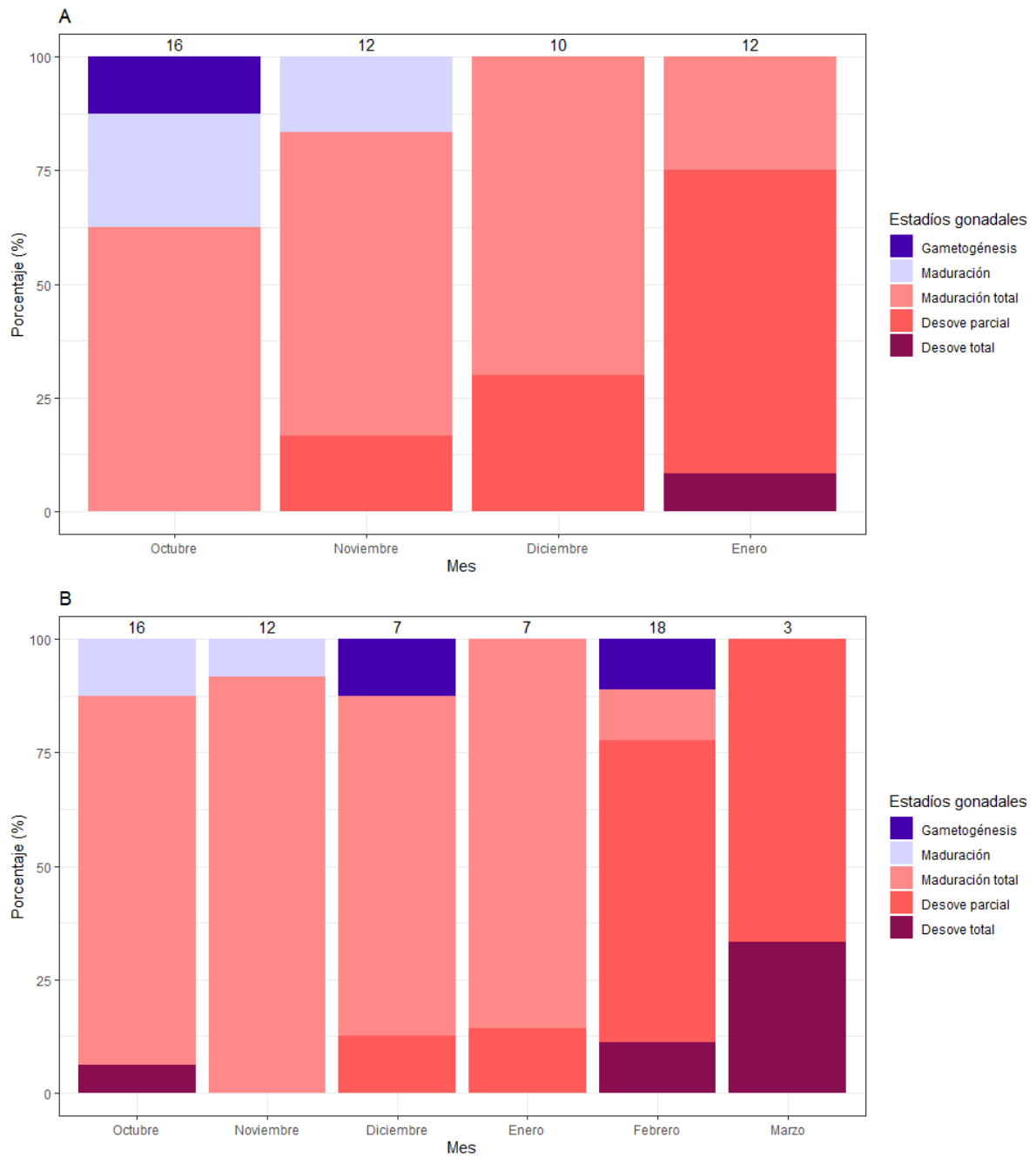


Figura 9 A-B. Estadios de desarrollo gonadal de hembras de ambas cohortes de *E. purpurata* en la población estudiada de Playa Villarino. A: Hembras longevas; B: Hembras jóvenes. Los números por encima de cada barra representan el n muestral total.

Análisis del Índice de condición fisiológica aparente (I.C.)

Durante todo el periodo de estudio la condición fisiológica aparente de ambas cohortes fue similar, sin embargo, en enero del 2022 existe una disminución del I.C. en la cohorte longeva debido a que las hembras ya habían comenzado con el estadio de desove total (DT) (Fig. 10). Asimismo, durante febrero y marzo se observa un pronunciado descenso del I.C. de las cohortes jóvenes debido a que la totalidad de los individuos se encontraron en estadios de desove/evacuación parcial y total (EP, ET, DP y DT) (Fig. 11). Durante el mes de noviembre del 2021 se observa un pico máximo en ambas cohortes correspondientes a los estadios de maduración (M) y maduración total (MT).

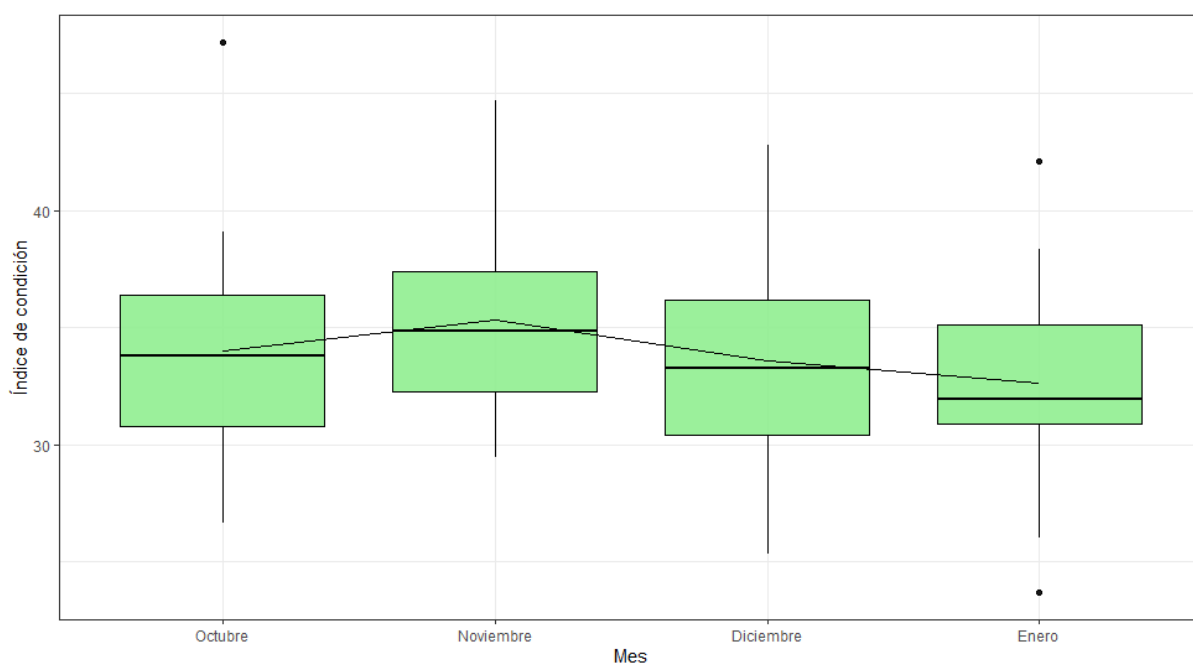


Figura 10. Índice de condición de la cohorte longeva de *E. purpurata* en la población estudiada de Playa Villarino. Los límites inferior y superior de las cajas representan los cuartiles de 25 y 75% respectivamente, la línea intermedia horizontal de la caja representa la mediana y las líneas verticales en los extremos representan los valores mínimos y máximos, los puntos por encima o por debajo de estas líneas son outliers o valores atípicos. La línea que atraviesa las cajas es la tendencia de la media.

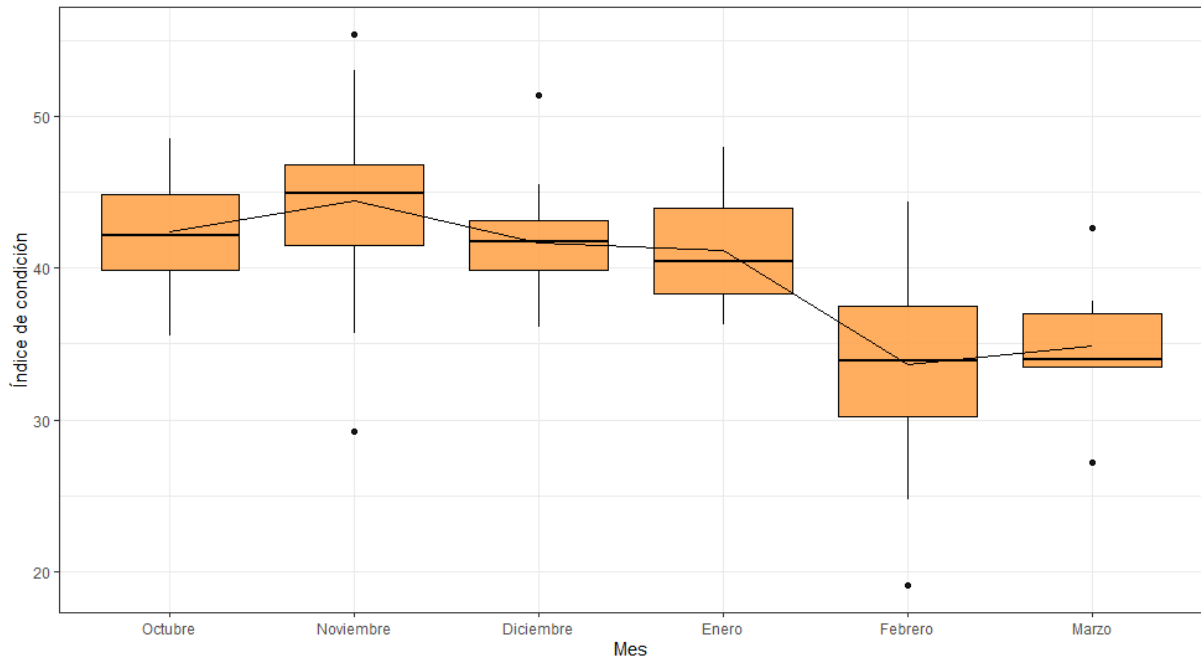


Figura 11. Índice de condición de las cohortes jóvenes de *E. purpurata* en la población estudiada de Playa Villarino. Los límites inferior y superior de las cajas representan los cuartiles de 25 y 75% respectivamente, la línea intermedia horizontal de la caja representa la mediana y las líneas verticales en los extremos representan los valores mínimos y máximos, los puntos por encima o por debajo de estas líneas son outliers o valores atípicos. La línea que atraviesa las cajas es la tendencia de la media.

Anormalidades histológicas e histopatología

A continuación, se describen anomalías histológicas encontradas en las muestras:

- *Parasitología:* se observaron Trematodos Digeneos similares a los de la Familia Monorchidae en la gónada con invasión, en algunos casos, del hepatopáncreas y, en los últimos muestreos, también se hallaron en las branquias. Sólo tres individuos se encontraron parasitados únicamente en branquias, estos últimos parásitos presentaban características similares a los de la Familia Aporocotylidae.
- *Infiltraciones hemocitarias generalizadas (IHG):* Estas anomalías fueron frecuentes en individuos parasitados (Fig. 12 A) y en almejas indiferenciadas post-evacuación total (Fig. 12 B).

- *Atresia de gametas*: este proceso de degeneración y reabsorción se observó en un único ejemplar. El individuo era una hembra perteneciente a la cohorte longeva y en ella se encontraron zonas de la gónada con distinto nivel de atresia, observándose ovocitos multinucleados, de mayor tamaño y células apoptóticas en proceso de lisis (Fig. 13).
- *Células marrones*: Se pudo observar una elevada cantidad de estas células marrones en el epitelio intestinal (Fig. 14). Estas células son las encargadas de ayudar en la absorción de nutrientes, por lo que es normal encontrar un cierto porcentaje de ellas. Sin embargo, en todas las almejas de la cohorte longeva la proporción de células marrones era mucho mayor que en las jóvenes.
- *Hiperplasia*: Esta histopatología corresponde a un incremento del número de células de un órgano o tejido y no posee un agente etiológico determinado. En este estudio, se observaron diferentes niveles de hiperplasia e infiltración branquial particularmente en las muestras de febrero y marzo, en las cuales se observó que 19 de 33 almejas (57,57% de la muestra) presentaban alguna de las dos patologías (Fig. 15).

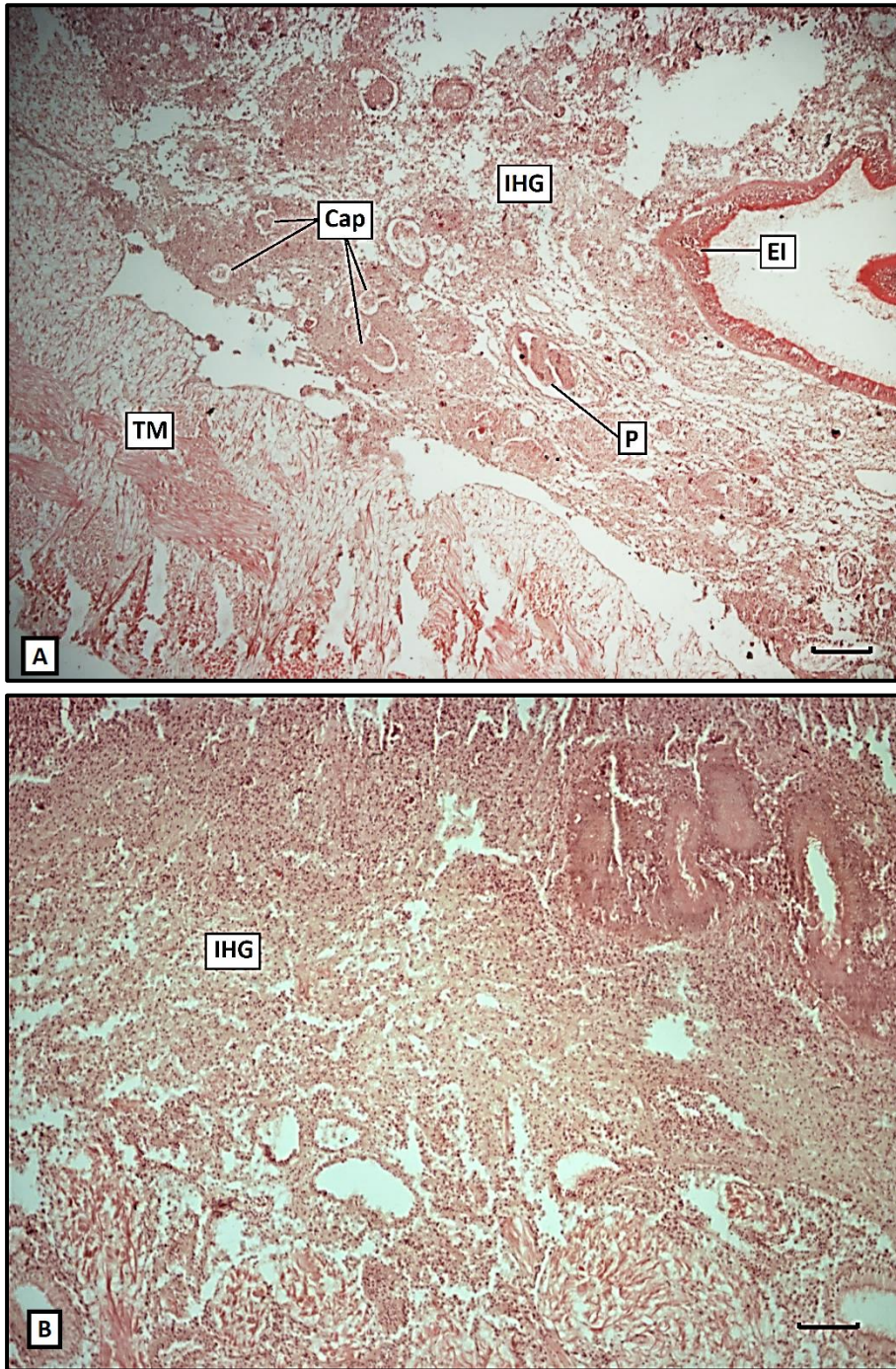


Figura 12. Infiltración Hemocitaria Generalizada (IHG) en individuo parasitado (A) y un individuo post-evacuación total (B) de *E. purpurata* en la población estudiada de Playa Villarino. TM: tejido muscular; EI: epitelio intestinal; P: parásito; Cap: cápsula hemocitaria. Aumento: 40x; bar: 200 μ m

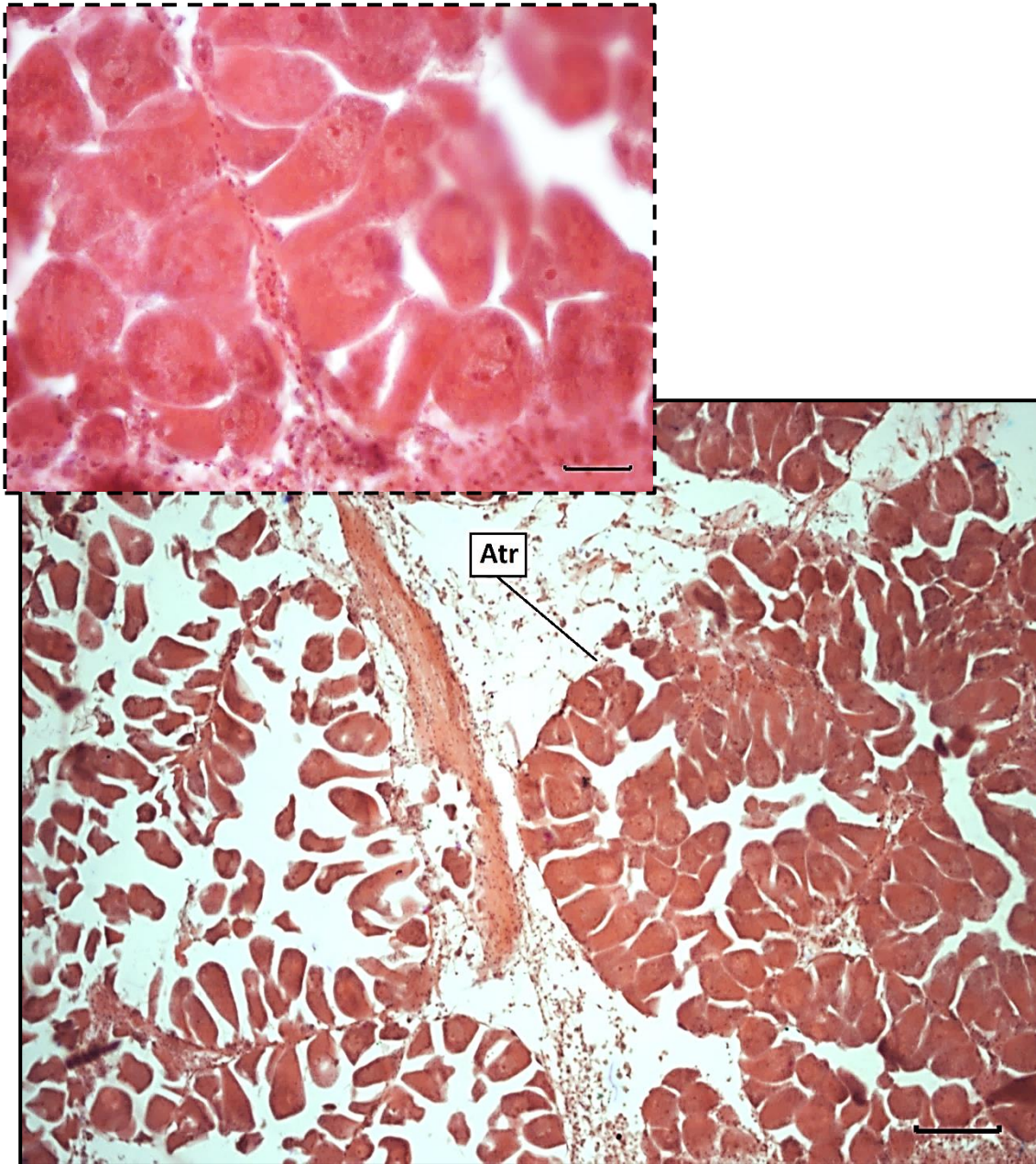


Figura 13. Ejemplar hembra con zona atrésica ovocitaria (Atr) de *E. purpurata* en la población estudiada de Playa Villarino. Aumento: 100x; bar: 100 μ m (Detalle: 400x; bar: 30 μ m).

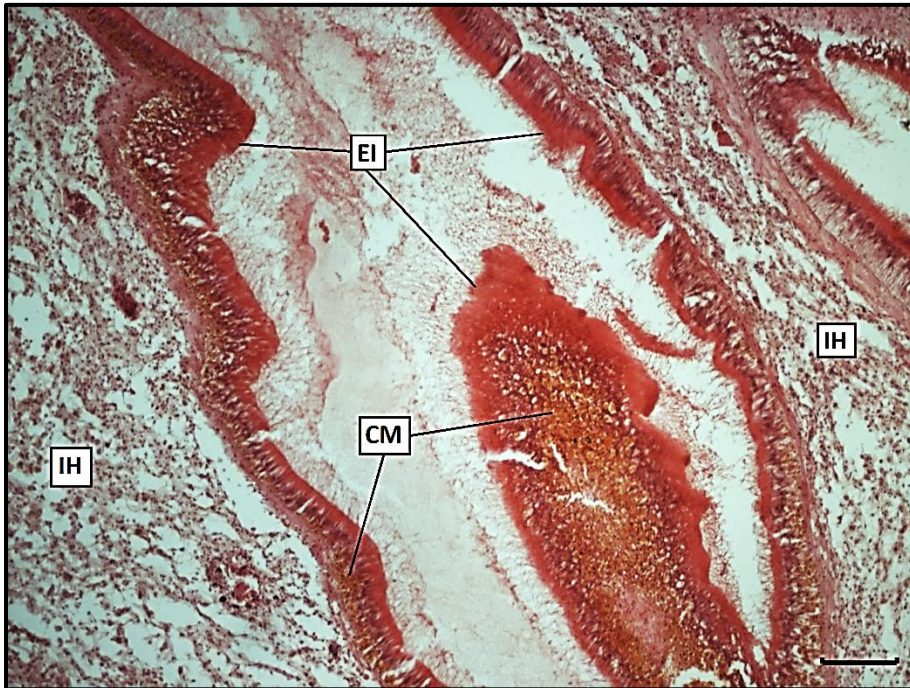


Figura 14. Células marrones (CM) e infiltración hemocitaria (IH) en epitelio intestinal (EI) de ejemplar longevo de *E. purpurata* en la población estudiada de Playa Villarino. Aumento: 100x; bar: 100 μ m.



Figura 15. Hiperplasia branquial de *E. purpurata* en la población estudiada de Playa Villarino. IH: infiltración hemocitaria; HBr: hiperplasia branquial; Br: branquia. Aumento: 100x; bar: 100 μ m.

Análisis parasitológico

En el periodo comprendido entre octubre 2021 y marzo 2022, como se mencionó anteriormente, se analizaron un total de 265 almejas, de las cuales 28 (10,57 %) se encontraron parasitadas con helmintos (Trematoda: Digenea). Nueve (32,14 %) de ellas pertenecían a la cohorte longeva y 19 (64,86 %) a la cohorte de las almejas jóvenes.

Mediante el análisis microscópico de las secciones histológicas se pudo observar que algunos individuos presentaban infestación en sus gónadas y en otros ejemplares los parásitos se encontraban en las branquias. Particularmente, durante los meses de febrero y marzo se hallaron seis individuos parasitados tanto en sus gónadas como en sus branquias, correspondientes a un 11,11% de la muestra de ambos meses. En ambos órganos se encontraron diferentes estadios de desarrollo (esporocistos y cercarias) de dos familias de digeneos. En las gónadas se identificaron distintos estadios de digeneos similares a aquellos pertenecientes a la familia Monorchiidae (Fig. 16), y en las branquias se observaron esporocistos y cercarias similares a aquellos pertenecientes a la familia Aporocotylidae (Fig. 17).

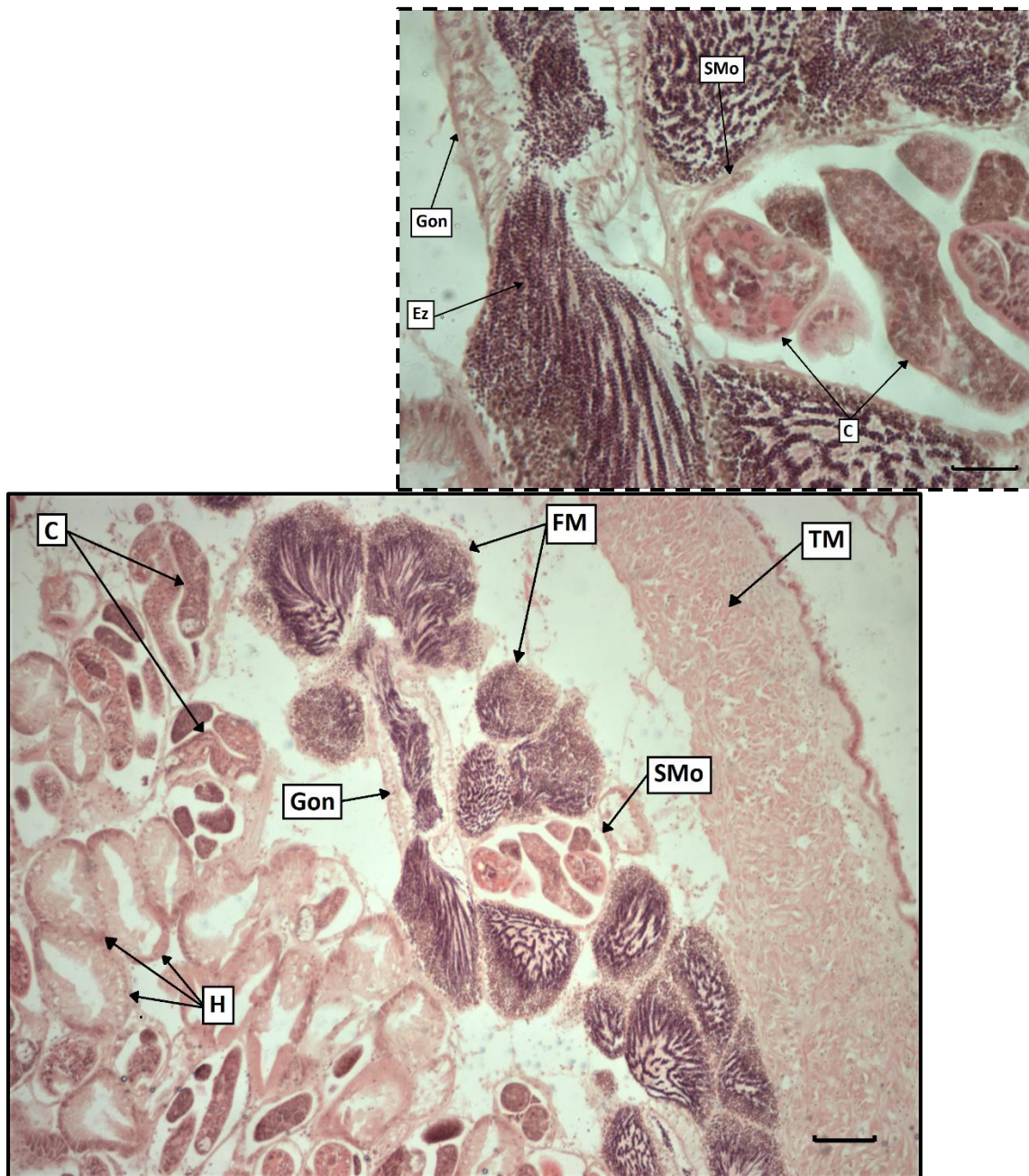


Figura 16. Sección de *E. purpurata* parasitada por especímenes similares a la Familia Monorchiidae en la población estudiada de Playa Villarino. TM: tejido muscular; FM: folículos masculinos; Gon: gonoducto; H: acinos del hepatopáncreas; SMO: esporocistos; P: parásito; C: cercaria; Ez: espermatozoides. Aumento: 100x; bar: 100 μ m. Detalle: 400x; bar: 30 μ m.

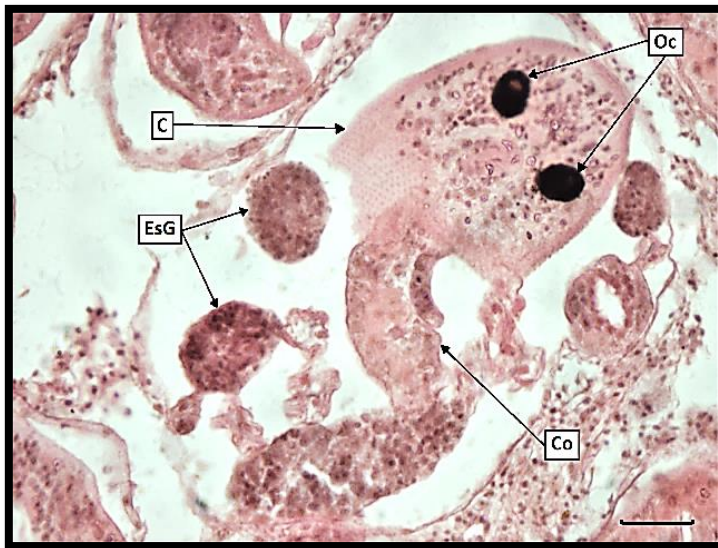


Figura 16 (continuación). Sección de *E. purpurata* parasitada por especímenes similares a la Familia Monorchhiidae en la población estudiada de Playa Villarino. Oc: ocelos; C: cercaria; EsG: esferas germinales; Co: cola; IH: infiltración hemocitaria; H: acinos del hepatopáncreas; V: ventosa; Vo: ventosa oral; Vv: ventosa ventral; SMO: esporocistos; P: parásito; GP: glándulas de penetración. Aumento: 400x; bar: 30 μ m



Figura 16 (continuación). Sección de *E. purpurata* parasitada por especímenes similares a la Familia Monorchidae en la población estudiada de Playa Villarino. Oc: ocelos; C: cercaria; EsG: esferas germinales; Co: cola; IH: infiltración hemocitaria; H: acinos del hepatopáncreas; V: ventosa; Vo: ventosa oral; Vv: ventosa ventral; SMO: esporocistos; P: parásito; GP: glándulas de penetración. Aumento: 400x; bar: 30µm

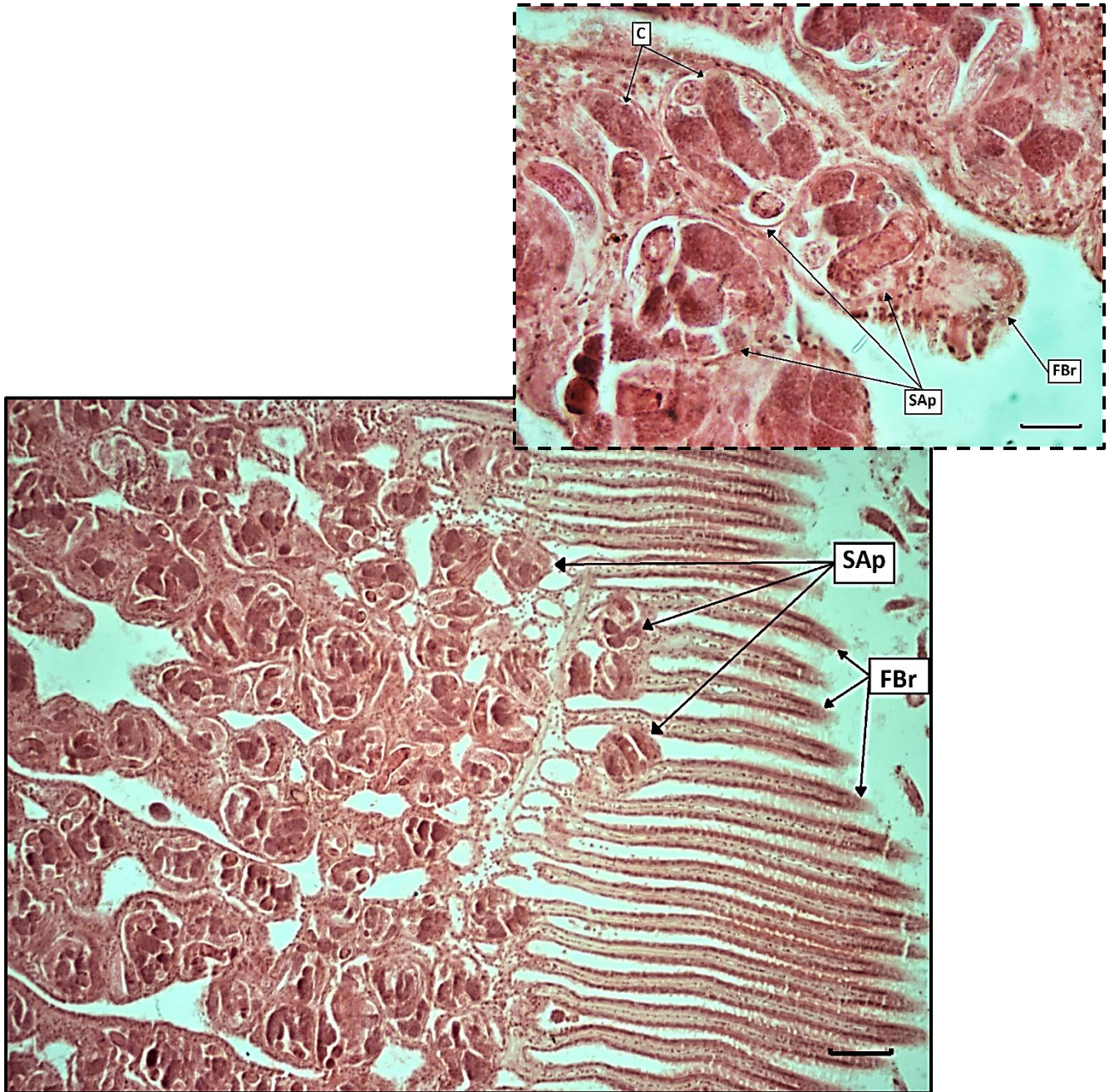


Figura 17. Sección de la branquia de *E. purpurata* parasitada por especímenes similares a la Familia Aporocotylidae. C: cercaria; SAp: esporocistos; FBr: filamentos branquiales. Aumento: 100x; bar: 100 μ m. Detalle: 400x; bar: 30 μ m.



Figura 17 (continuación). Sección de la branquia de *E. purpurata* parasitada por especímenes similares a la Familia Aporocotylidae. SAP: esporocistos; C: cercaria. Aumento: 100x; bar: 100 μ m.

Prevalencias

En base a la localización de los parásitos se calcularon las prevalencias mensuales, diferenciando entre infestación gonadal (Prevalencia G) y branquial (Prevalencia B) (Fig. 18 A y B).

A partir del análisis de las prevalencias mensuales en ambas cohortes (longevas y jóvenes), y tomando en cuenta los órganos blancos parasitados, se puede observar que:

- En la cohorte longeva la mayor prevalencia ocurre durante el mes de enero 2022 y el órgano blanco es la gónada. Sólo en el mes de octubre del 2021 se encontraron individuos con sus branquias parasitadas (Fig. 18). En los meses de febrero y marzo, durante los muestreos, se procesaron tres almejas de la cohorte longeva que no fueron incluidas en los análisis estadísticos por no ser representativas de la muestra mensual. De esos tres individuos, dos correspondían a febrero, una parasitada y la otra no; el único individuo de marzo no se encontraba parasitado.
- En la cohorte joven, las prevalencias más altas se detectaron durante febrero y marzo del 2022. En ambos meses se observaron parásitos tanto en gónadas como en branquias (Fig. 19).

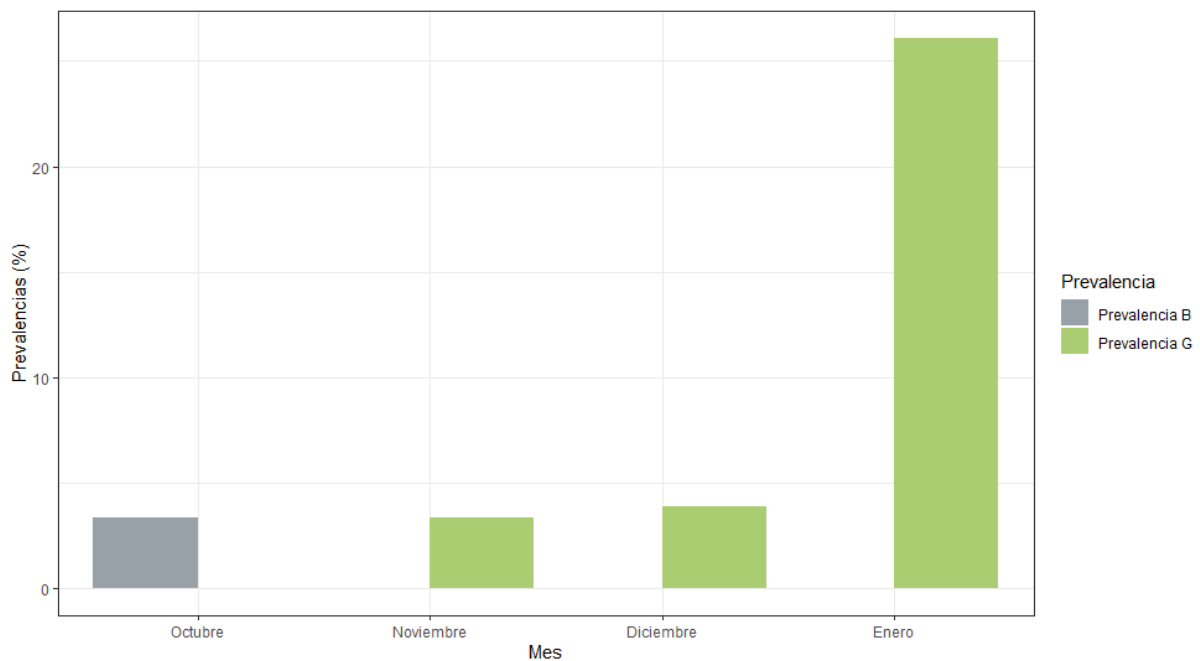


Figura 18. Comparación de las prevalencias parasitarias en los diferentes órganos blanco (Prevalencia B: branquias y Prevalencia G: gónadas) de la cohorte longeva de *E. purpurata* en la población estudiada de Playa Villarino.

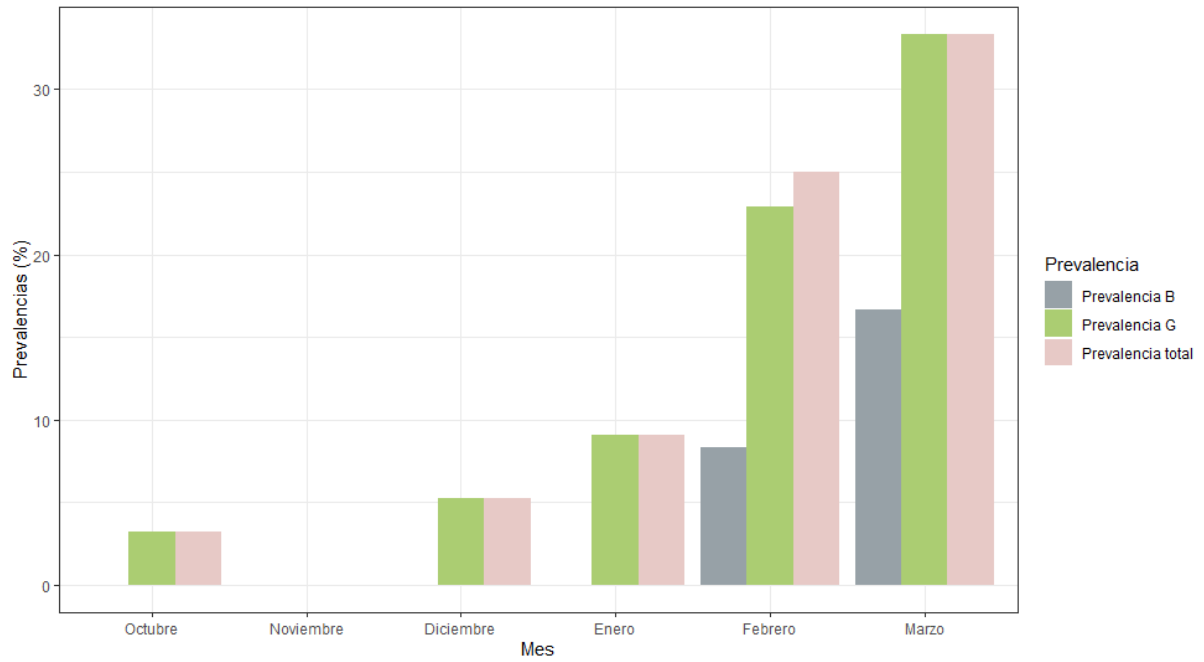


Figura 19. Comparación de las prevalencias parasitarias en los diferentes órganos blanco (Prevalencia B: branquias y Prevalencia G: gónadas) de la cohorte joven de *E. purpurata* en la población estudiada de Playa Villarino.

Análisis de la Intensidad de infestación

La intensidad parasitaria fue en aumento a medida que transcurrían los meses. Se registraron cuatro niveles de los cuales el mayor es el nivel 3 y solo fue observado en almejas de la cohorte joven muestreadas durante febrero y marzo (Fig. 20 y 21).

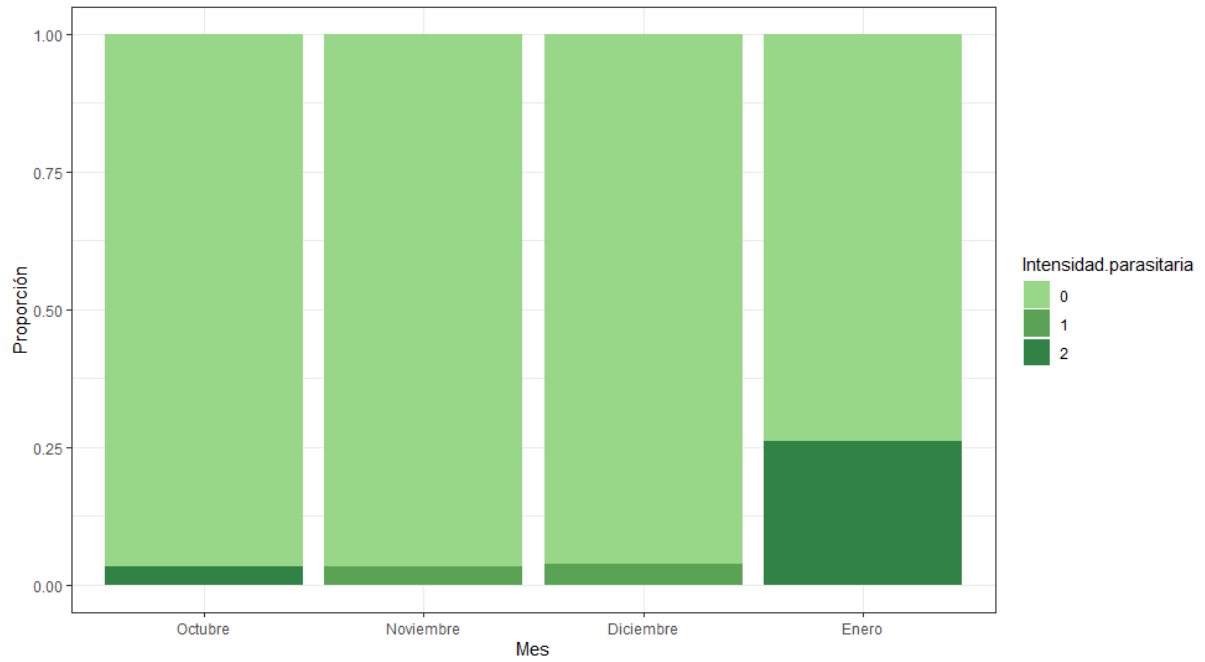


Figura 20. Comparación de las intensidades parasitarias de la cohorte longeva de *E. purpurata* en la población estudiada de Playa Villarino.

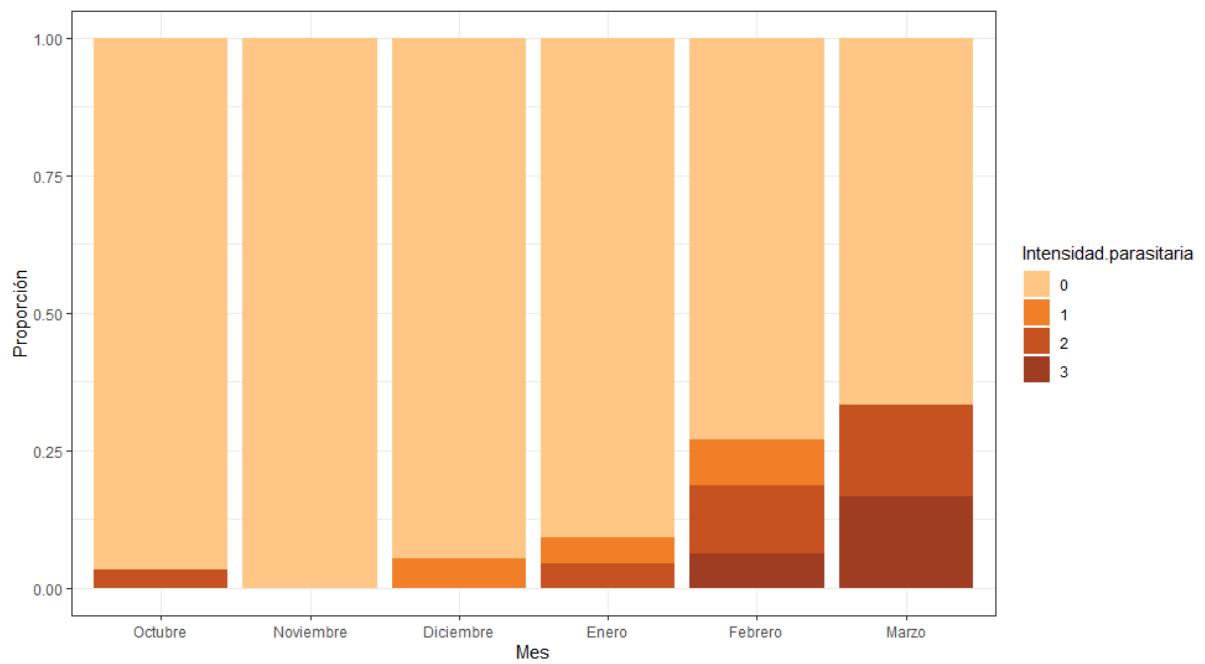


Figura 21. Comparación de las intensidades parasitarias de la cohorte joven de *E. purpurata* en la población estudiada de Playa Villarino.

Comparación de tallas e índice de condición de individuos parasitados versus no parasitados

El análisis comparativo entre tallas de ejemplares parasitados y no parasitados mostró diferencias significativas para el alto total (At) ($p=0,018$) y el espesor (Es) ($p=0,011$) de las almejas longevas. En la Fig. 22, si bien los valores de At y Es de almejas parasitadas longevas entran dentro de los bigotes del rango de las almejas no parasitadas, la diferencia entre la mediana y la media resulta mayor que la observada para el resto de las medidas donde no se encontraron diferencias significativas, sumado a la presencia de cierta asimetría en las cajas de At y Es.

Tanto para el largo total de la cohorte longeva como para las tres medidas en la cohorte joven, las diferencias no fueron significativas ($p>0,05$) (Fig. 22), las medianas, las medias y la distribución del 50% de los datos entre almejas parasitadas vs no parasitadas se observan similares.

En la cohorte joven la talla promedio (At) de almejas parasitadas fue de 42,31 mm (30,90 - 54,60 mm) y la de las no parasitadas fue de 41,84 mm (29,62 - 53,10 mm). En cambio, en la cohorte longeva la talla promedio (At) de almejas parasitadas fue de 59,45 mm (57,60 - 63,60 mm), mientras que las de las no parasitadas fue de 57,20 mm (49,20 - 69,70 mm).

Tanto en la cohorte joven como longeva, los individuos parasitados presentaron una talla promedio mayor que los no parasitados en las tres medidas tomadas (At, Lt y Es).

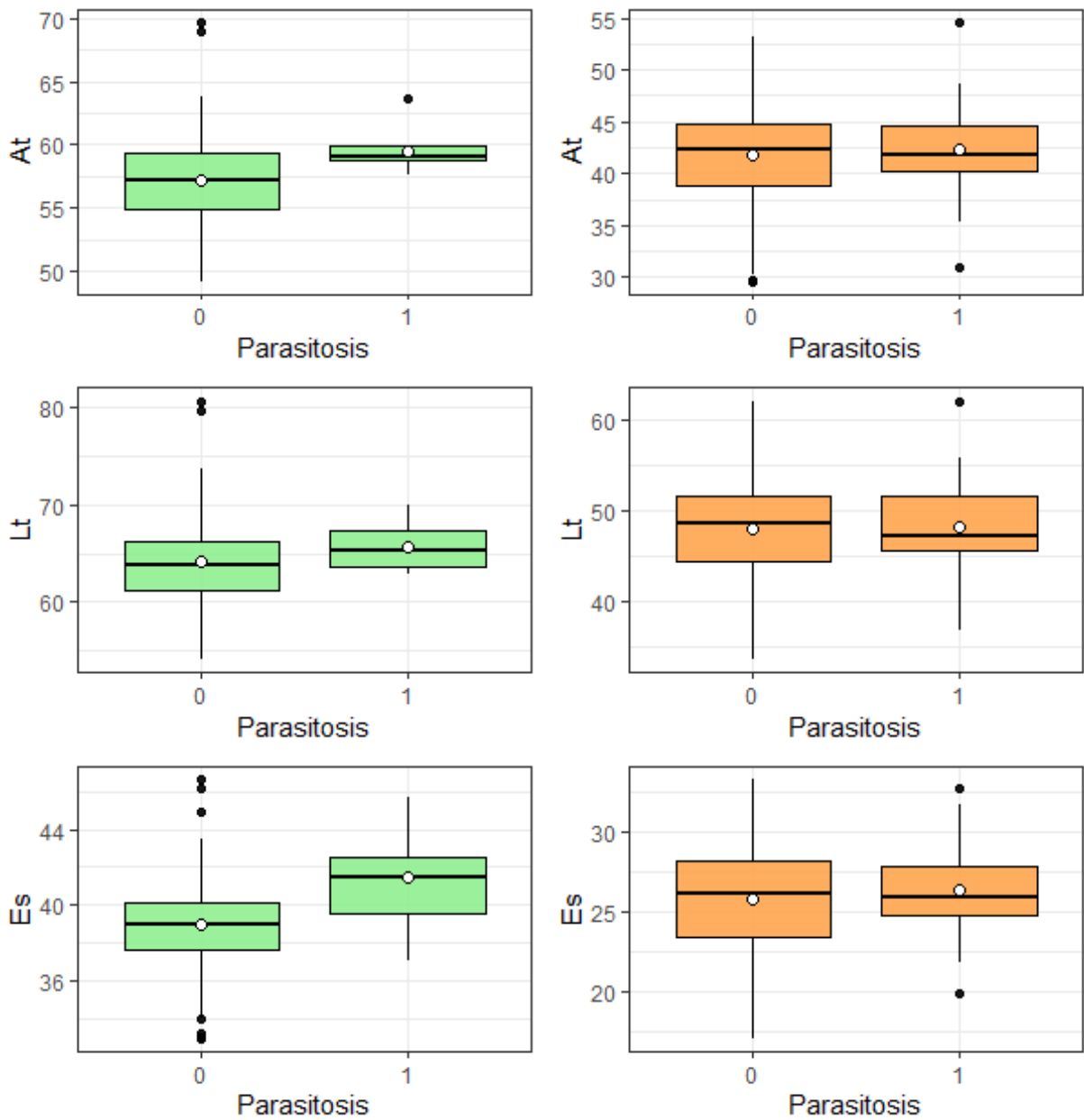


Figura 22. Comparación de tallas entre individuos no parasitados (0) vs parasitados (1) pertenecientes a la cohorte longeva (verde) y joven (naranja) de *E. purpurata* en la población estudiada de Playa Villarino. Los límites inferior y superior de las cajas representan los cuartiles de 25 y 75% respectivamente, la línea intermedia horizontal de la caja representa la mediana y las líneas verticales en los extremos representan los valores mínimos y máximos, los puntos por encima o por debajo de estas líneas son outliers o valores atípicos. El punto blanco dentro de las cajas representa la media.

En lo que respecta al Índice de Condición (IC), se encontraron diferencias significativas ($p= 0,01347$) entre las almejas jóvenes parasitadas y las no parasitadas durante el periodo de octubre a marzo. Sin embargo, si se considera el periodo de octubre a enero no se observan diferencias significativas ($p= 0,3549$) (Fig. 23). A su vez, la cohorte longeva no presentó diferencias significativas ($p= 0,4893$) en el periodo de octubre a enero (Fig. 23). Por otra parte, el IC promedio de las almejas jóvenes parasitadas, en el periodo octubre 2021 a marzo 2022, fue de 36,04, y el de las no parasitadas fue de 40. Sin embargo, si tomamos el período de octubre a enero, en las jóvenes parasitadas el IC promedio es de 42,80 y las no parasitadas 42,57. Además, los valores para la cohorte longeva fueron de 34,01 para parasitadas y 33,97 para no parasitadas (periodo octubre 2021-enero 2022).

Según los valores antes mencionados, para el periodo de octubre a enero, ambas cohortes presentaron un IC levemente mayor en almejas parasitadas. Sin embargo, durante el periodo de octubre a marzo, los ejemplares parasitados de la cohorte joven presentaron un IC menor.

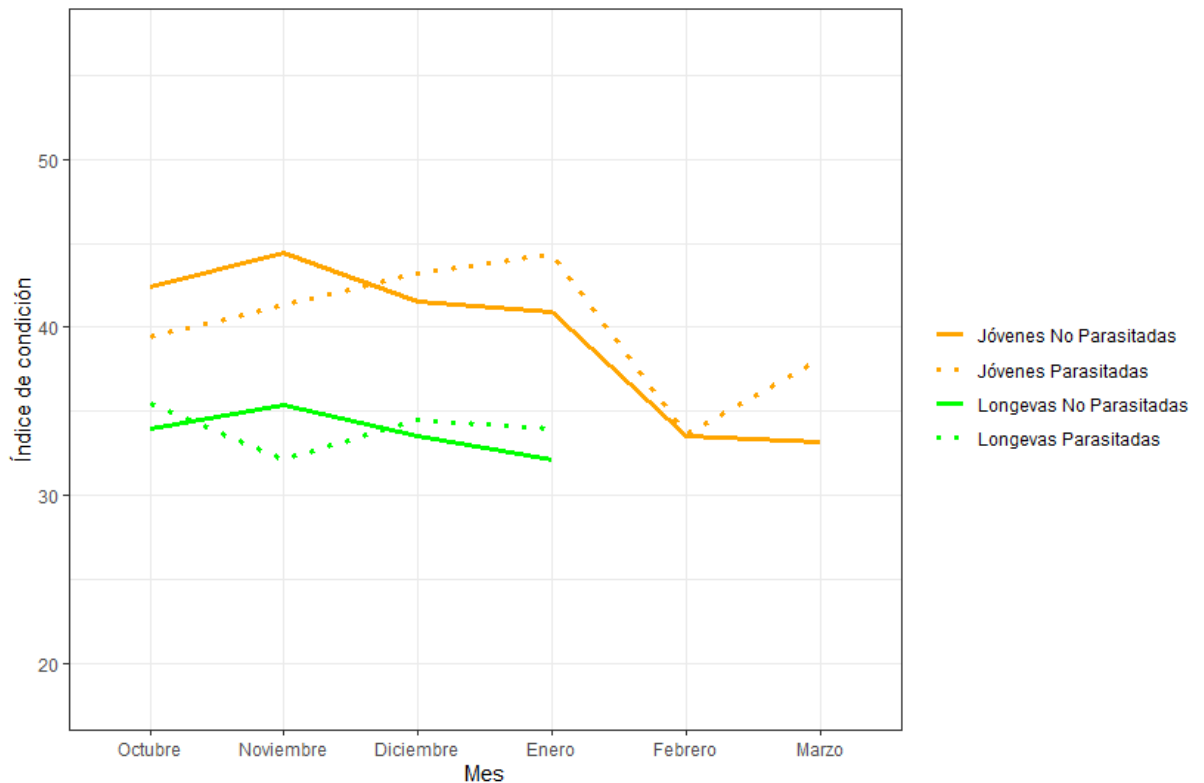


Figura 23. Comparación del Índice de Condición entre individuos no parasitados vs parasitados pertenecientes a la cohorte longeva y joven de *E. purpurata* en la población estudiada de Playa Villarino.

Análisis de la relación entre prevalencia y sexos

De las 28 almejas parasitadas totales, 19 correspondieron a la cohorte joven y 9 a la cohorte longeva. A su vez, solo siete pudieron ser sexadas, de las cuales 3 se encontraban parasitadas únicamente en las branquias (una hembra de la cohorte longeva, una hembra de la cohorte joven y un macho de la cohorte joven). Es decir, el 75% de las 28 almejas no presentaban gametas (Tabla 3).

En el periodo de febrero-marzo 2022 se observaron 16 almejas parasitadas de las cuales seis (37,5%) presentaban helmintos parásitos tanto en la gónada como en la branquia (todas pertenecientes a la cohorte joven), y no fue posible sexarlas ya que su gónada se encontraba completamente infestada.

Tabla 3. Proporción de sexos e individuos parasitados indiferenciados de *E. purpurata* en la población estudiada de Playa Villarino.

	Longevas	%	Jóvenes	%
<i>Indiferenciada</i>	7	77,77	14	73,68
<i>Hembras</i>	1	11,11	3	15,79
<i>Machos</i>	1	11,11	2	10,52

Relación entre las prevalencias parasitarias con las condiciones ambientales (salinidad y temperatura)

Los análisis correspondientes a las prevalencias respecto de las condiciones ambientales indicaron un alto grado de correlación lineal positiva tanto para la temperatura ($\rho=0.8369587/ p= 0,0025$) como para la salinidad ($\rho= 0,7608012/ p= 0,012$) (Fig. 24 y 25). Se puede observar una tendencia exponencial, a medida que aumenta la salinidad y la temperatura también lo hacen las prevalencias de ambas cohortes.

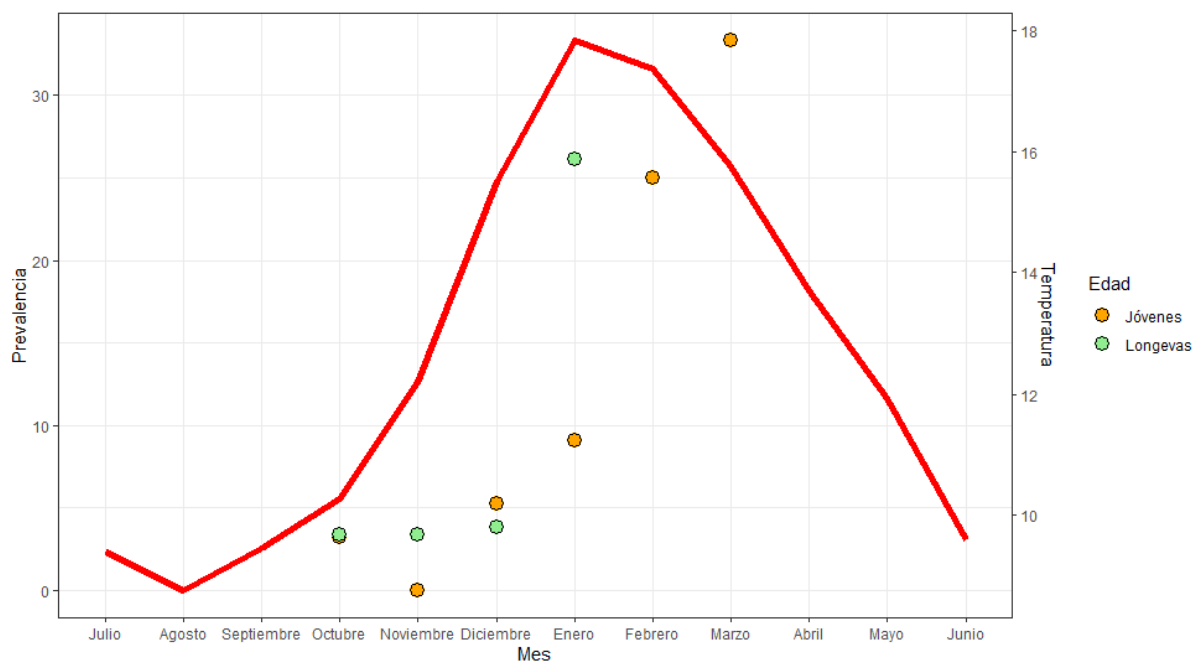


Figura 24. Relación entre la temperatura promedio anual del GSM y la prevalencia parasitaria total de *E. purpurata* en la población estudiada de Playa Villarino.

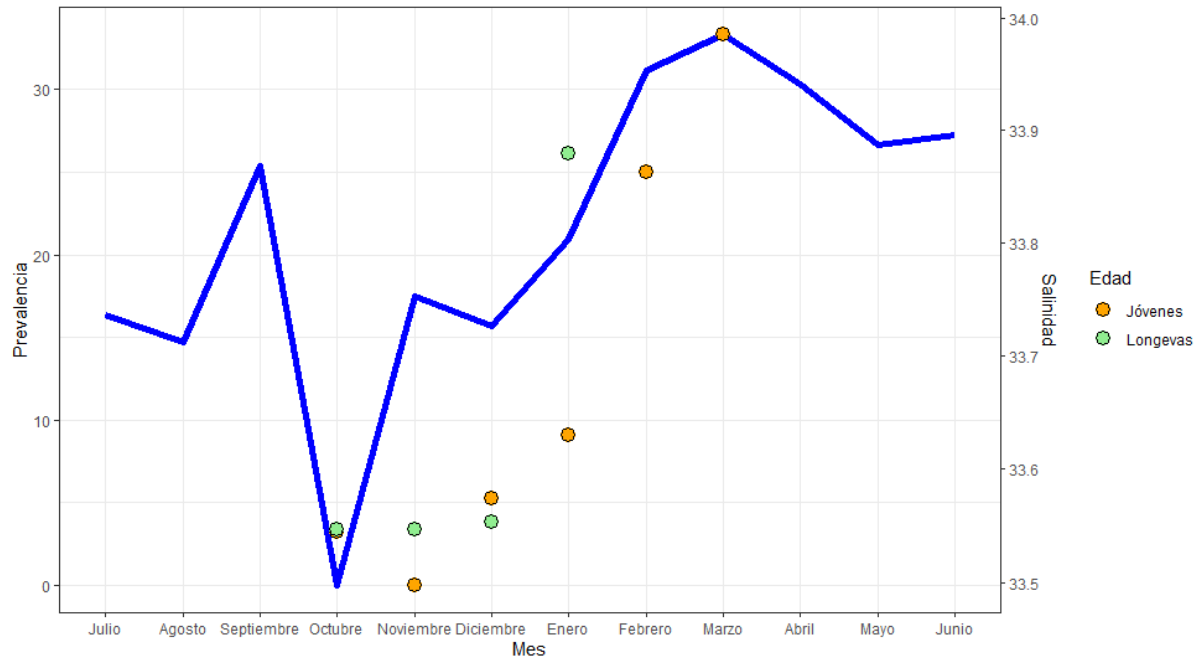


Figura 25. Relación entre la salinidad promedio anual del GSM y la prevalencia parasitaria total de *E. purpurata* en la población estudiada de Playa Villarino.

Discusión

Eucallista purpurata, comúnmente llamada almeja púrpura, es un bivalvo venéreo que presenta una gónada difusa, inmersa en tejido conectivo, rodeando al hepatopáncreas y delimitada por tejido muscular corporal y pie, como fue descrito por Morsan y Kroeck (2005). Esta es una especie gonocórica como pudo comprobarse durante este estudio en el cual la proporción Hembra : Macho no difirió de la proporción 1:1. Sin embargo, se encontró y describió un individuo hermafrodita no funcional (poseía ovocitos atrésicos y folículos masculinos). El hallazgo de individuos hermafroditas en especies gonocóricas también fue reportado por varios autores: Ponurovsky y Yakolev (1992), en *Tapes philippinarum*; Piñera et al. (2009), en *Megapitaria squalida*; Lee et al. (2013), en *Ruditapes philippinarum*.

Se logró identificar las dos cohortes presentes en el banco de la población de *E. purpurata* en Playa Villarino correctamente a través del aspecto externo de las valvas y los anillos de crecimiento externos. A partir de las tallas se observaron 2 modas de las correspondientes cohortes. Sin embargo, hay que tener en cuenta que esto no se corresponde con la proporción que se encuentra en el banco debido a que el muestreo no fue realizado al azar y en el banco natural los jóvenes representan un menor porcentaje (Morsan 2000; Morsan y Orensanz 2004, Saldaño 2022).

Respecto a los estadios y el patrón reproductivo de *E. purpurata*, Morsan y Kroeck (2005) encontraron que la fase de proliferación, la cual no se logró observar en el presente estudio, ocurre durante la época fría (abril a septiembre), la maduración durante primavera (septiembre a diciembre) y el desove en verano (enero a marzo). Las células fagocíticas (hemocitos) se detectaron en otoño y la proliferación recommenzó en junio. Este patrón coincide con los resultados presentados en este trabajo. Sin embargo, durante el periodo comprendido entre octubre 2021 y marzo 2022, se pudo observar una desincronización entre la cohorte joven

y la longeva, ya que en esta última las gónadas estaban completamente maduras e iniciaron los desoves parciales más temprano que las jóvenes. En enero del año 2022, la cohorte longeva se encontraba en los estadios de desove parcial y total, mientras que la cohorte joven permanecía en maduración y con desoves parciales, lo que podría indicar que el periodo de desove de la cohorte joven es más extenso o se encontraba retrasado temporalmente.

Por otra parte, se esperaba encontrar procesos de atresia o indicios de la disminución en la fecundidad de los individuos de la cohorte longeva ya que los mismos se encontraban en la edad máxima registrada para la especie. Sin embargo, solo se observó un único individuo (hembra), perteneciente a la cohorte longeva, con una atresia puntual localizada en el margen de la gónada. El resto del área ovocitaria del mismo ejemplar se observó viable y claramente mayor que en las almejas jóvenes, es decir, no se aprecia una senilidad reproductiva aparente y la fecundidad parece ser mayor en las almejas longevas, coincidiendo con lo hallado en otros estudios: Sloan y Robinson (1984) describieron que individuos de *Panopea generosa* mayores de 80 años presentaban esperma y óvulos morfológicamente viables, esto acompañado de un incremento en el volumen y el peso de la masa visceral con la edad. Aunque en el caso particular de *Arctica islandica*, estudiado por Thorarinsdottir y Steingrimsson (2000), encontraron que los individuos sexualmente maduros mayores de 100 años (edad máxima en machos: 104 años y en hembras: 120 años) tenían folículos ligeramente más pequeños que los adultos más jóvenes, lo que podría interpretarse como signos de senilidad y una disminución en el éxito reproductivo. Además, observaron un cambio en la proporción de sexos de machos a hembras en las clases de mayor edad. Esto puede indicar una esperanza de vida algo mayor para las hembras que para los machos. Sin embargo, Thompson et al. (1980) encontraron gónadas de tamaño similar en individuos de *A. islandica* de hasta 100 años de edad, lo que indicaría que no hay indicios de senilidad, concordando con hallazgos en especies de vida más corta. Algunos

ejemplos de ello son *Mercenaria mercenaria* donde Peterson (1983) usando datos de tamaño/masa de gónadas, no registró senilidad hasta los 19 años de edad (edad máxima registrada: 32 años); *Chlamys islandica*, Vahl (1981) estableció un modelo de esfuerzo reproductivo específico hasta los 26 años; y *Panopea zelandica*, en la cual, a través de mediciones histológicas de las gónadas hasta los 24 años, Breen et al. (1991) no identificó senilidad aparente; (edad máxima registrada, 34 años). Además, Hernández Muñoz (2017) realizó un estudio recopilando información morfológica, histológica, histoquímica y bioquímica de *Panopea globosa* que parece soportar la hipótesis de senescencia negativa como estrategia reproductiva que funciona, al menos, hasta los 21 años de edad en esta especie (edad máxima registrada: 47 años, González Peláez (2013)). Este trabajo aporta sustento a la hipótesis que sugiere que los bivalvos longevos presentan una senescencia negativa como estrategia reproductiva, asociando la longevidad del organismo con un aumento en la fertilidad y funcionalidad, ya que un individuo de mayor talla que no presenta procesos degenerativos tiene mayor fecundidad.

El Índice de Condición (IC) es un parámetro que refleja el estado fisiológico aparente de los organismos y puede verse afectado por diversos factores tales como la disponibilidad de alimento, presencia de contaminantes físicos, químicos o biológicos y el estadio gonadal del individuo. Ballejos (2003) indicó que el IC variaba durante el ciclo reproductivo de *E. purpurata*, presentando un pico máximo en Septiembre (35,32), asociado al estadio de maduración total gracias al crecimiento en peso de la carne, y el mínimo (18,32) en junio, asociado al estadio de proliferación, un pico parcial se produjo en mayo debido a que no poseen un periodo de reposo gonadal. La variación de los valores del IC durante un año indicó que de agosto a septiembre éste fue en aumento, y de abril a junio disminuyó. En el presente estudio el pico máximo se observó en noviembre para ambas cohortes, esto muestra que existió un

retraso entre los valores máximos del IC de las almejas en el año 2021 respecto al año 2003, indicando que en el año 2021 las almejas maduraron más tarde, lo cual podría estar asociado a la variación en las condiciones ambientales que acontecieron a lo largo de las últimas dos décadas o bien que haya sido un año atípico.

Vázquez (2017) evidenció que el índice de condición de *Panopea abbreviata* está asociado a las infecciones parasitarias, registrando valores máximos de abundancia parasitaria en almejas con menores índices de condición, lo que indicaría que almejas con un estado fisiológico pobre son más susceptibles a infestarse, o que las almejas manifiestan un estado de condición menor por efecto de la parasitosis. Además, Sundet y Jobling (1985) reportaron la asociación entre el nemertino *Malacobdella grossa* y el bivalvo *Arctica islandica* como parásita, debido a la ligera pero significativa disminución en la tasa de crecimiento y un índice de condición menor de los bivalvos parasitados. En nuestro caso de estudio, observamos algo diferente, ya que las almejas parasitadas presentaron un mayor IC respecto las no parasitadas hasta enero 2022, mes en el cual inició la mortandad. En cambio, en los individuos de febrero y marzo el IC de los parasitados fue menor, lo que estaría indicando que la parasitosis no es la causa directa ni principal de la mortandad masiva y que, como supone Vázquez (2017), el agravado estado fisiológico de las almejas sumado al enorme gasto energético que conllevó la reproducción, las hizo más susceptibles a la infestación.

Por otra parte, si bien va más allá de este trabajo explicar las diferencias entre tallas de almejas parasitadas vs no parasitadas, ya que están asociadas a las condiciones de crecimiento locales como lo son la densidad y éstas no fueron evaluadas, las diferencias significativas observadas entre las tallas de almejas parasitadas en la cohorte longeva y el hecho que éstas sean de mayor tamaño podría también estar asociado a que al ser individuos más longevos han estado parasitados por un periodo mayor y, a su vez, expuestos por más tiempo a las condiciones

ambientales y a las larvas de parásitos (miracidios). Esto se desprende del trabajo de Cheng (1971), quien indicó que existe un mayor crecimiento en moluscos parasitados debido a una hipercalcificación generada por el estrés parasitario, sin embargo, Baxter y Jones (1978) encontraron que el Quitón, *Lepidochitona cinereus*, presentó un mayor crecimiento para todo el molusco, no solo las placas.

Con respecto a la parasitología, Cremonte et al. (2001) y Gilardoni et al. (2011) describieron la presencia de esporocistos, cercarias y metacercarias de dos especies no identificadas de la Familia Monorchiiidae (Digenea) en la gónada de *E. purpurata*. Cremonte et al. (2001) halló que las mayores prevalencias se registraron en los meses de abril y mayo (20% y 25% respectivamente), durante el estadio de gametogénesis, sugiriendo una infestación estacional con un pico en otoño; y en junio con dos almejas parasitadas de un muestreo de 440 individuos (Gilardoni et al. 2011). En contraposición, las mayores prevalencias e intensidades en el presente estudio acontecieron durante el verano, mientras las almejas se encontraban desovando, con un valor máximo en enero 2022 para la cohorte longeva (26,09%) y, en febrero y marzo 2022 (25% y 33,3% respectivamente) para la cohorte joven. Sin embargo, estos resultados coinciden con los de Yee Duarte (2017), quienes encontraron que la mayor prevalencia de almejas *Megapitaria squalida* parasitadas se halló en la fase de madurez durante el verano (43,7%) cuando la temperatura del mar fue más alta, mientras que los valores de prevalencia más bajos se observaron en invierno.

Durante el periodo de estudio (octubre 2021 - marzo 2022), el 75% (21 de 28) de las almejas parasitadas no pudo sexarse, indicando una castración por parte del parásito, tal como lo sugirió Cremonte et al. (2001) donde el 80,95% (17 de 21) de los individuos parasitados que estudió no presentaban gametas (diciembre 1993 - diciembre 1994). La castración es considerada una estrategia de los parásitos dirigida a mejorar las condiciones para su

supervivencia que le permitirán completar su ciclo de vida (Kuris 1974, Baudoin 1975, Dobson 1988, Galaktionov y Dobrovolskij 2003). Como resultado, el esfuerzo reproductivo del hospedador se ve disminuido o es completamente eliminado, y así los recursos energéticos son utilizados por los parásitos (Galaktionov y Dobrovolskij 2003), afectando a nivel individuo y poblacional, ya que reduce el número de reproductores. Hay que tener en cuenta que la severidad de los efectos de la parasitosis depende de la prevalencia e intensidad de infestación, las cuales varían en relación a una serie de factores bióticos y abióticos (Koprivnikar y Poulin 2009; Gilardoni et al. 2012; Müller et al. 2015). La talla y el sexo del hospedero (Thieltges 2008; Müller et al. 2015), la madurez reproductiva (Taskinen y Saarinen, 1999), así como la estacionalidad (Muñoz et al. 2013) y la temperatura del mar (Poulin 2006; Prinz et al. 2010), han sido reportados como moduladores del parasitismo en moluscos bivalvos. Asimismo, la contaminación también puede influir directa o indirectamente sobre la ocurrencia, la prevalencia, la intensidad y la patogenicidad del parasitismo (Khan y Thulin 1991; Lafferty 1997), debido al estrés que ocasiona en los organismos, lo cual conduce a cambios en la resistencia a la adquisición de infestaciones parasitarias (Sures 2008; Morley 2010).

Por otra parte, Gilardoni et al. (2011) también encontraron esporocistos y cercarias en la branquia de *E. purpurata* pertenecientes a la Familia Aporocotylidae cuya prevalencia fue de 0,14% (1 de 690 individuos totales) durante un muestreo en agosto de 1999. Por el contrario, en el presente estudio, se encontraron tres almejas parasitadas en la branquia con esporocistos y cercarias similares a Aporocotylidae (un individuo de la cohorte longeva en octubre y dos de la cohorte joven en febrero) en 265 individuos totales, lo que corresponde a una prevalencia de 1,13%.

Un factor importante a tener en cuenta es la elevada densidad poblacional del banco de *E. purpurata* (Morsan 2002a). Figueras et al. (1992), señalaron que la elevada prevalencia de

Perkinsus spp. en *Ruditapes decussatus* puede estar relacionada con un conjunto de factores ecopatológicos como lo son la alta densidad de biomasa, y el tipo de sustrato, que favorece o dificulta el correcto enterramiento de los individuos, con el consiguiente estrés fisiológico de los situados en las capas más superficiales (Rodríguez-Moscoso et al. 2002). Este estrés se refleja en un debilitamiento general de los individuos, que conlleva mayor presencia de parásitos oportunistas. En el presente estudio, la intensidad parasitaria parece estar fuertemente relacionada con la condición fisiológica de los individuos, ya que durante los meses de febrero y marzo del año 2022 se observaron un mayor número de individuos parasitados con altos niveles de intensidad, particularmente, en estos meses se observó una pronunciada caída en el IC.

Las variables ambientales utilizadas en este trabajo (temperatura y salinidad) presentaron una alta correlación positiva con las prevalencias parasitarias, presentándose las mayores prevalencias junto con los valores máximos de temperatura y salinidad. Esto coincide con lo hallado por Yee Duarte (2017) en la almeja *Megapitaria squalida*, en la cual observaron que los valores de prevalencias parasitarias más altos se presentaban en los meses de mayor temperatura, y al disminuir, también lo hacían las prevalencias. Diversos estudios han demostrado que las altas temperaturas favorecen la maduración de las larvas de trematodos, así como el aumento en la producción de cercarias (Poulin y Mouritsen 2006; Prinz et al. 2010; Muñoz et al. 2013). A pesar que existe un umbral óptimo de temperatura para el desarrollo de las larvas (Morley y Lewis 2013) y la temperatura es uno de los parámetros principales que rigen el ciclo de vida de muchos parásitos, sus efectos pueden variar según la especie (Koprivnikar y Poulin 2009).

Por otro lado, existen estudios donde la salinidad mostró una correlación con la carga parasitaria, como es el caso de *Perkinsus marinus* en una población silvestre del mejillón

“choro” *Modiolus capax* (Ulloa et al. 2021) y en un crecimiento *in vitro* de cultivos de ostras infectadas con *P. marinus* (Chu y Greene 1989). Sin embargo, en un estudio sobre protozoarios y helmintos en el mitílido invasor *Geukensia demissa*, Cabrera et al. (2010) no encontraron relación entre la abundancia de los parásitos respecto de la salinidad ni de la temperatura.

Los análisis histopatológicos realizados sobre ejemplares colectados durante el estudio revelaron ciertas anormalidades en diferentes tejidos como la presencia de abundantes células marrones en el epitelio intestinal, hiperplasia branquial e infiltraciones hemocitarias. En bivalvos marinos, se ha registrado que las vesículas lisosomales de las células marrones acumulan una variedad de metales (Cd, Cu, Fe, Hg, Ni, Zn), como se muestra en los mejillones (Lowe y Moore 1979; Pirie et al. 1984; Thomson et al. 1985; Zaroogian et al. 1993), almejas (Robinson y Ryan 1988; Zaroogian et al. 1993) y ostras (George et al. 1983, George et al. 1986; Cheng y Sullivan 1984; Cheng 1990), y que son particularmente comunes en moluscos de aguas contaminadas (Zaroogian et al. 1993). Además, las células marrones se acumulan alrededor de lesiones y parásitos (Huehner y Etges 1981; Sagristá et al. 1995) y presentan una limitada capacidad para degradar lo fagocitado, pero pueden eliminarlo por diapédesis (Hine 1999). Esto resulta relevante ya que tanto en *E. purpurata* como en otros bivalvos de la zona (monitoreados por el Programa de Calidad Ambiental de Zonas de Producción del CIMAS) se detectan altos niveles de cadmio (Doldan et al. 2022). Además, teniendo en cuenta que se han determinado concentraciones de zinc, cobre, plomo y cadmio que exceden los Niveles Guía de calidad de Suelos en muestras de San Antonio Oeste (Alderete et al. 2009), la presencia de células marrones podría estar indicando contaminación por metales pesados.

La infiltración es uno de los mecanismos de defensa de los bivalvos, constituyendo una respuesta inmediata del tejido al daño sufrido, que se manifiesta con la aparición de células fagocíticas en el sitio del daño (Pauley y Sparks 1965, Ruddell 1971). Durante este estudio se

observaron diferentes niveles de infiltración, los mayores se presentaron en almejas post-evacuación total y/o parasitadas. Adicionalmente, la cohorte longeva presentaba una proporción de áreas infiltradas mayor respecto la cohorte joven.

Por otro lado, la hiperplasia branquial e infiltraciones se observaron en los meses de febrero y marzo del año 2022 en individuos parasitados (ya sean parásitos gonadales que invadieron las branquias o parásitos branquiales en sí) y no parasitados. Teniendo en cuenta las altas temperaturas características del verano en el Golfo San Matías, el fenómeno denominado “mar de fondo” (informado por los pescadores) producido por fuertes vientos y la alta mortandad ocurrida en enero, se puede inferir que los niveles de oxígeno en la zona del banco de Playa Villarino se encontraban bajos. Esto, sumado al estado fisiológico que presentaban las almejas post-desove, probablemente haya generado la hiperplasia e infiltración observadas en branquias.

A su vez, durante los meses de muestreo se registraron las mortalidades en el acuario que acontecieron en el acondicionamiento previo a las disecciones. En diciembre del 2021 la tasa de mortalidad de la cohorte longeva fue de 0,10, la cual ascendió a 0,80 en enero del 2022; y la tasa de mortalidad de la cohorte joven fue de 0,05 en diciembre, ascendiendo a 0,66 en enero. Esto estaría indicando que la condición de las almejas no era la óptima desde hacía un tiempo. Por otra parte, en el marco de la mortandad masiva, se realizó una campaña en el mes de enero del 2022 donde se analizaron muestras de agua de Playa Villarino, encontrándose larvas D y mucha cantidad de materia orgánica disuelta en la columna de agua (Licenciada Mortensen Marisa, comunicación personal, Noviembre 2022), si bien no se puede afirmar que pertenezcan a *E. purpurata* ya que en la zona se encuentran otras especies de bivalvos, podría estar indicando que los desoves estarían siendo exitosos (ya sean de la almeja púrpura o del resto de las especies que conviven en la zona).

Por lo expuesto anteriormente, la mortandad masiva del banco de *E. purpurata* acontecida durante el mes de enero del 2022 probablemente fue debida a una combinación de distintos factores: las altas temperaturas, el mar de fondo debido a fuertes vientos, el débil estado fisiológico debido al gasto energético que conlleva la reproducción y las altas densidades del banco, probablemente provocaron que las almejas hayan estado más propensas a la parasitosis (aumentando prevalencias e intensidades). Además, la cohorte longeva se encontraba transitando la edad máxima registrada para la especie, por lo que luego de la evacuación de gametas probablemente comenzaron a morir, esto generó una enorme cantidad de materia orgánica en descomposición creando una zona anóxica sobre el banco. Por lo tanto, es probable que las almejas de la cohorte joven que sobrevivieron a la parasitosis y al desove, perecieran por los bajos niveles de oxígeno.

Conclusiones

- La proporción sexual de la cohorte longeva y la cohorte joven de *E. purpurata* es 1:1 (Hembras:Machos)
- Existe un desfase temporal en el desarrollo gonadal entre las almejas de la cohorte longeva y la cohorte joven. Estas últimas parecen tener un periodo de evacuación más extenso.
- El bajo número de individuos con atresia gamética parece sustentar la teoría de la senescencia negativa como estrategia reproductiva en bivalvos longevos.
- Las prevalencias parasitarias estuvieron fuertemente correlacionadas con las condiciones ambientales.
- La infestación por Digeneos parásitos de la Familia Monorchidae causa castración en *E. purpurata*.
- La intensidad parasitaria parece estar asociada a la condición fisiológica de los individuos.
- La mortandad masiva del banco de *E. purpurata* fue un evento multicausal asociado a la condición fisiológica de las almejas, el grado de parasitosis y las condiciones ambientales circundantes.

Sobre la base de lo expuesto anteriormente, a continuación, se detallan algunos aspectos de este trabajo que podrían ser explorados en un futuro para dar continuidad a los estudios abordados:

- Identificar las especies de Digeneos parásitos tanto de la gónada como de la branquia.
- Analizar la variación de las condiciones ambientales de las últimas dos décadas.
- Realizar estudios experimentales que puedan asociar las anomalías histológicas observadas a la contaminación por metales pesados.

- Realizar estudios experimentales que puedan relacionar la parasitosis con variaciones en la talla/ crecimiento de las almejas.
- Llevar a cabo prospecciones en la zona de Playa Villarino que permitan identificar si el asentamiento de las larvas fue exitoso y evaluar las condiciones del banco de *E. purpurata* luego de la alta mortandad ocurrida en enero del año 2022.

Bibliografía

Alderete S, Esteves JL, Carbajal M, Narvarte M (2009). Informe de la evolución de la contaminación con plomo en la localidad de San Antonio Oeste, Provincia de Río Negro y análisis de otros casos similares. Informe Técnico, 30pp.

Arellano-Martínez M, Quiñones-Arreola MF, CeballosVázquez BP, Villalejo-Fuerte M. (2006). Reproductive pattern of the squalid callista *Megapitaria squalida* from northwestern México. J. Shellfish Res 25: 849–855.

Averbuj A, Cremonte F (2010) Parasitic castration of *Buccinanops cochlidium* (Gastropoda: Nassariidae) caused by a lepopocreadiid digenean in San José Gulf, Argentina. Journal of Helminthology 84: 381–389.

Ballejos GA (2003) Estudio Reproductivo de la almeja púrpura, *Amiantis purpurata*, perteneciente al sector submareal de Playa Villarino en el Golfo San Matías. Tesis de Grado, Universidad Nacional del Comahue (Directora: Dra. Marina A. Kroeck). Pp: 63.

Baudoin M 1975 Host castration as a parasitic strategy. Evolution 29: 335–352.

Baxter IM, Jones AM (1978). Growth and population structure of *Lepidochitona cinereus* (Mollusca: Polyplacophora) infected with *Minchinia chitonis* (Protozoa: Sporozoa) at Easthaven, Scotland. Marine biology 46 (4): 305-313.

Berkeley SA, Chapman C, Sogard SM (2004) La edad materna como determinante del crecimiento y supervivencia larval en un pez marino, *Sebastes melanops*. Ecología 85 (5): 1258-1264.

Breen PA, Gabriel C, Tyson T (1991) Estimaciones preliminares de edad, mortalidad, crecimiento y reproducción en la almeja hiatélica *Panopea zelandica* en Nueva Zelanda. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research* 25 (3): 231-237.

Bush O, Lafferty K, Lotz J, Shostak A (1997) Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis et al. revisited. *Journal Parasitology* 83: 575-583.

Cabrera L, Díaz S, Parra K, Ojeda de Rodríguez G (2010) Detección de parásitos protozoarios y helmintos en el molusco bivalvo *Geukensia demissa* (Dillwyn, 1817) presente en el sector de Nararét del Municipio Mara, Estado Zulia, Venezuela. *Revista Científica* 20 (1): 07-16.

Calcagno JA (2014) Bivalvia. En *Los invertebrados marinos*. Fundación de historia natural Félix de Azara. Pp 147-161.

Camacho HH, Damborenea SE, del Río CJ (2007) Bivalvia. En: *Los invertebrados fósiles*. Tomo I (ed) Fundación de Historia Natural “Félix Azara”, pp 387-440.

Cheng TC (1971) Enhanced growth as a manifestation of parasitism and shell deposition on parasitised molluscs. En *Aspects of the biology of symbiosis*, pp 103-138. Ed. by T.C. Cheng. London: Butterworths.

Cheng TC (1990) Effects of in vivo exposure of *Crassostrea virginica* to heavy metals on hemocyte viability and activity levels of lysosomal enzymes. *Pathol Mar Sci* 47: 513–524.

Cheng TC, Sullivan JC (1984) Effects of heavy metals on phagocytosis by molluscan hemocytes. *Mar Environ Res* 14: 305–315.

Chu FLE, Greene KH (1989) Effect of temperature and salinity on in vitro culture of the oyster pathogen, *Perkinsus marinus* (Apicomplexa: Perkinsea). Journal of Invertebrate Pathology 53(2): 260-268.

Chung EY, Ryou DK, Lee JH (1994) Desarrollo gonadal, edad y crecimiento de la almeja de cuello corto, *Ruditapes philippinarum* (Pelecypoda: Veneridae), en la costa de Kimje, Corea. The Korean Journal of Malacology 10 (1): 38-48.

Conover WJ (1980) Practical Nonparametric Statistics. 2nd. Edition. John Wiley and Sons. New York. 493 pp.

Cremonte F, Kroeck MA, Martorelli SR (2001) Una nueva cercaria monorquídea (Digenea) que parasita la almeja morada *Amiantis purpurata* (Bivalvia: Veneridae) en el suroeste del Océano Atlántico, con notas sobre su efecto gonadal. Folia parasitologica 48.

Cribb TH, Bray RA, Littlewood DTJ, Pichelin SP, Herniou EA (2001) La digenea. Interrelaciones de los Platyhelminthes, 168-185.

Cribb, TH (2005) Digenea (endoparasitic flukes). En: Rohde K (ed) Marine parasitology, pp 76-87. CSIRO publishing. Australia.

Dobson AP (1988) The population biology of parasite-induced changes in host behaviour. Quarterly Review of Biology 63: 139–165.

Doldan MS, Oeherens Kissner E, Acosta P, Mortensen M, Petter MC, Fernández Cartés VH (2022) Análisis de Cadmio sobre moluscos bivalvos marinos comerciales de las Zonas de Producción AR-RN 001 (SENASA, EXP-SO1: 0249113/2004), AR-RN 002 (SENASA, EXP-SO1: 0274522/2006) y AR-RN 004 (Disposición 012/2013). VERANO Y OTOÑO 2022. Informes científicos-técnicos del Centro de Investigación Aplicada y Transferencia

Tecnológica en Recursos Marinos “A. S” (CIMAS), N° 027 (UNCo-CONICET-PRN-INIDEP). 7pp.

Escati Peñaloza G (2012) Procesos compensatorios en la dinámica de poblaciones explotadas de invertebrados bentónicos- El caso de la almeja púrpura (*Amiantis purpurata*) del golfo San Matías. Tesis Doctoral presentada CRUB-UNCo.

Esteves JL, Solís M, Sastre V, Santinelli N, Gil M, Commendatore M, González Raies C (1996) Evaluación de la contaminación urbana de la Bahía de San Antonio (Provincia de Río Negro). Informe técnico 20, pp25.

Figueras A, Robledo JAF, Novoa B (1992) Occurrence of haplosporidian and Perkinsus-Like infections in carpetshell clams, *Ruditapes decussatus* (Linnaeus, 1758), of the Ría de Vigo (Galicia, NW Spain). J. Shellfish Res. 11 (2): 377-382.

Galaktionov KV, Dobrovolskij AA (2003) The biology and evolution of trematodes. An essay on the biology, morphology, life cycles, transmissions, and evolution of digenetic trematodes. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands, 592 pp.

George SG, Pirie BJS, Frazier JM (1983) Effects of cadmium exposure on metal-containing granules of the oyster *Ostrea edulis*. Mar Biol 76: 63– 66.

George SG, Pirie BJS, Calabrese A, Nelson DA (1986) Biochemical and ultrastructural observations of long-term silver accumulation in the mussel *Mytilus edulis*. Mar Environ Res 18: 255–265.

Gilardoni C, Posadas G, Kroeck M, Cremonte F (2011) Cercarias monorquídeas y aporocotílicas (Digenea) que parasitan a la almeja morada *Amiantis purpurata* (Bivalvia, Veneridae) de la costa suroeste del Atlántico. Acta Parasitológica 56 (4): 385-391.

Gilardoni C, Ituarte C, Cremonte F (2012) Castrating effects of trematode larvae on the reproductive success of a highly parasitized population of *Crepidatella dilatata* (Caenogastropoda) in Argentina. *Marine Biology*. 159: 2259-2267.

González Peláez SSG (2013) Almeja generosa de Bahía Magdalena: dinámica poblacional y consideración para el manejo. (Tesis doctoral, Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, SC)

Gosling E (2004) Bivalve mollusk. Biology, Ecology and Culture. Fishing News Books. Oxford. 443pp.

Hernández Muñoz AT (2017) Valoración de la senescencia negativa como estrategia reproductiva presente en las poblaciones de *Panopea globosa* (Master's thesis, Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, SC).

Hine PM (1999) The inter-relationships of bivalve haemocytes. *Fish & Shellfish Immunology* 9: 367–385.

Huehner MK, Etges FJ (1981) Encapsulation of *Aspidogaster conchicola* (Trematoda: Aspidogastrea) by unionid mussels. *Journal of Invertebrate Pathology* 37: 123–128.

Kabat A (1985) The allometry of brooding in *Transenella tantilla* (Gould) (Mollusca: Bivalvia). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 91: 271-279.

Kim Y, Ashton-Alcox KA, Powell EN (2006) Histological Techniques for Marine Bivalve Molluscs: Update. Silver Spring, MD. NOAA Technical Memorandum NOS NCCOS 27. 76 pp.

Khan RA, Thulin J (1991) Influence of pollution on parasites of aquatic animals. *Advances in Parasitology*. 30: 201-238.

Kirkwood TB, Cremer T (1982) Cytoogerontology since 1881: a reappraisal of August Weismann and a review of modern progress. *Human genetics*, 60(2): 101-121.

Kirkwood T (1999) Tiempo de nuestras vidas: La ciencia del envejecimiento humano. Tusquets Editores (Ed)

Koprivnikar J, Poulin R (2009) Effects of temperature, salinity, and water level on the emergence of marine cercariae. *Parasitology Research*. 105: 957-965.

Kuris AM (1974) Trophic interaction: similarity of parasitic castrations to parasitoids. *Quarterly Review of Biology* 49: 129– 148.

Lafferty KD (1997) Environmental parasitology: What can parasites tell us about human impacts on the environment?. *Parasitology Today* 13: 251-255.

Lanfredi NW, Pousa JL (1988) Mediciones de corrientes, San Antonio Oeste, Provincia de Río Negro. Instituto de Biología Marina y Pesquera “Alte. Storni”, Río Negro, Argentina, Tech. Rep., 13 pp.

Langton RW, Robinson WE, Schick D (1987) Fecundidad y esfuerzo reproductivo de vieiras de mar *Placopecten magellanicus* del Golfo de Maine. Serie Progreso de la Ecología Marina 19-25.

Lauckner G (1980) Diseases of Mollusca: Gastropoda. En: Kinne O. (Ed.) *Diseases of Marine Animals*. Vol. I. General aspects, Protozoa to Gastropoda. John Wiley & Sons, U.K. Pp. 311-436.

Lauckner G (1983) Diseases of Mollusca: Bivalvia. En: Kinne O. (Ed.) *Diseases of Marine Animals*. Vol. II. Introduction, Bivalvia to Scaphopoda. Biologische Anstalt Helgoland, Hamburg, Germany. Pp. 477-961.

Lauckner G (1986) Ecological effects of larval trematode infestation on littoral marine invertebrate populations. *International Journal of Parasitology* 17: 391–398.

Lee JS, Park JS, Shin YK, Lee YG, Park JJ (2013) Hermafroditismo secuencial en la almeja manila *Ruditapes philippinarum* (Bivalvia: Veneridae). *Reproducción y desarrollo de invertebrados* 57 (3): 185-188.

Lefèvre T, Lebarbenchon C, GauthierClerc M, Missè D, Poulin R, Thomas F (2008) The ecological significance of manipulative parasites. *Trends in Ecology and Evolution* 24: 41-48.

Levri EP (1999) Parasite-induced change in host behavior of a freshwater snail: parasitic manipulation of byproduct of infection? *Behavioral Ecology* 10: 234- 241.

Lowe DM, Moore MN (1979) The cytochemical distributions of zinc (Zn II) and iron (Fe III) in the common mussel, *Mytilus edulis*, and their relationship with lysosomes. *J Mar Biol Assoc UK* 59: 851– 858.

Marcogliese DJ (2004) Parasites: small players with crucial roles in the ecological theater. *EcoHealth* 1: 151–164.

Mazio C, Vara C (1983) Las mareas del Golfo San Matías, Argentina. Servicio de Hidrografía Naval. Dpto. Oceanografía, Tech. Rep., 69 pp.

Mikkelsen PM, Bieler R, Kappner I, Rawlings TA (2006) Phylogeny of Veneroidea (Mollusca: Bivalvia) based on morphology and molecules. *Zoological Journal of the Linnean Society* 148(3): 439-521.

Morsan EM (1997) Extracción intermareal de almeja púrpura (*Amiantis purpurata*) en la costa norte del Golfo San Matías. *Inf Téc N° 33*. Plan Manejo Integrado Zona Costera

Patagónica (GEF/Univ Nac Patagonia-Wildlife Conservation Society/Fundación Patagonia Natural), 11p.

Morsan EM (2000) Dinámica poblacional y explotación de la almeja púrpura, *Amiantis purpurata* (Lamarck, 1818) (Bivalvia: Veneridae). Tesis Doctoral, Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca, Argentina. Pp: 182.

Morsan EM (2002) (a) La pesquería artesanal de la almeja púrpura *Amiantis purpurata* del golfo San Matías: evaluación del efectivo pesquero, estrategias de explotación y rendimiento económico. IBMP - Serie Publicaciones 1 (1): 1-13.

Morsan EM (2002) (b) Determinación de edad y crecimiento individual de la almeja púrpura (*Amiantis purpurata*, Lamarck 1818) en Playa Villarino (San Antonio Este, Argentina). IBMP - Serie Publicaciones 2: 3-22.

Morsan EM (2003) Spatial analysis and abundance estimation of the southernmost population of purple clam, *Amiantis purpurata* in Patagonia (Argentina). Journal of the Marine Biological Association U.K. 83 (5): 1115-1128

Morsan EM, Orensanz JM (2004) Age structure and growth in an unusual population of purple clam, *Amiantis purpuratus* (Lamarck, 1818) (Bivalvia: Veneridae), from Argentine Patagonia. Journal of Shellfish Research 23: 73-80.

Morsan EM, Kroeck MA (2005) Reproductive cycle of purple clam, *Amiantis purpurata* (Bivalvia: Veneridae) in northern Patagonia (Argentina). Journal of Marine Biological Association, UK, 85, 4876/1-7.

Morsan EM, Kroeck MA (2006) The purple clam, *Amiantis purpurata*: a relictual population in North Patagonia. Global Marine Environment 2: 18-20, 2005.

Morsan EM (2007) Spatial pattern, harvesting and management of the artisanal fishery for purple clam (*Amiantis purpurata*) in Patagonia (Argentina). *Ocean & Coastal Management* 50: 481–497.

Morsan EM, Zaidman P, Ocampo-Reinaldo M, Ciocco N (2010) Population structure, distribution and harvesting of southern geoduck, *Panopea abbreviata*, in San Matías Gulf (Patagonia, Argentina). *Scientia Marina* 74(4).

Morsan EM, Pappalardo JP, Doldan MS (2011) Compensation as long-lasting regulatory mechanism of dynamic of purple clam (*Amiantis purpurata*) in Patagonia. *Marine Ecology Progress. Series* 443:207–216 ISSN. 0171 8630.

Morley NJ (2010) Interactive effects of infectious diseases and pollution in aquatic molluscs. *Aquatic Toxicology* 96: 27-36.

Morley NJ, Lewis JW (2013) Thermodynamics of cercarial development and emergence in trematodes. *Parasitology* 140: 1211-1224.

Mouzo FH, Paterlini CM (2017) Geología submarina del golfo norpatagónico San Matías. *Revista De La Asociación Geológica Argentina* 74 (4): 553-569

Müller T, Czarnoleski M, Labecka AM, Cichy A, Zajac K, Dragosz-KluskaD (2015) Factors affecting trematode infection rates in freshwater mussels. *Hydrobiologia* 742: 59-70.

Muñoz G, Torres P, Valdés J, Rodríguez A (2013) Spatio-temporal variation in the prevalence of trematodes in the bivalve *Perumytilus purpuratus*. *Acta Parasitologica*. 58: 155-166.

Ngo TTT, Choi K (2004) Seasonal changes of Perkinsus and Cercaria infections in the Manila clam *Ruditapes philippinarum* from Jeju, Korea. *Aquaculture* 239: 57–68.

Ocampo EH, Menone ML, Iturburu FG, Nuñez JD, Baeza JA (2014) Effect of the endosymbiotic pea crab *Calyptraeotheres garthi* on the metabolic rate and oxidative status of the slipper limpet *Crepidula cachimilla*. *Invertebrate Biology* 133: 170–179.

Pappalardo MP, Morsan EM (2004) Regulación denso-dependiente del crecimiento individual de la almeja púrpura, *Amiantis purpurata*. *IBMP - Serie Publicaciones N° 4*. ISSN: 1666-4019: 32-44.

Pauley GB, Sparks AK (1965) Observaciones preliminares sobre la reacción inflamatoria aguda en la ostra del Pacífico, *Crassostrea gigas* (Thunberg). *Revista de Patología de Invertebrados* 7 (2), 248-256.

Peterson CH (1983) Un concepto de senilidad reproductiva cuantitativa: ¿aplicación a la almeja dura, *Mercenaria mercenaria* (L.)?. *Ecología* 58 (2): 164-168.

Piñera AKR, Ceballos-Vázquez BP, García-Domínguez F, Arellano-Martínez M (2009) Unusual high frequency of hermaphroditism in the gonochoric bivalve *Megapitaria squalida* (Sowerby, 1835) (Veneridae). *Journal of Shellfish Research* 28(4): 785-789.

Piola A, Scasso LM (1988) Circulación en el Golfo San Matías. *Geoacta* 15: 33-51.

Pirie BJS, George SG, Lytton DG, Thomson JD (1984) Metal-containing blood cells of oysters: ultrastructure, histochemistry and X-ray microanalysis. *J Mar Biol Assoc UK* 64:115–123.

Ponurovsky SK y Yakovlev YM (1992) The reproductive biology of the Japanese littleneck, *Tapes philippinarum*. *J. Shellfish Res* 11: 265-277.

Prinz K, Kelly TC, O’Riordan RM, Culloty SC (2010) Occurrence of macroparasites in four common intertidal molluscs on the south coast of Ireland. *Marine Biodiversity Records* 3: 1–7.

Programa de Sensoramiento Remoto del Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (2022) (<https://www.argentina.gob.ar/inidep/sensoramiento-remoto-0>), Fecha de procesamiento: Octubre 2022.

Poulin R (2006) Global warming and temperature mediated increases in cercarial emergence in trematode parasites. *Parasitology* 132: 143-151.

Poulin R, Mouritsen KN (2006) Climate changes, parasitism and the structure of intertidal ecosystems. *Journal of Helminthology* 80: 183-191.

Ridgway ID, Richardson CA, Austad SN (2011). El tamaño máximo de la concha, la tasa de crecimiento y la edad de maduración se correlacionan con la longevidad en los moluscos bivalvos. *Revistas de Gerontología Serie A: Ciencias Biomédicas y Ciencias Médicas* 66 (2): 183-190.

Robinson WE, Ryan DK (1988) Transport of cadmium and other metals in the blood of the bivalve mollusc *Mercenaria mercenaria*. *Mar Biol* 97:101–109.

Rodríguez-Moscoso E, Espinosa J, García O, Arnaiz R, Martínez D (2002) Incidence of the protozoan *Perkinsus sp.* on a cultivated population of the carpet shell clam *Ruditapes decussatus* (L., 1758) in the Arousa ria (northwestern Spain). *Bol Inst Esp Oceanogr* 18: 337–342.

Rohde K (1994). Los orígenes del parasitismo en los Platyhelminthes. *Revista Internacional de Parasitología* 24 (8): 1099-1115.

Ruddell CL (1971) Elucidation of the nature and function of the granular oyster amebocytes through histochemical studies of normal and traumatized oyster tissues. *Histo-chemie*. 26: 95-112.

Saldaño M (2022) Pesquería artesanal de moluscos del Golfo San Matías: Caracterización de aspectos biológicos y económicos de la pesquería de *Amiantis purpurata* (almeja purpura) y *Panopea abbreviata* (almeja panopea). Tesis de Grado, Universidad Nacional del Comahue (Director: Dr. Enrique M. Morsan).

Sagristá E, Durfort M, Azevedo C (1995) Perkinsus sp. (Phylum Apicomplexa) in Mediterranean clam *Ruditapes semidecussatus*: Ultrastructural observations of the cellular response of the host. *Aquaculture* 132: 153–160

Scarabino V (1977) Moluscos del Golfo San Matías (Prov. Rio Negro, Argentina). Inventario y claves para su identificación. *Comunicaciones de la Sociedad Malacológica del Uruguay* IV: 177-297.

Schnack E, Aliotta S, Isla F, Lizasoain G (1996) Formas de fondo asociadas a un delta de reflujo macromareal, San Antonio Oeste, Argentina. *Thalassas* 12: 121-135.

Schweers T, Wolff M, Koch V, Sinsel-Duarte F (2006) Population dynamics of *Megapitaria squalida* (Bivalvia: Veneridae) at Magdalena Bay, Baja California Sur, México. *Rev. Biol. Trop.* 54: 1003– 1017.

Sloan NA, Robinson SM (1984) Age and gonad development in the geoduck clam *Panopea abrupta* (Conrad) from Southern British Columbia, Canada. *Journal of Shellfish Research* 4:131-37.

Sundet JH, Jobling M (1985) An investigation of the interactions between the nemertine *Malacobdella grossa*, and its bivalve host, *Arctica islandica*. In: J. S. Gray & M. E. Christiansen, editors. Marine biology of polar regions and effects of stress on marine organisms. Norway: Institute of Fisheries. pp. 185–197.

Sures B (2008) Environmental parasitology. Interactions between parasites and pollutants in the aquatic environment. *Parasite* 15: 434-438.

Taskinen J, Saarinen M (1999) Increased parasite abundance associated with reproductive maturity of the clam *Anodonta piscinalis*. *Journal of Parasitology* 85: 588-591.

Thieltges D (2008) Effect of host size and temporal exposure on metacercarial infection levels in the intertidal cockle *Cerastoderma edule*. *Journal of the Marine Biological Association of UK* 88: 613-616.

Thompson I, Jones DS, Dreibelbis D (1980) Bandas de crecimiento interno anual e historia de vida del quahog oceánico *Arctica islandica* (Mollusca: Bivalvia). *Biología marina* 57 (1): 25-34.

Thomson JD, Pirie BJS, George SG (1985) Cellular metal distribution in the pacific oyster *Crassostrea gigas* determined by quantitative X-ray microprobe analysis. *J Exp Mar Biol Ecol* 85:37– 46.

Thorarinsdottir GG, Steingrímsson SA (2000) Tamaño y edad de madurez sexual y proporción de sexos en el quahog oceánico, *Arctica islandica* (Linnaeus, 1767), frente al noroeste de Islandia. *Revista de investigación de mariscos* 19 (2): 943-948.

Ulloa MG (2021) Detección de *Perkinsus marinus* en una población silvestre del mejillón “choro” *Modiolus capax* del suroeste del Golfo de California. *Hidrobiológica* 31(3).

Urban H. J. (2000) Métodos y conceptos de la ecología de poblaciones, con énfasis en la dinámica poblacional de invertebrados y peces marinos. Universidad del valle, Cali. 232 pp.

Vahl O (1981) Valor reproductivo residual específico por edad y esfuerzo reproductivo en la vieira de Islandia, *Chlamys islandica* (OF Müller). *Ecología* 51 (1): 53-56.

Vaupel JW, Baudisch A, Dölling M, Roach DA, Gampe J (2004) El caso de la senescencia negativa. *Biología teórica de la población* 65 (4): 339-351

Vázquez NN (2017) Patologías que afectan a poblaciones comercialmente explotadas de moluscos bivalvos del litoral norpatagónico y la vinculación con sus historias de vida. Tesis doctoral, Universidad Nacional del Comahue, Centro Regional Universitario Bariloche.

Villalejo-Fuerte M, Arellano-Martínez M, Ceballos-Vázquez BP, García-Domínguez F (2000) Ciclo reproductivo de la almeja chocolate *Megapitaria squalida* (Sowerby, 1835) (Bivalvia: Veneridae) en Bahía Juncalito, Golfo de California, México. *Hidrobiología* 10: 165–168.

Williams G, Sapoznik M, Ocampo Reinaldo M, Solis M, Narvarte M, González R, Esteves JL, Gagliardini D (2010) Comparison of AVHRR and SeaWiFS imagery with fishing activity and in situ data in San Matías Gulf, Argentina. *Revista Internacional de Percepción Remota* 31 (17-18): 4531-4542.

Wolf NS (2010) Comparative biology of aging. Ed Springer. EUA. 391 pp.

Wood CL, Byers JE, Cottingham KL, Altman I, Donahue MJ, Blakeslee AMH (2007) Parasites alter community structure. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 104: 9335-9339.

Yee Duarte Josué Alonso (2017) Salud reproductiva de la almeja chocolata *Megapitaria squalida* (Sowerby, 1835) (Mollusca: Bivalvia) en el puerto minero de Santa Rosalía, BCS, México (Doctoral dissertation, Instituto Politécnico Nacional. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas).

Zarogian GE, Yevich PP, Anderson S (1993) Effect of selected inhibitors on cadmium, nickel and benzo(a)pyrene uptake into brown cells of *Mercenaria mercenaria*. Mar Environ Res 35: 41– 45.