



**ASPECTOS REPRODUCTIVOS DEL  
LANGOSTINO *Pleoticus muelleri*  
(Bate, 1888) DEL GOLFO SAN MATÍAS, RÍO  
NEGRO, ARGENTINA**

**Daiana Anabella Molina Riquelme**

**Directora: Dra. Marina A. Kroeck**  
**Codirectora: Dra. Mónica Fernández**

Licenciatura en Biología Marina  
Escuela Superior de Ciencias Marinas  
Universidad Nacional del Comahue

Año 2021

Dedicado a todas las que fui, todas las que soy y las que seré.

## AGRADECIMIENTOS

---

*Agradecida siempre de todo aquello que me ocurre, sean personas y/o situaciones.*

*Este trabajo fue una analogía de mi propia vida, dejé sudor y lágrimas, pero todo lo transitado me llenó de experiencias que en algún momento perfecto, quizás para alguien sea sabiduría.*

*En primer lugar, me agradezco a mí misma por haber llegado a esta meta, por no rendirme o no dejarme rendir. En segundo lugar, agradezco profundamente a mi pequeño maestro de vida, Lihuén. Gracias hijo, por cursar conmigo las materias, por bancar las distancias, por tenerme la paciencia en casa cuando elegí avanzar en mis sueños a costa de quitarte atención. Gracias por tu amor de cada día.*

*Gracias eternas a mis padres, Rubén y Estela, que siempre bancaron los trapos y nunca perdieron la fe en mí, en mis capacidades intelectuales y en la fortaleza que siempre supieron que albergaba en mi ser, igual que mis hermanos Gonzalo, Sofía y Angeles que fueron las mejores tías y tío para acompañar mi crecimiento académico.*

*Gracias a Marina y a Quique como así también a Caty y a Victor, por guiarme, apoyarme, sostenerme desde el lugar de seres humanos, por darme lugar en sus hogares cuando fue necesario para mis transiciones, por ser grandes maestros para mi caminar, por todo lo aprendido juntxs.*

*Gracias a Moni, mi codirectora que a la distancia (y en persona también) siempre dio lo mejor para que este trabajo sea lo mejor que pudiera ser.*

*Gracias a todo el personal del CIMAS como del INIDEP que pusieron su granito de arena colaborando conmigo en todo lo que pudieron para que este estudio pudiera realizarse.*

Gracias a la educación pública, a todas las becas que recibí, a todo el personal de la ESCIMAR que acompañó mis primeros momentos maternando mientras cursaba, por cada brazo que se ofreció para acunar a mi recién nacido Lihuén para que yo siguiera aprendiendo.

Gracias a mis amigxs, especialmente a Maximiliano Ibarra. El vínculo más largo que he tenido, y el que me refleja mi propio crecimiento y evolución. Te amo Max! Gracias por ser ese gran tesoro que me regaló mi paso por la Universidad.

Quiero agradecer también a Mile R, Lucila Sánchez (o llamada la otra mamá), a Kike y a Carito, a Luli Amione, a Rosi Alonso y a todxs los estudiantes con los que alguna vez cursé y compartí enseñanzas, mates, guisos.

Gracias Juan C, por el maravilloso regalo de nuestro hijo, el motor que impulsó este trabajo.

Gracias a todas las personas que conocí, que desconocí, que estuvieron, que están, a los que se fueron y a los que vendrán también.

Gracias al Universo por lo abundante de mi vida, de mi andar, de mis enseñanzas.

Y por último, y no menos importante, gracias a quien me dio el último empujoncito, el incentivo, la seguridad y la confianza en mis capacidades intelectuales, en que era capaz de conseguir todo aquello que me propusiera. Gracias Guille, por todo lo vivido!

Gracias, gracias, gracias.

## RESUMEN

---

El langostino *Pleoticus muelleri* (Bate, 1888) es una especie de gran importancia para la economía pesquera de Argentina debido a su alto valor comercial. La necesidad de profundizar el conocimiento de este recurso en la zona norte del Golfo San Matías (41°S - 42°S) surge de la extensión espacio temporal de esta pesquería que particularmente en los últimos años se sostiene por los desembarques provenientes de aguas sobre la plataforma media entre las latitudes 42°S y 47°S.

El presente estudio describe de las hembras de la población de langostino en la zona norte del Golfo San Matías entre 2017 y 2018, la distribución de frecuencia de tallas de las hembras sexualmente maduras y de las próximas a desovar, como así también la evolución temporal de los estadios de madurez ovárica y las características microscópicas de los mismos. Los resultados hallados señalan que los valores de talla media son del orden de lo observado para el langostino del sector patagónico (entre 52 mm y 53 mm) localizado al norte de 42°S en congruencia con el clásico paradigma de presión latitudinal donde las tallas aparentemente aumentan con el incremento de la latitud. Los valores máximos de tallas fueron encontradas en los meses más fríos en ambos años de estudio.

Las hembras del Golfo San Matías muestran un patrón de desove continuo con presencia de hembras maduras y próximas a desovar durante todo el año, y la presencia del estadio de maduración ovárica puesta parcial. Este estadio no había sido mencionado hasta el momento para el langostino patagónico. Los porcentajes más altos de hembras maduras se encontraron en los meses cálidos. La baja viabilidad de los ovarios presente a lo largo de todo el periodo de estudio se refleja en los altos porcentajes de atresia hallados. La viabilidad no superó el 60%, resultando una

viabilidad inferior a la registrada para la población de Bahía Blanca y del sector patagónico. Los resultados presentados reflejan la necesidad de estudiar las características oceanográficas y biológicas del medio para una mayor comprensión de la dinámica poblacional de esta especie en nuestra área de interés.

**Palabras claves:** Langostino, hembras, reproducción, estadios de madurez ovárica, atresias, Golfo San Matías.

## ABSTRACT

---

The Patagonian red shrimp *Pleoticus muelleri* (Bate, 1888) is a commercially important species in Argentina because of its high economic value. The knowledge of this resource in the northern area of the San Matías Gulf (41°S-42°S) is necessary because of the temporal and spatial extension of the fishery that, in the past few years, has been sustained by the landings coming from continental shelf waters up to latitude 42°S. Description of reproductive biology in penaeid species are essential to implement sustainable fishery techniques. Therefore, in this study were investigated off the Patagonian red shrimp, the size-frequency distributions of sexually mature females and those close to spawning, as well as the temporal evolution of ovarian maturity stages and their microscopic characteristics, are described for the San Matias gulf between the years 2017 and 2018. The results found indicate that the mean length values are on the order of that observed for the Patagonian shrimp (between 52mm and 53mm) located north of 42°S in congruence. The mean values are around those observed for the Patagonian red shrimp found northern than 42°S (between 52mm and 53 mm), in accordance with the classic latitudinal pressure paradigm where the sizes apparently increase with the increase in latitude. The highest sizes were found in the coldest months in both years of study.

The red shrimp from San Matias Gulf showed a continuous spawning pattern with the presence of mature and close to spawning females all year round, and the presence of a partially spent stage, a new stage described for the Patagonian red shrimp. The highest percentages of mature females were founded in warmer months. The low viability of the ovaries present throught the study period is reflected in the high percentages of atresia found. The viability of spawned oocytes it was not greater than 60%, being these values lower than those registered for the species in Bahia Blanca and the Patagonian

sector. The results here presented show the need to study the oceanographic and biological characteristics of the environment, in order to have a better understanding of the population dynamics of this species in the area of interest.

**Key words:** Shrimp, females, reproduction, Ovarian stages, atresia, San Matias Gulf.



## INDICE

<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	3
<b>RESUMEN</b> .....	5
<b>ABSTRACT</b> .....	7
<b>1 INTRODUCCIÓN</b> .....	10
1.1. Aspectos generales y pesquería.....	10
1.2. Ciclo de vida .....	13
1.3. Reproducción .....	14
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	17
2.1. Objetivo general .....	17
2.2. Objetivos particulares.....	17
<b>3 MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	18
3.1. Área de estudio.....	18
3.2. Obtención y procesamiento de muestras .....	19
3.3. Análisis de los datos.....	22
<b>4 RESULTADOS</b> .....	25
4.1. Distribución de frecuencia de tallas del total de hembras, hembras maduras y hembras impregnadas de langostino .....	25
4.2. Evolución temporal de los estadios de madurez ovárica según criterio macroscópico....	30
4.3. Caracterización de los estadios de madurez ovárica según observación microscópica ...	31
4.3.1. Descripción de los estadios de madurez gonadal .....	31
4.3.2 Evolución temporal de los estadios de desarrollo gonadal.....	38
4.3.3 Evolución temporal de los diferentes grados de atresias y viabilidad de los ovarios.....	39
4.3.4 Evolución temporal de los índices gonadales.....	41
<b>5 DISCUSION</b> .....	43
<b>6 CONCLUSIONES</b> .....	52
<b>7 BIBLIOGRAFÍA</b> .....	53



*Pleoticus muelleri* constituye uno de los principales productos de la pesca comercial de crustáceos en el país. La especie es de gran importancia para la economía pesquera debido a la potencialidad del recurso para ser explotado a largo plazo. La importancia social y económica del recurso generan la necesidad de obtener información básica y aplicada para lograr un manejo adecuado del mismo (de la Garza *et al.* 2017). El documento “El estado mundial de la pesca y la acuicultura” 2012 (FAO, 2012) señala las fluctuaciones en la abundancia de esta especie. Argentina comenzó a explotar a nivel industrial *Pleoticus muelleri* en 1980 cuando sólo se desembarcaron 2.616 toneladas. Posteriormente las capturas fueron en aumento hasta alcanzar un desembarque anual máximo de 78.798 toneladas en 2001. Luego de una gran disminución de las capturas en 2005, las autoridades del país (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca (MAGyP)) aplicaron planes de ordenación para contribuir a la recuperación de la especie. Seis años más tarde, las capturas se recuperaron y multiplicaron por diez alcanzando un máximo en 2011, superior a las 82.000 toneladas. Luego de una leve disminución en 2012, las capturas de *Pleoticus muelleri* se incrementaron a una tasa promedio anual del 22%. Desde el 2013, año en que se declararon más de 100.000 toneladas, los desembarques fueron en continuo crecimiento llegando a superar las 250.000 toneladas en el 2018 marcando así un récord histórico (Sitio MAGyP). Desde entonces los desembarques declarados son del orden de las 200.000 toneladas.

La pesca de langostino en Argentina ha sido sustentada históricamente por los desembarques provenientes del Golfo San Jorge y de aguas de jurisdicción nacional (Bertuche *et al.* 2000). A partir de 2011 la pesquería se sustenta principalmente por las capturas realizadas en aguas de jurisdicción nacional y del litoral norte de la provincia de Chubut entre 43°S y 44°S (de la Garza *et al.* 2017).

En el Golfo San Matías, Angelescu y Boschi (1959) mencionan la presencia de *Pleoticus muelleri* desde el año 1959, aunque se detectaron por primera vez concentraciones importantes de langostino durante el año 2004, específicamente en la zona norte del golfo. A partir de ese momento se desarrollaron salidas experimentales de pesca con tres buques pesqueros durante los meses de primavera, las cuales fueron financiadas por dos empresas locales (Curtolo *et al.* 2004; Ocampo Reinaldo *et al.* 2004). Los datos reunidos en aquella experiencia, en especial los bajos rendimientos pesqueros, las altas tasas de captura incidental de juveniles de merluza y la presencia de hembras de langostino en avanzado estado de madurez reproductiva, llevaron a las autoridades de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura de la provincia de Río Negro a tomar la decisión de dar por finalizada la pesca experimental y a no autorizar capturas dirigidas a la especie langostino (Narvarte *et al.* 2013). A partir del año 2012 y hasta la actualidad, las autoridades jurisdiccionales de la provincia de Río Negro han declarado desembarques anuales de la especie que representaron un 0,03% en 2012, 1,77% en 2013, 0,24% en 2014 y 0,61% en 2015 del desembarco anual del langostino del sector patagónico (entre 19,80 y 1.783,5 toneladas anuales) (Fernández *et al.* 2018). En los años 2017, 2018, 2019 y 2020 la provincia declaró desembarques de langostino de 8353,73, 4136,1, 1004,9 y 691,2 toneladas, respectivamente. (Sitio MAGYP).

La pesquería del langostino en el Golfo San Matías, durante los años 2016 y 2017, fue descrita por Sepúlveda (2018). En ese trabajo, el autor describe los desembarques declarados, el número de embarcaciones participantes, la distribución del esfuerzo pesquero y analiza la captura por unidad de esfuerzo como así también describe las frecuencias de tallas capturadas y los estadios de maduración de las hembras de la especie objetivo junto con la caracterización de la captura incidental.

Actualmente, esta pesquería se encuentra monitoreada por el Programa de Observadores Pesqueros (POP) del Centro de Investigación Aplicada y Transferencia Tecnológica en Recursos Marinos Almirante Storni (CIMAS) y por la Dirección de Pesca de la Provincia de Río Negro.

## 1.2. Ciclo de vida

El ciclo de vida de *Pleoticus muelleri* comienza con la liberación de los huevos al mar, a partir de ese momento atraviesa varias fases que comprenden tres estadios larvales con sus respectivos subestadios (seis de nauplius, tres de protozoa y dos de mysis), un estadio post larval, juvenil y adulto (Fig. 2). El momento más delicado del ciclo de vida ocurre durante el pasaje del estadio de nauplius al de protozoa ya que culmina la alimentación endógena y pasa a la alimentación exógena (de la Garza *et al.* 2017).

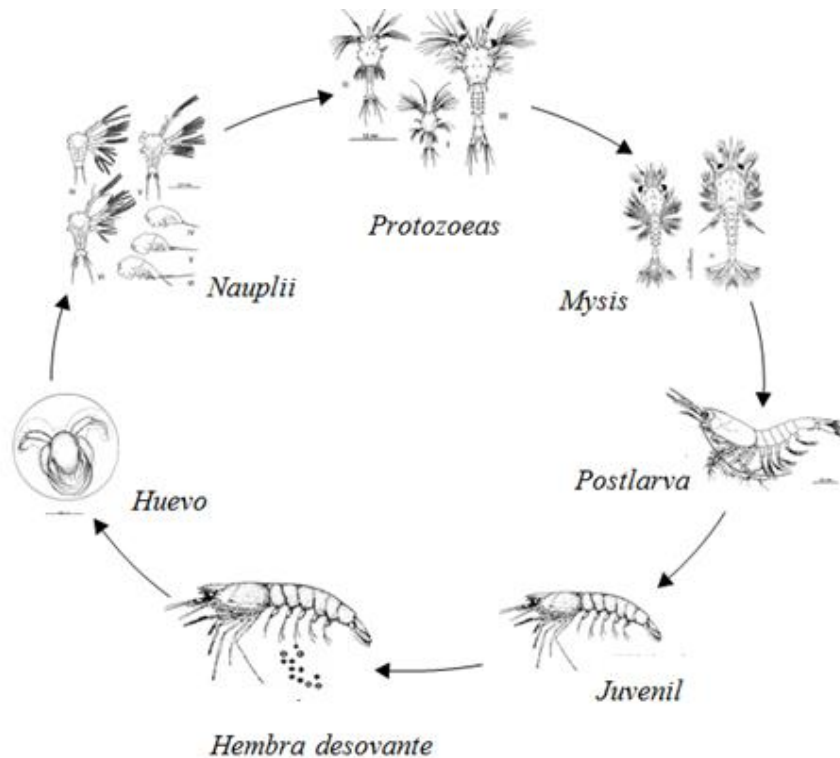


Figura 2. Ciclo de vida del langostino *Pleoticus muelleri*. (Modificado a partir de: de la Garza *et al.*, 2017)

Las zonas de desove, en donde se concentran la mayoría de los huevos y larvas, se encuentran en un rango de profundidades entre los 5 a los 97 m, siendo más común encontrar estos estadios entre los 18 m y los 80 m, y en general estas áreas coinciden con la ocurrencia de frentes oceánicos de alta productividad. El sincronismo del desove con los momentos de máxima productividad permite asegurar la disponibilidad y calidad de alimento adecuado para la supervivencia de las larvas (de la Garza *et al.* 2017).

### 1.3. Reproducción

La actividad reproductiva del langostino *Pleoticus muelleri* en el sector patagónico, determinada por la presencia y densidad de hembras sexualmente maduras y de hembras próximas a desovar, se desarrolla fundamentalmente durante la primavera y el verano a lo largo de la costa, entre las latitudes 42°S y 47°S (Fernández *et al.* 2012). A partir del año 2013, en correspondencia con el aumento de la biomasa disponible para la pesca, se comenzó a observar una expansión espacio temporal de la misma respecto a lo conocido históricamente.

Dicha expansión se produjo desde las zonas costeras hacia aguas sobre la plataforma media y hasta la latitud 41°S, con hallazgos de hembras próximas a desovar a partir de septiembre al norte del paralelo 44°S y hasta mediados de otoño al norte del 42°S. Asimismo, se ha registrado la aparición no usual de hembras de gran tamaño entre las latitudes 41°S y 42°S con ciertas características en sus ovarios que sugieren una extensión del primer desove o un segundo desove anual (de la Garza *et al.* 2017; Fernández *et al.* 2018, 2019).

El langostino, *Pleoticus muelleri* es una especie con fecundidad anual determinada. Esta característica significa que las hembras maduras poseen un stock de ovocitos vitelados al comenzar la etapa reproductiva que posteriormente son expulsados parcial o totalmente sin que se incorporen nuevos elementos vitelogénicos durante ese período una vez iniciado el desove. Por tal razón la estimación del número de ovocitos vitelados en ovarios que aún no han experimentado expulsiones ovocitarias representan una estimación de la fecundidad total de la especie (Macchi *et al.* 1992, 1998).

La presencia de machos maduros de *Pleoticus muelleri* se observa durante todo el año en el área de distribución del recurso patagónico. Las estaciones con porcentajes más altos de este estadio, junto con los mayores valores de abundancia, son otoño e invierno. La maduración de los machos antecede a la de las hembras y se prolonga por más tiempo, aun cuando la capacidad reproductiva de las hembras ha cesado (Fernández *et al.* 2014).

La dinámica reproductiva de *Pleoticus muelleri* en el litoral del Golfo San Matías no fue estudiada hasta el año 2015, momento en el cual se comenzó con los primeros estudios. El foco estuvo puesto en determinar la abundancia relativa y estructura de talla de hembras maduras y hembras próximas a desovar, mediante observación macroscópica. También se realizó un análisis espacial de la distribución de las frecuencias porcentuales de los estadios de maduración ovárica de las hembras adultas, mediante observación microscópica y se calcularon las estimaciones de la fecundidad potencial (número de ovocitos vitelados en el ovario) y fecundidad relativa (número de ovocitos por gramo de hembra) (Fernández y Macchi, 2016).

En la presente Tesina de grado se realiza una descripción preliminar del patrón reproductivo del langostino *Pleoticus muelleri* en la zona costera norte del Golfo San Matías (Río Negro). Los resultados obtenidos permitirán realizar un aporte al

conocimiento de su dinámica reproductiva que podrá ser usado como insumo en la elaboración e implementación de futuros planes de manejo de la pesquería en el Golfo San Matías.



## 2 OBJETIVOS

---

### 2.1. Objetivo general

Realizar una descripción preliminar del patrón reproductivo de hembra langostino *Pleoticus muelleri* en la zona costera norte del golfo San Matías, Río Negro.

### 2.2. Objetivos particulares

- Explorar la distribución de frecuencia de tallas de hembras sexualmente maduras y de hembras próximas a desovar de langostino y determinar posibles variaciones durante el periodo de estudio.
- Caracterizar la evolución temporal de los estadios de madurez ovárica de langostino y comparar con el patrón reproductivo conocido para la especie en toda su área de distribución.

### 3 MATERIALES Y MÉTODOS

---

#### 3.1. Área de estudio

El Golfo San Matías se ubica entre 40° 45´S y 42° 14´S, y entre 63° 05´W y 65° 10´W, posee un área aproximada de 19.700 km<sup>2</sup> y profundidades máximas de 200 m en el centro; es una cuenca semicerrada que se comunica con el Mar Argentino por el este y posee un patrón particular de circulación de sus masas de agua (Piola y Scasso, 1988). El agua ingresa, proveniente de la Corriente Costera Patagónica (Gagliardini y Rivas, 2004), por la zona sur de la boca del golfo generando un giro ciclónico en el sentido de las agujas del reloj. Luego de producir dicho giro, la circulación de las masas de agua presentes en esta celda cerrada en sentido ciclónico de 70 km de diámetro, tiene un cierto período de permanencia dentro del golfo y posteriormente el agua sale por el sector norte de la boca y se dirige en sentido nor-noreste, hasta alcanzar la costa este del sistema estuarial de El Rincón. (Rivas y Beier 1990, Lucas *et al.* 2005). Estas características le otorgan una baja tasa de renovación y una mayor temperatura del agua en la zona norte del golfo.

La escasez de lluvias, la ausencia de aportes de agua dulce y la elevada tasa de evaporación en la zona norte del golfo determinan mayores salinidades, que contrastan con las aguas frías y de menor salinidad del sur del golfo (Gagliardini y Rivas, 2004).

En la época estival se produce un frente termohalino que corta al golfo transversalmente en sentido SO - NE, el cual establece el límite entre dos masas de agua: las situadas en la zona sur (más frías y menos salinas) con más influencia de las aguas de la plataforma continental, y las situadas al norte (más cálidas y salinas) (Gagliardini y Rivas *op cit*; Narvarte y Morsan 2005).

### 3.2. Obtención y procesamiento de muestras

Las muestras fueron suministradas por el Programa de Observadores Pesqueros a Bordo (POP), del Centro de Investigación Aplicada y Transferencia Tecnológica en Recursos Pesqueros “Almirante Storni” (CIMAS) y provienen de las salidas de pesca de buques pesqueros realizadas mensualmente entre los años 2017 y 2018 (Figura 3). Las mismas fueron colectadas de la captura de los lances de pesca. El método de pesca utilizado fueron de arrastre y con tangones.

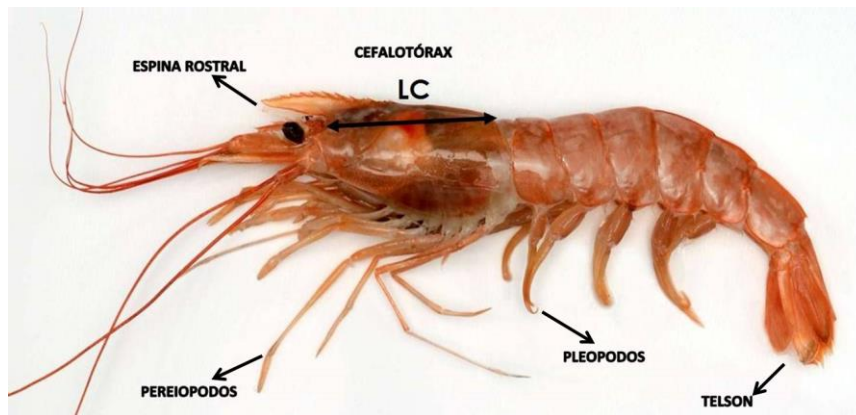


**Figura 3.** Ubicación geográfica de las zonas de muestreo en el Golfo San Matías (Río Negro, Argentina).

El muestreo a bordo consistió en seleccionar las hembras, mediante la observación macroscópica directa de la ausencia de petasma (hembras) o presencia del mismo (machos) (Figura 4B) y posteriormente completando una planilla de distribución de talla donde se tomó de cada individuo, los datos de largo del caparazón o cefalotórax (LC)(Fig. 4) en milímetros (al milímetro más cercano, desde el seno orbitario hasta el borde posterior medio del cefalotórax) como así también se consignó

el estadio de madurez ovárica según observación macroscópica, clasificando los ovarios en tres, según la escala utilizada en Boschi (1989) y Fernández *et al.* (2012) a partir de la coloración de los ovarios a través del caparazón. Las hembras “Inmaduras” no presentaron ovarios con coloración (Plate 1A), las “Maduras” tenían los ovarios de una coloración verde (Plate 1B) y las “Impregnadas” (hembras próximas a desovar), poseían ovarios maduros y un espermátforo unido ventralmente al cefalotórax (Plate 1C). Posteriormente, del lance de pesca se seleccionaron 80 hembras al azar, las cuales fueron fijadas en formol al 10% y trasladadas al Laboratorio de Histología del CIMAS para su análisis.

A



B



**Figura 4.** A. Partes del langostino *Pleoticus muelleri* LC: Medida de largo de caparazón o cefalotórax. B. Detalle de aparato reproductor externo de hembra de langostino. **Círculo negro 1:** primer par de pleópodos respectivamente (ausencia de petasma).

**A**



**B**



**C**



**D**



**Plate 1.**

Escala de madurez macroscópica.

**A.** Ovario inmaduro. **B.** Ovario maduro. **C.** Vista lateral de hembra impregnada con el espermatóforo **D.** Vista ventral del espermatóforo adherido al tellico de la hembra

El procesamiento en el laboratorio consistió en registrar, para cada uno de los ejemplares, el peso total (PT) y el largo del caparazón (LC) (Fig. 4). A continuación, se realizó la disección de cada individuo registrando el peso de la gónada (Pg.), el peso del hígado (PH) y el peso del estómago (Pe) con una balanza de precisión de 0,01g. Una muestra de cada gónada fue preservada en etanol 70 % para los estudios histológicos.

El protocolo de procesamiento de muestras histológicas del Laboratorio de Histología del CIMAS consistió primeramente en la deshidratación del tejido mediante un tren de alcoholes de graduación creciente y luego la inclusión en parafina. Una vez armados los moldes de parafina, se realizaron secciones histológicas de 5µm que luego fueron teñidas con Hematoxilina y Eosina. Finalmente, las secciones histológicas se observaron mediante un microscopio óptico equipado con cámara Tv lens 0,55x marca Nikon, para realizar el reconocimiento y la descripción del estadio de madurez ovárica según bibliografía. Las imágenes fueron capturadas y procesadas con el programa Micrometrics Premium 4.5. La identificación de los estadios se realizó en el CIMAS y en el Instituto Nacional de Desarrollo Pesquero (INIDEP- Mar del Plata). En esta última institución se llevó a cabo un entrenamiento y capacitación dictada por parte del equipo del Programa Pesquería de Langostino y del Gabinete de Ecología Reproductiva.

### 3.3. Análisis de los datos

Mediante histogramas de frecuencia se analizó la participación porcentual como así también la estructura de tallas del total de hembras, hembras maduras y hembras impregnadas. Con el fin de identificar posibles diferencias en las tallas de las hembras muestreadas, desde un enfoque estacional y anual, se realizaron los test no paramétricos de Kruskal Wallis y de Mann Whitney (Zar, 1996) dado que las variables de estudio no presentaron una distribución normal. Para todos estos análisis estadísticos se trabajó con

el Programa Statistica (versión 7). Los meses que corresponden a cada estación se agruparon de acuerdo a lo sugerido por Baldoni (2010), donde la aplicación del criterio de clasificación propuesto identifica el ciclo estacional de temperatura con sus máximos durante el periodo enero a marzo (verano) y los mínimos entre julio y septiembre (invierno). Los meses de abril, mayo y junio fueron considerados de transición (otoño) al igual que octubre, noviembre y diciembre.

El análisis histológico consistió en la identificación y descripción de los distintos estadios de desarrollo gonadal, siguiendo la escala microscópica de King (1948) con adaptaciones realizadas por Macchi (1992) y Fernández y Militelli (2017). La escala consiste en seis estadios: inmaduro juvenil, (ovarios compactos con ovocitos en crecimiento primario), maduración inicial o temprana (ovarios con ovocitos en inicio de vitelogénesis), maduración avanzada (ovarios con ovocitos vitelados), maduración total (ovarios con ovocitos vitelados y vesículas periféricas) y postdesove (ovarios en crecimiento primario, con movilización folicular y/o elementos vitelados en reabsorción) (Macchi *et al.* 1992). Militelli y Fernández (2017) incluyen el estadio de Reposo, el cual se observa en ejemplares adultos. En este estadio, el ovario se observa laxo con túnica engrosada y ovocitos en crecimiento primario.

A la vez fueron registrados los procesos atrésicos (reabsorción de material vitelogénico en los ovocitos maduros) y clasificados en tres categorías para determinar su incidencia en el proceso reproductivo (Macchi *et al.* 1998). La atresia gonadal se clasificó en I, II y III según el porcentaje de ocupación de ésta en la sección histológica.

Atresia I: el porcentaje de atresia era menor al 20%

- Atresia II: el porcentaje de atresia estaba entre el 20 y el 50%.
- Atresia III: el porcentaje de ovocitos en atresia era superior al 50%. En este grupo también se incluyó la imagen de atresia generalizada.

También, se determinó la viabilidad de los ovarios muestreados (ovarios que mantienen el potencial reproductivo) según lo señalado por Macchi *et al.* (1998).

Por otra parte, se calculó el índice gonadal (IG) para cada individuo muestreado, a partir de la relación entre el peso de la gónada con el peso total del cuerpo (Díaz, 2001) de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$IG = \frac{\text{peso de la gónada}}{\text{peso del cuerpo}} \times 100$$

El IG es un indicativo del grado de desarrollo gonadal y de las reservas acumuladas en los ovocitos (Díaz, 2001, Fernández *et al.* 2020). El uso de este índice para determinar el estadio de madurez gonadal presupone que este es independiente de la talla (Díaz, 2001). Para determinar si se cumple con esta condición se analizó la medida de dependencia lineal entre las variables de estudio (largo total, peso total e índice gonadal) a través del Coeficiente de Correlación de Pearson (Zar, 1996). A la vez, los valores medios estacionales de IG fueron comparados mediante el test no paramétrico de Kruskal-Wallis dado que los datos no presentaban una distribución normal.

El IG junto con la frecuencia de hembras en los distintos estadios de madurez gonadal fue utilizado para determinar de forma estacional el ciclo de reproducción.



## 4 RESULTADOS

---

### 4.1. Distribución de frecuencia de tallas de hembras de langostino

Durante el período de estudio se analizaron macroscópicamente un total de 1.352 hembras, 476 correspondientes al año 2017 y 776 al año 2018. A fin de conocer las características del stock reproductivo al momento del estudio, en este apartado sólo se analizará la distribución de tallas (=largo de caparazón (LC)) de las hembras maduras (HMad) e impregnadas (HImp) respecto del total de hembras adultas (TH).

En el año 2017 la talla media del TH y de HMad fue superior (51,42 mm y 52,31 mm respectivamente) a la registrada en el año 2018 (46,95mm y 46,78mm respectivamente) (Figura 5)

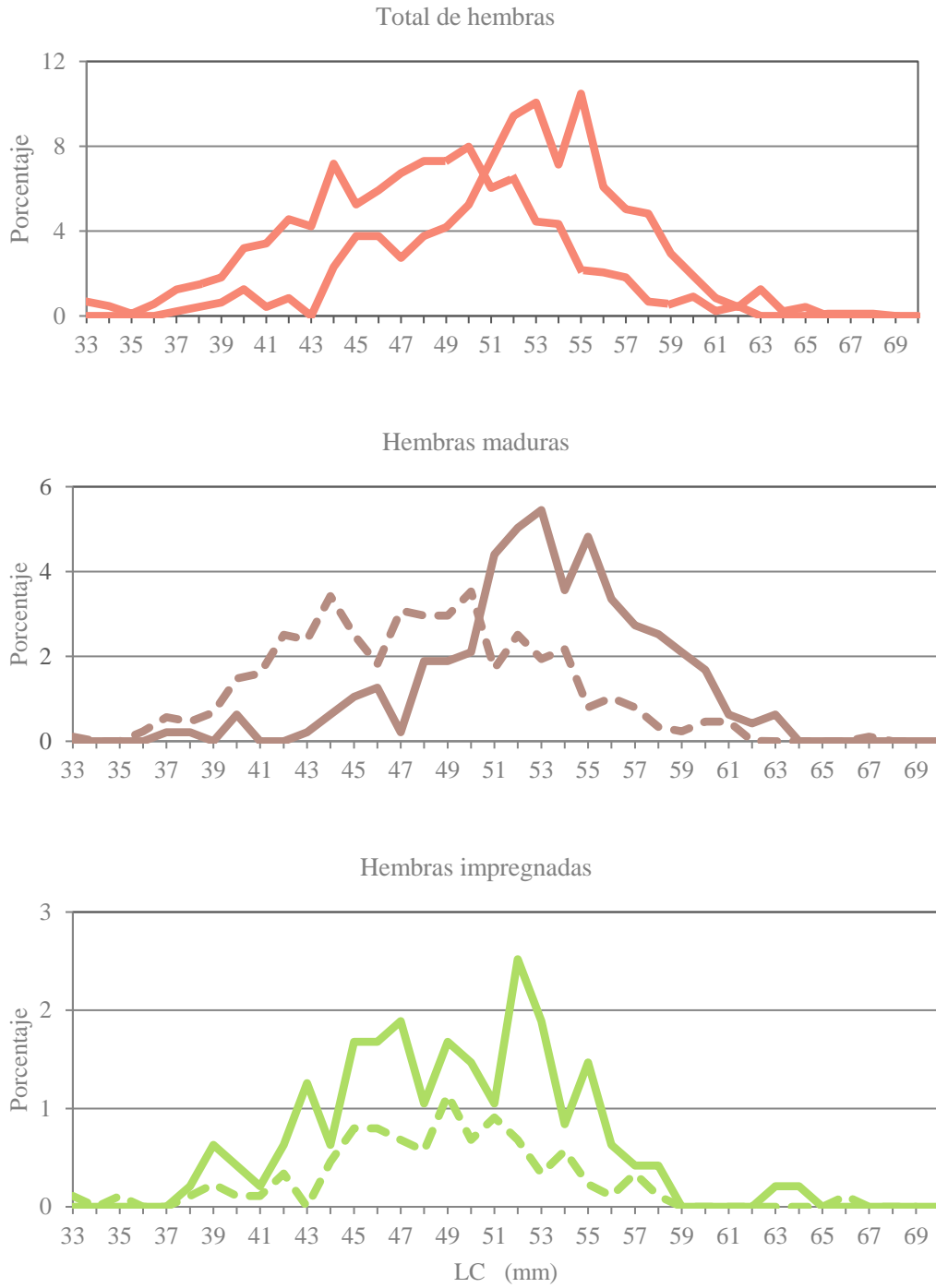
Los resultados del test de Kruskal-Wallis arrojaron que para el 2017 las tallas de las HImp no fueron significativamente distintas estacionalmente ( $p = 0,3377$ ) ( $P > 0,05$ ), no así las tallas de HMad que sí presentaron diferencias entre estaciones ( $p = 0,0001$ ) ( $P < 0,05$ ). En el periodo 2018 tanto las tallas de HImp como las de HMad, presentaron diferencias significativas entre estaciones ( $p = 0,000$ ) ( $P < 0,05$ ). Durante este último año se observó una mayor participación porcentual de individuos menores a 50 mm de LC en ambos grupos de hembras, respecto a 2017 (Fig. 5). Las estructuras de tallas de las HImp entre los años de estudio se observaron similares en los dos años (Fig. 5) al ser comparadas con el test de Mann Whitney de forma estacional y anual (verano  $p = 0,19$ , invierno  $p = 0,93$ , primavera  $p = 0,19$ ) ( $P > 0,05$ ).

Analizando la distribución porcentual de tallas desde el punto de vista estacional se observó que, en el año 2017, existe una distribución más amplia en verano y primavera respecto al resto de las estaciones.

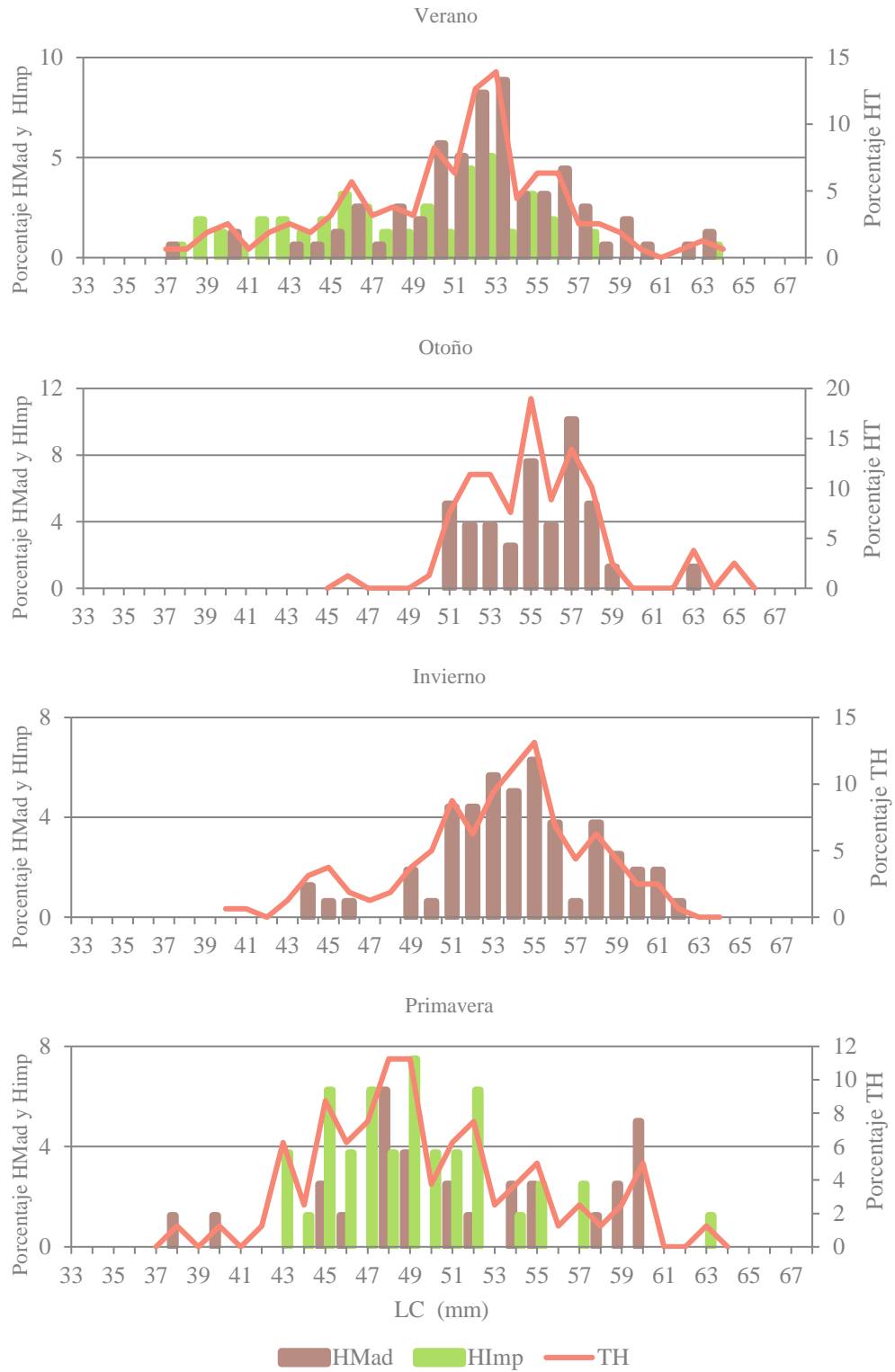
En otoño e invierno del 2017 la talla media de las hembras maduras (54,67 mm y 53,5 mm respectivamente) fue superior a la registrada en las estaciones cálidas (51,21 mm para primavera y 50,23 mm en verano). Las tallas medias de las HImp entre estaciones se observaron inferiores respecto a las HMad (Fig. 6).

Asimismo, en el año 2018, los valores de talla media de HMad y de HImp presentaron diferencias significativas con el test de Kruskal-Wallis ( $p=0,0000$  y  $p=0,0001$ ) ( $P < 0,05$ ) entre estaciones. En invierno la talla media de HMad y de HImp fue superior al resto de las estaciones (49,93 mm y 52,45 mm respectivamente). Sin embargo, la talla media de las HImp fue inferior (47,35 mm en verano y 37,45 mm en otoño) a la de las HMad en verano y otoño (47,63 mm y 45,78 mm respectivamente) (Fig. 7).

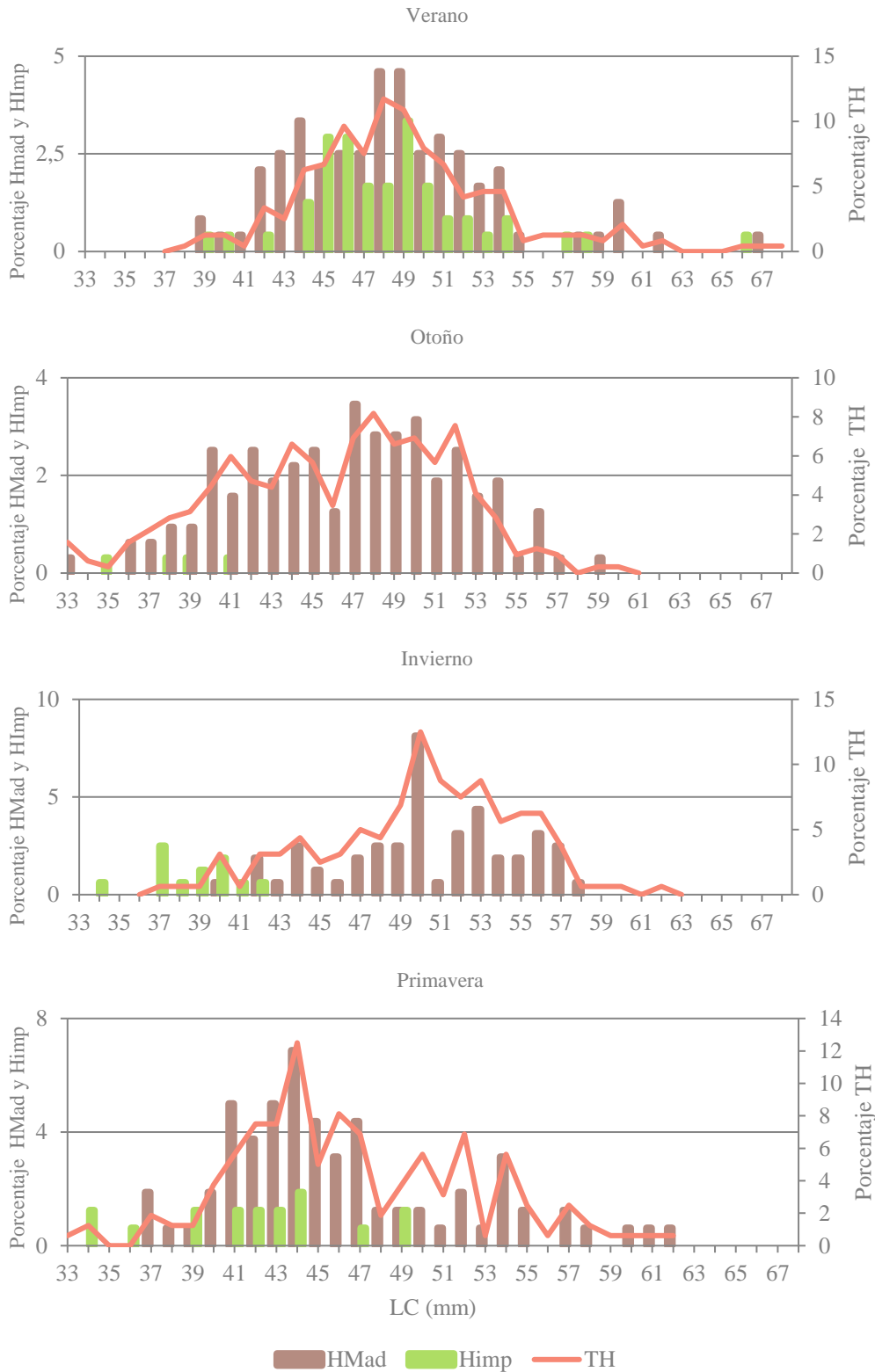
Cabe destacar que durante el año 2018 se observó una disminución significativa (Mann-Whitney:  $p = 0,0000$ ) ( $P < 0,05$ ) de los valores en las tallas de HMad en comparación con las hembras del año 2017.



**Figura 5.** Distribución porcentual de tallas de *Pleoticus muelleri* correspondientes a los años 2017 (línea) y 2018 (línea punteada). LC: Largo de cefalotórax



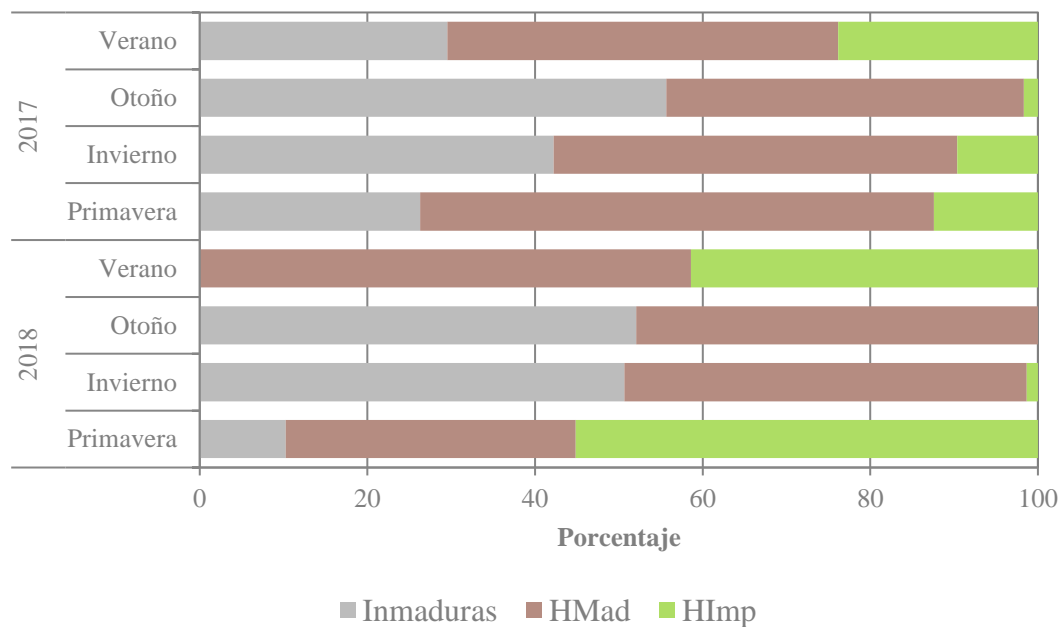
**Figura 6.** Distribución porcentual de tallas del langostino *Pleoticus muelleri* en el año 2017.



**Figura 7.** Distribución porcentual de tallas del langostino *Pleoticus muelleri* en el año 2018.

#### 4.2. Evolución temporal de los estadios macroscópicos de madurez ovárica

Durante todas las estaciones del periodo de estudio se observaron hembras maduras (HMad) e impregnadas (HImp). Los porcentajes más altos de HMad y HImp se registraron en el año 2017 (Fig. 8 ). En este año, de las 476 hembras analizadas, el 26% estaban inmaduras y el 74% estaban en actividad reproductiva. Mientras que en el 2018, de las 776 hembras muestreadas, el 42% estaban inmaduras y el 59% en maduración ovárica. En ambos años, los porcentajes más altos de HImp correspondieron a las estaciones de primavera y verano (Fig. 8).



**Figura 8.** Porcentajes de los distintos estadios de madurez ovárica de *Pleoticus muelleri* según observación macroscópica para cada estación correspondientes a los años 2017 y 2018.

### 4.3. Caracterización de los estadios de madurez ovárica según observación microscópica

#### 4.3.1. Descripción de los estadios de madurez gonadal

- **INMADURO**: Este estadio incluye ovarios de organismos adultos que no presentan ovocitos en vitelogénesis. La gónada puede presentar zonas con agregados de ovogonias, así como también ovocitos primarios y secundarios (Plate 2, A). La afinidad tintatorial de la hematoxilina con el citoplasma celular indica una reacción basófila por lo tanto visualmente los ovocitos se ven de un color violáceo con la técnica utilizada. En esta categoría también se incluyó a los individuos con ovarios desovados, pero con una intensa actividad gametogénica dado que estos son eventos posteriores al estadio de postdesove.

- **MADUREZ INICIAL**: En esta categoría se incluye a los ejemplares con ovarios que presentan ovocitos basófilos en zonas de proliferación y crecimiento, es decir, ovocitos primarios, secundarios y algunos ovocitos vitelogénicos (Plate 2, B). El citoplasma de estos ovocitos se tiñó de color rosado debido a la reacción acidófila del vitelo con la Eosina.

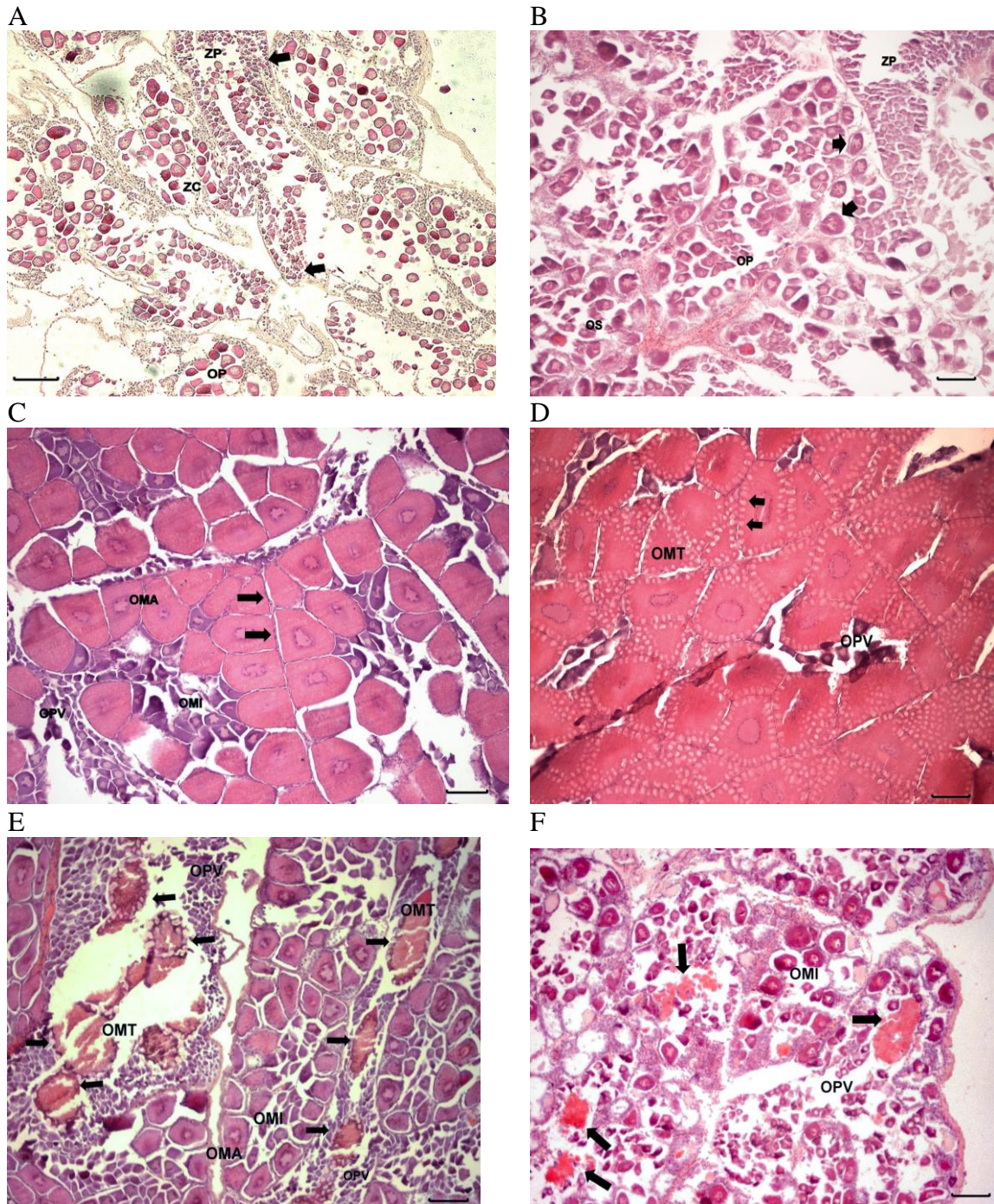
- **MADUREZ AVANZADA**: En este estadio de desarrollo se observaron individuos cuyas gónadas poseen ovocitos vitelogénicos rodeados de células "nurse" o foliculares. La formación de estas células foliculares continúa hasta que, en el ovario maduro, todos los ovocitos vitelogénicos están encerrados por estas células nutritivas. (Plate 2,C). A medida que avanza el proceso de vitelogénesis, los ovocitos con un grado de madurez más avanzada se diferencian del resto por la intensidad en la coloración.

- **MADUREZ TOTAL**: Los individuos clasificados dentro de este estadio presentan ovarios con ovocitos vitelados que han desarrollado vesículas de vitelo incoloras o "jelly like substance" (Plate 2,D).

- PUESTA PARCIAL: Este estadio corresponde a individuos cuyos ovarios ya tuvieron un desove, pero los ovocitos continúan madurando de forma simultánea. La presencia de procesos atrésicos en los ovocitos en maduración total, los elementos residuales del desove y los numerosos ovocitos en distintos estadios de madurez diferencian a este estadio del Postdesove propiamente dicho. (Plate 2, E y F)

- POSTDESOVE: Se caracteriza por crestas ováricas movilizadas, vacuidades estructurales (espacios) y algunos ovocitos en madurez avanzada en reabsorción por las células foliculares. (Plate 3, A y B).



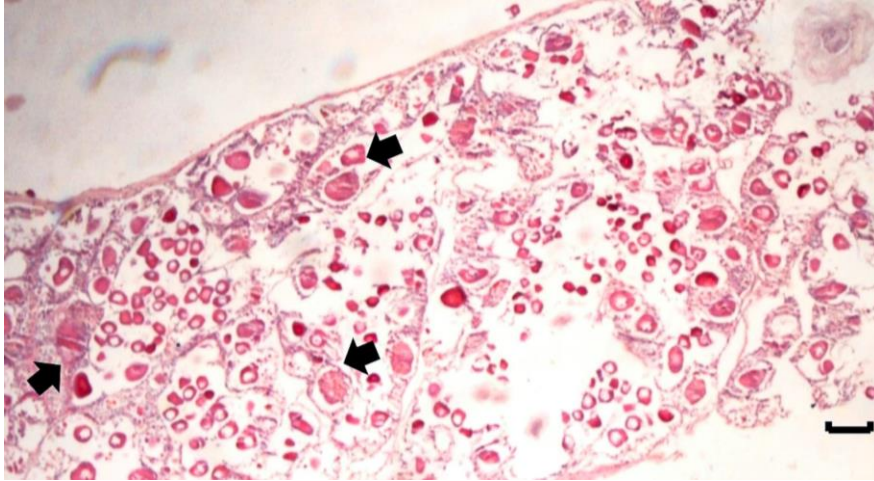


### Plate 2

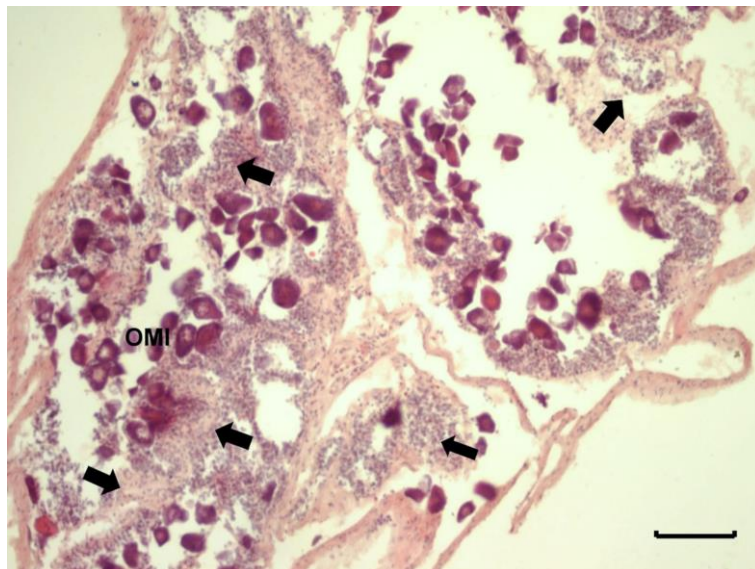
Escala microscópica de madurez gonadal **ZP:** Zona de proliferación. **ZC:** Zona de crecimiento **OP:** Ovocitos primarios. **OS:** Ovocitos secundarios **OPV:** Ovocitos previtelogénicos **OMI:** Ovocitos en madurez inicial **OMA:** Ovocitos en madurez avanzada. **OMT:** Ovocitos en madurez total.

**A.** Ovario inmaduro. **Flecha:** Agregados de oogonias (10X) Escala: 100 micras **B.** Madurez inicial. **Flecha:** Ovocitos vitelogénicos. (10x) Escala: 100 micras **C.** Madurez avanzada. (10x) Bar: 100 micras. **Flecha:** células foliculares. (10x) Escala:100 micras **D.** Madurez total. **Flecha:** vesículas de vitelo incoloras. (10x) Escala: 100 micras **E y F.** Ovario en estadio puesta parcial. **Flecha:** Ovocitos atrésicos. (10x) Escala: 100 micras

A



B



### Plate 3

Cortes transversales de ovarios en estadio postdesove con movilización de las crestas ováricas y restos de vitelo en reabsorción. **OMI:** Ovocitos en madurez inicial

**A. Flechas:** Ovocitos atresicos. (4x) Escala: 10 micras **B. Flechas:** Reabsorción de elementos residuales. (10x) Escala: 100 micras

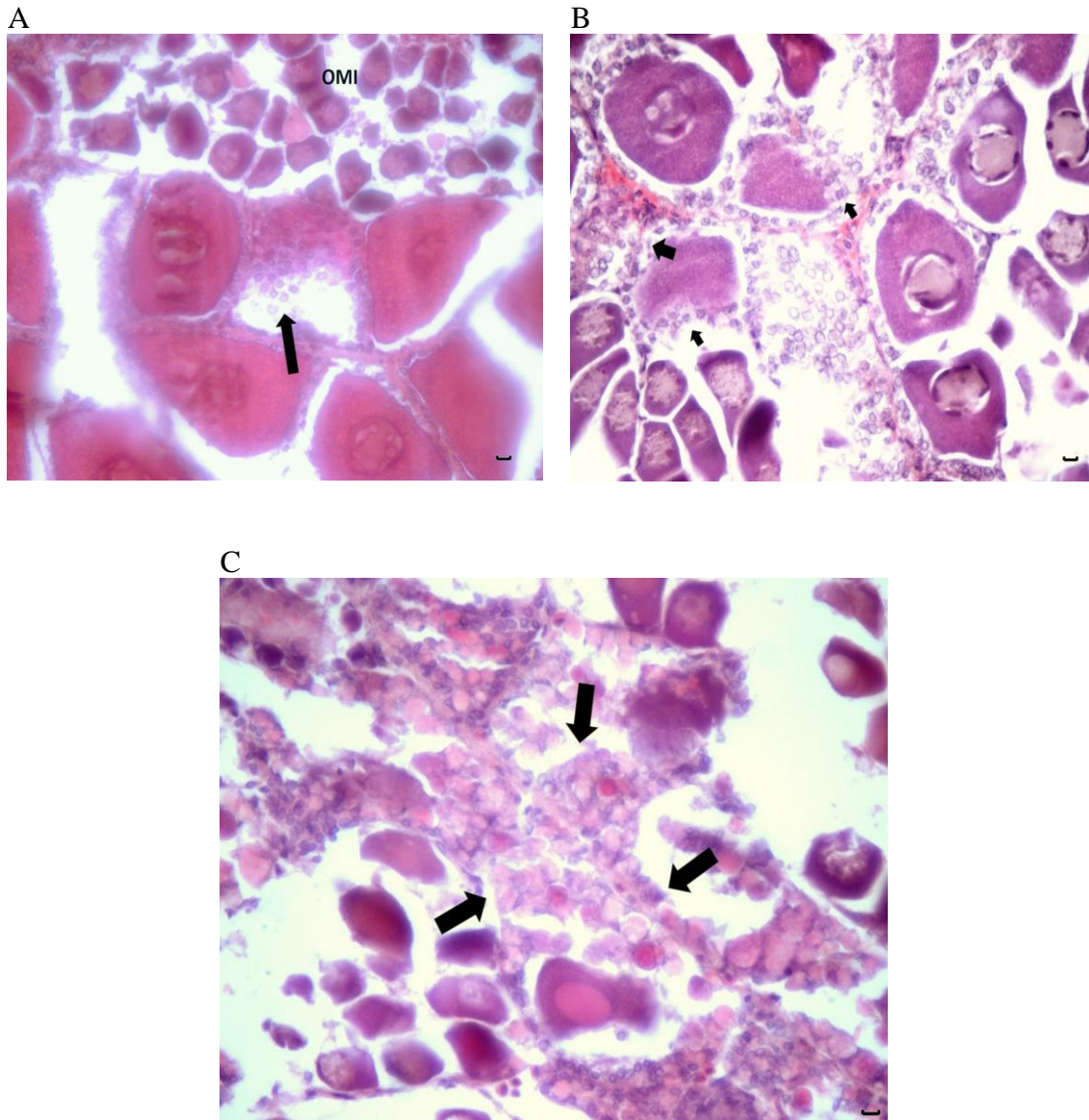
- ATRESIAS: Durante todo el periodo de estudio (enero 2017 – noviembre 2018) se observaron y describieron distintos grados de atresia gonadal en los diferentes estadios de vitelogénesis. Se llama atresia al proceso de reabsorción ovocitaria con invasión del ovocito por las células foliculares (Plate 4, A y B), englobe del vitelo por las células foliculares generando una imagen de estas con aspecto vacuolado dando origen a formaciones vesiculosas (Plate 4, C) y presencia de elementos foliculares dispersos entre las células germinativas.

La atresia gonadal se clasifico en I, II y III según el porcentaje que esta ocupaba en la sección histológica.

- Atresia I: en la sección histológica el porcentaje de atresia era menor al 20%.

- Atresia II: el porcentaje de atresia estaba entre el 20 y el 50% (Plate 5, A y B).

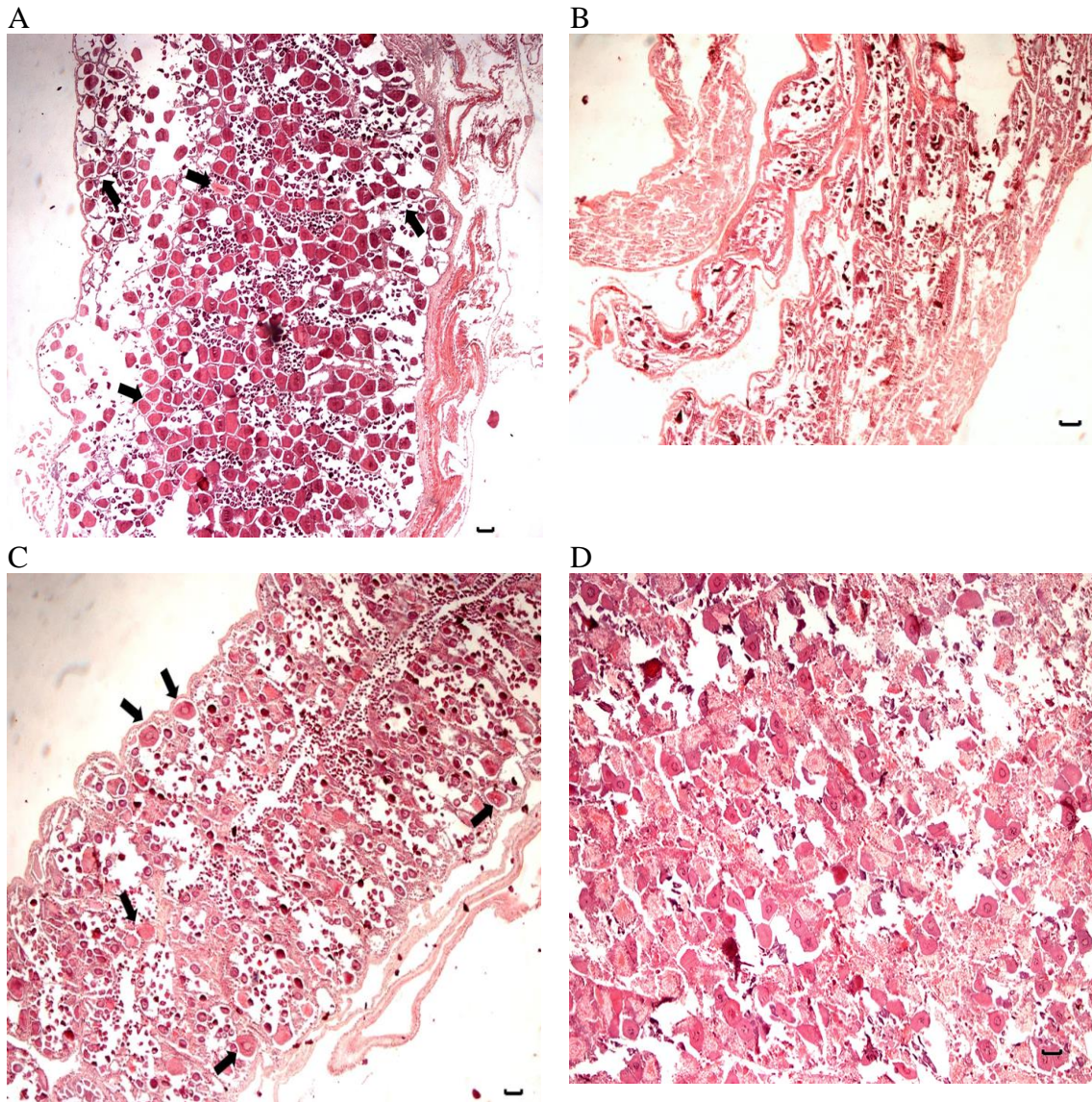
-Atresia III: el porcentaje de la sección histológica con ovocitos en atresia es superior al 50% (Plate 5, C). En este grupo también se incluyó la atresia generalizada en la cual se observa todo el tejido ovárico en la fase de englobe del vitelo con un alto porcentaje de formaciones vesiculosas (Plate 5, D).



**Plate 4.**

**OMI:** Ovocitos en madurez inicial

**A.** Invasión del ovocito por las células foliculares. **Flecha:** Células foliculares fagocitando ovocitos (40x) Escala: 10 micras **B.** Invasión del ovocito por las células foliculares. **Flechas:** Células foliculares fagocitando ovocitos en estadios de madurez inicial(40x) Escala: 10 micras **C.** Englobe del vitelo por las células foliculares. **Flechas:** Formaciones vesiculosas. (40x) Escala: 10 micras

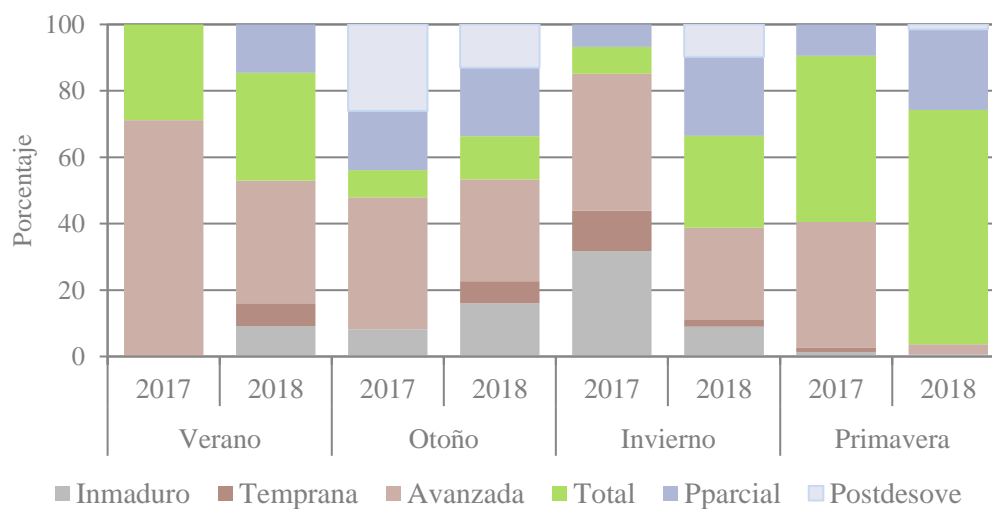


### Plate 5

**A y B.** Grado II de atresia (entre el 20% y el 50% del corte histológico en atresia). **Flechas:** Ovocitos en procesos atrésicos. (4x) Escala: 100 micras **C.** Grado III de atresia (más del 50% del corte histológico en atresia). **Flechas:** Reabsorción de ovocitos en madurez avanzada. (4x) Escala: 100 micras **D.** Atresia generalizada (más del 50% del corte histológico en atresia) (4x) Escala: 100 micras

#### 4.3.2 Evolución temporal de los estadios de desarrollo gonadal

Durante todo el período de estudio se observaron hembras con ovarios en distintos estadios de vitelogénesis (madurez temprana, avanzada y total). Los mayores porcentajes de ovarios en vitelogénesis se observaron en ambos años en verano y primavera, siendo los porcentajes superiores en 2017 respecto a 2018 (Fig. 9). Los mayores porcentajes de ovarios en maduración avanzada se registraron en verano de 2017 (71%), mientras que los más altos valores de los estadios de madurez total y puesta parcial se observaron en primavera del 2018 (71% y 24% respectivamente). La proporción de hembras en estadio de maduración total, en ambos años fue superior en verano y primavera respecto a las otras estaciones. La participación porcentual de los individuos con ovarios en estadio de puesta parcial se observó durante otoño y primavera de 2017, y durante todas las estaciones de 2018. Los ejemplares con ovarios en estadio de postdesove fueron encontrados en otoño, invierno y primavera en muy baja proporción. Los mayores porcentajes de este estadio se observaron durante el invierno y primavera del 2018 (23% y 24% respectivamente) No se observaron individuos en reposo gonadal.



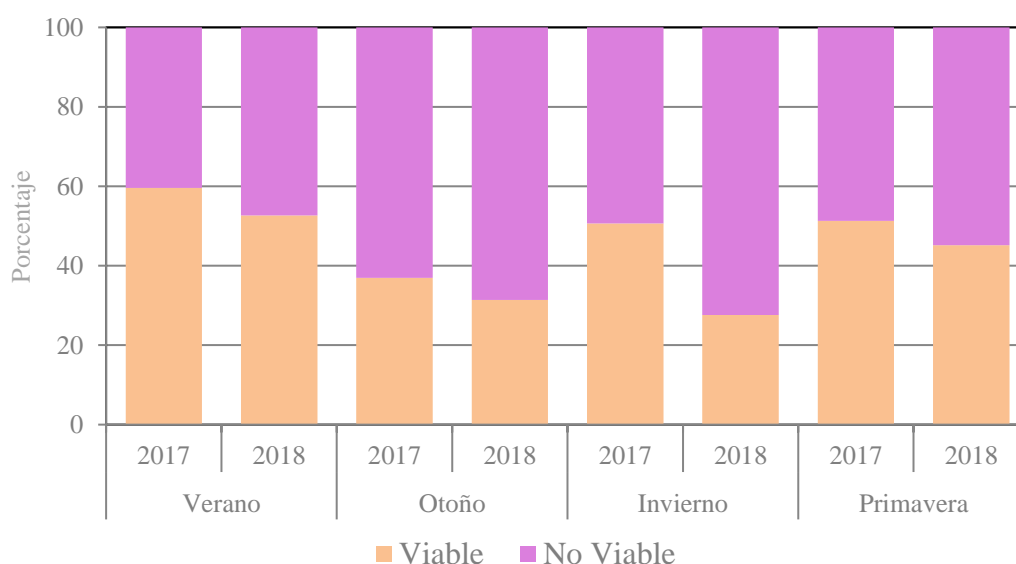
**Figura 9.** Evolución temporal de los estadios de madurez gonadal según observación microscópica.

#### 4.3.3 Evolución temporal de los diferentes grados de atresias y viabilidad de los ovarios

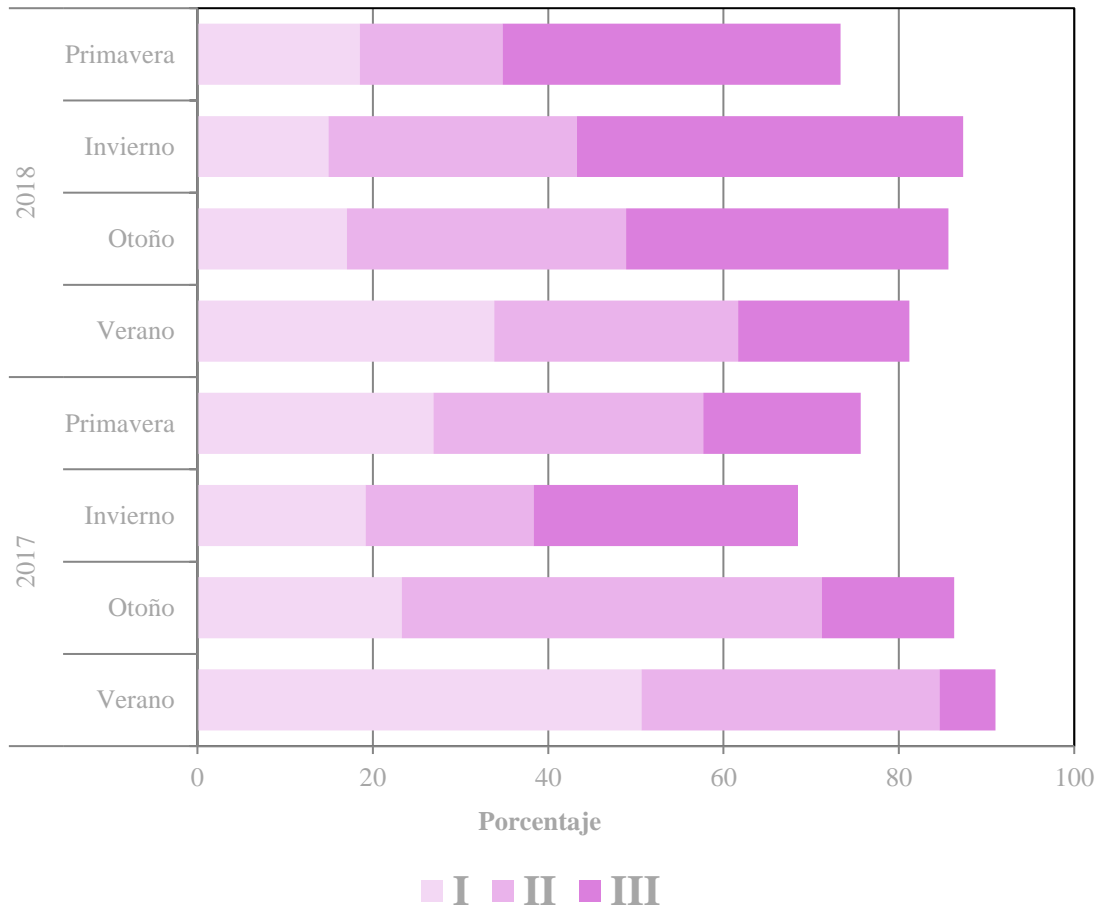
Se definió un criterio para determinar la viabilidad de los ovarios estudiados en la que los ovarios que presentaban atresia II y III no mantienen el potencial reproductivo y los ovarios sin atresias y aquellos con atresia I se consideran viables.

El mayor porcentaje de ovarios viables se observó en 2017. En general en ambos años la viabilidad fue mayor en verano y se ubicó entre el 50% y 60% mientras que, en las restantes estaciones, entre 30% y 50%. En el periodo 2017 el mayor porcentaje de ovarios inviables se encontró en los meses de otoño (63%) y en el 2018 en invierno (72%) (Fig. 10)

Las atresias (I, II y III) se observaron en ambos años durante todo el periodo de estudio y en mayor proporción en 2018. Los porcentajes de atresia II en general fueron superiores en 2017 respecto 2018, mientras que los porcentajes de atresia III se observaron superiores en todas las estaciones de 2018 respecto a 2017 siendo la estación de verano la que tuvo el menor valor en ambos años (Fig. 11).



**Figura 10.** Evolución temporal de la viabilidad de los ovarios en base a los porcentajes de atresia hallados, *Pleoticus muelleri*. **A:** 2017. **B:** 2018.



**Figura 11.** Evolución estacional de las atresia, *Pleoticus muelleri*.



#### 4.3.4 Evolución temporal de los índices gonadales

Para la utilización del índice gonadal (IG) como indicador del estado de desarrollo gonadal, es una condición que se mantenga la misma proporción peso total: peso gonadal, independientemente de la talla. Durante todo el periodo de estudio no se observaron correlaciones entre la longitud de caparazón (LC) y el peso total (PT) con el índice gonadal.

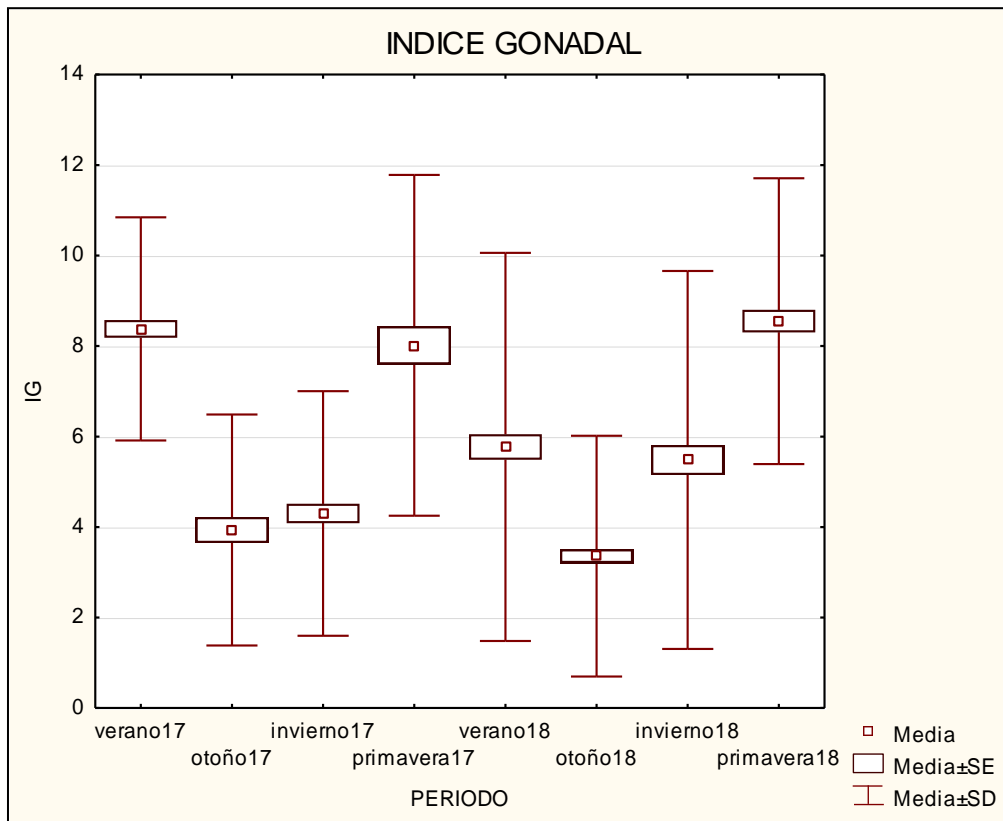
**Tabla 1.** Matriz de correlación entre la longitud de caparazón (LC) y el peso total (PT) con el índice gonadal (IG) para las hembras de *Pleoticus muelleri* provenientes del Golfo San Matías, durante los años 2017 y 2018. En rojo, coeficientes estadísticamente significativos ( $P < 0,01$ ).

---

	2017			2018		
	LC	PT	IG	LC	PT	IG
LC	1,000	<b>0,925</b>	-0,133	1,000	<b>0,918</b>	0,077
PT	<b>0,925</b>	1,000	-0,103	<b>0,918</b>	1,000	0,132
IG	-0,133	-0,103	1,000	0,077	0,132	1,000

---

Los resultados del test de Kruskal-Wallis arrojaron que existen diferencias significativas de los valores medios del IG entre estaciones ( $p = 0,000$ ) ( $P < 0,05$ ). Los máximos valores del IG se observaron en los meses de verano y primavera del año 2017 y en primavera del año 2018 (8,4; 8,0 y 8,5 respectivamente). (Fig. 12).



**Figura 12.** Evolución temporal del índice gonadal, *Pleoticus muelleri*, año 2017 y 2018. SE: Error estándar. SD: Desviación estándar

## 5 DISCUSION

---

El langostino *Pleoticus muelleri* pertenece a la superfamilia Penaeoidea, familia Solenoceridae (Bowman y Abele, 1982) y por lo tanto comparte diversas características con otras especies de camarones penaeoideos. Una de ellas, que distingue a este grupo de crustáceos decápodos, es la corta duración de su ciclo de vida y su presencia en cantidades notables en la pesquería durante un periodo generalmente superior al año (FAO,2012). Desde hace unos años este recurso es el más importante del Mar Argentino representando aproximadamente el 61% del total de los productos pesqueros exportados anualmente (de la Garza y Moriondo Danovaro, 2021). Entre las medidas de manejo para la gestión de la pesquería, se destaca la aplicación de vedas con límites móviles dinámicos, las cuales varían según la abundancia y talla de los langostinos y la participación porcentual de hembras maduras sexualmente en las capturas del área (de la Garza y Moriondo Danovaro, op cit.). De aquí la importancia del conocimiento del patrón reproductivo de la especie en toda su área de distribución, objetivo de la presente tesina en el área norte del Golfo San Matías.

Para la utilización del proceso reproductivo como herramienta de gestión de este recurso pesquero, es fundamental contar con la posibilidad de estudiar el desarrollo espacio temporal del proceso de vitelogénesis, es decir la madurez de los ovarios de las hembras a lo largo del tiempo (Castilho *et al*, 2007). La actividad reproductiva de los camarones penaeoideos estaría determinada según lo señalado por Powers y Bliss (1983) para crustáceos acuáticos, por distintos factores tales como la disponibilidad de alimento en el medio tanto en cantidad como en calidad, la temperatura del agua y el fotoperiodo. Todos estos factores exógenos inciden en el crecimiento y en la maduración ovárica, así como en el comienzo del desove.

Castilho *et al*. (2007 a, b) señalan para camarones penaeoideos que existen diferencias espacio temporales en los procesos reproductivos según las condiciones

ambientales variables en cada latitud geográfica. Varios autores han sugerido un paradigma de tendencias latitudinales en la dinámica poblacional de estos camarones (Bauer, 1992; Bauer y Rivera Vega, 1992; Boschi, 1997; Gavio y Boschi, 2004; Costa y Fransozo, 2004; Costa *et al.*, 2005). Este paradigma contempla que existe una relación entre el largo del cefalotórax y el aumento de la latitud. A la vez, el mismo sostiene que los eventos reproductivos pueden darse de forma continua en la zona de los trópicos y estacional en las latitudes superiores. Tal es el caso del camarón *Fenneropenaeus merguensis*, de la costa oeste del Océano Pacífico que exhibe un patrón bimodal (otoño y primavera) en zonas templadas mientras que en zonas tropicales del Sur de China posee un patrón unimodal (Díaz *et al.* 2001). La misma especie, en el Golfo de Carpentaria, Australia (Rothlisberg *et al.* 1985) también posee dos picos temporales de desove, siendo uno de ellos de menor intensidad.

En cuanto a los penaeoideos de las costas del atlántico occidental, *Xiphopenaeus kroyeries*, de litoral de Brasil, presenta tanto en la zona de Bahía Fortaleza (23° 29'S) (Almeida *et al.* 2012) como de Santa Catarina (26° 15' S) un patrón reproductivo continuo, pero con diferentes intensidades a lo largo del año; en Bahía Fortaleza los picos se producen en primavera y verano, mientras que, en la segunda zona citada, en verano y otoño (Grabowski *et al.* 2016). Otra especie del grupo, *Sicyonia dorsalis* presente en la latitud 23°S en áreas costeras de Brasil también expone la relación entre la latitud y el patrón de reproducción continuo de zonas tropicales. Según Castilho *et al* (2008b) la disponibilidad de alimento para las larvas de protozoas y mysis pueden ser un factor selectivo que da forma al patrón de reproducción estacional de las especies de peneidos de la costa de Brasil.

La especie del presente estudio, *Pleoticus muelleri* tiene un rango amplio de distribución, desde Río de Janeiro (Brasil) hasta Santa Cruz (Argentina) (Boschi 1989)

y presenta diferencias espacio temporales en las tallas y en el proceso reproductivo según las condiciones ambientales variables en cada latitud geográfica (Boschi, 1997; Castilho *et al.* 2007 a, b; Fernández *et al.* 2012), tal como fue señalado en el párrafo *up supra*. Existe un clásico paradigma de presión latitudinal que contempla la existencia de una relación entre el largo del cefalotórax y el aumento de la latitud; Boschi (1997), Fernández *et al.* (2003, 2018) y Castilho *et al.* (2007a, b) señalan para la especie un aumento en la longitud del caparazón, así como en la talla de primera madurez sexual de las hembras a medida que aumenta la latitud. En Brasil (23°30'S- 23°48'S) la longitud media es de aproximadamente 16 mm de largo de caparazón para las hembras (Castilho *et al.* 2008) mientras que, en la zona de Mar del Plata, provincia de Buenos Aires (38° 00' S) es de 21 mm de largo de caparazón (Díaz *et al.* 2003). La talla de primera madurez en estas regiones es 11,1 mm y 18,7 mm de largo de caparazón, respectivamente (Castilho *et al.* 2008; Fernández *et al.* 2017). Sin embargo Sancinetti (2019) menciona que la regla del patrón latitudinal no se aplicaría en regiones influenciadas por fenómenos de surgencia ya que, en la costa norte del estado de Río de Janeiro, Brasil (22°S), zona afectada por dicho fenómeno, la talla media para las hembras fue de 45 mm de largo de caparazón, superior a las tallas medias de latitudes más altas.

En el sector patagónico (41° – 47°S) la estructura de tallas es muy heterogénea latitudinalmente. Las tallas mayores (talla media de 52,16mm y 53,15mm de largo de cefalotórax para hembras maduras e impregnadas, respectivamente) se observaron en hembras de aguas de la plataforma media entre las latitudes 41°-42°S (Fernández *et al.* 2018). Según Fernández *et al.* (2012, 2017) la talla de primera madurez sexual de las hembras del sector patagónico es 31 mm de largo de caparazón.

En el Golfo San Matías, la talla media para hembras en reproducción durante nuestro período de estudio se observó semejante a las registradas por Fernández *et al* (2018) al norte de 42°S; y desde el punto de vista estacional las mayores tallas se registraron en los meses fríos. El antecedente para la media de longitud de largo de cefalotórax en hembras del sector norte del Golfo San Matías fue mencionado por Sepúlveda (2018) y corresponde a 49,26 mm para la totalidad de las hembras. Según el autor, la ausencia de tallas menores a 33mm de largo de cefalotórax en la zona podría relacionarse con una posible distribución de los individuos juveniles de langostinos hacia la zona sur del golfo.

El proceso reproductivo de *Pleoticus* en las costas de Brasil mayormente es de periodicidad continua, con presencia de individuos juveniles y hembras reproductivas durante todo el año, aunque existe evidencia de una actividad reproductiva más intensa en verano y primavera respecto a otras estaciones (Castilho *et al*, 2008a).

En el Mar Argentino existen trabajos que describen la actividad reproductiva de esta especie y las diferencias latitudinales en ciertos parámetros poblacionales. Diaz (2001) realizó una descripción de *P. muelleri* en la población de Mar del Plata y halló fluctuaciones anuales muy notorias en cuanto a numerosidad y en cuanto a la actividad reproductora para esta región, la cual se inicia en la primavera y se extiende hasta el otoño, con el máximo de hembras impregnadas en verano. Iorio *et al.* (1996), postula para el langostino de la costa de Bahía Blanca al igual que para la población del litoral de Mar del Plata, un periodo reproductivo pronunciado desde noviembre a abril.

En el caso del langostino del sector patagónico la actividad reproductiva se desarrolla principalmente entre los meses de primavera-verano. (Fernández *et al.* 2012; de la Garza *et al.* 2017). En la zona del Golfo San Jorge la reproducción comienza en primavera, los primeros ovarios en estadios de maduración inicial se visibilizan desde el

mes de agosto. Para la zona norte del golfo el desove comienza en octubre, mientras que, en el sur, en noviembre-diciembre; y en ambos casos finaliza la puesta a principios de otoño (Fernández *et al.* 2012)

En el litoral de la provincia de Chubut entre 43°-45°S el inicio del desove es en octubre extendiéndose el proceso reproductivo hasta marzo (Fernández *et al.* op cit) y hasta el mes de abril en áreas próximas a Rawson(43°30´S) (Moriondo Danovaro *et al.* 2013, Fernández y Macchi 2016).

Según los resultados encontrados en este trabajo, las hembras macroscópicamente maduras de la zona norte del Golfo San Matías coinciden temporalmente con lo señalado por Petter *et al* (2018) para la misma área de estudio; la citada autora describió la presencia de hembras maduras y hembras próximas a desovar en todos los meses del año con mayores porcentajes de hembras en estadio de impregnación de noviembre a febrero. El ciclo de madurez ovárica de hembras adultas de langostino conforme a lo observado comprende un estadio más, respecto a lo descrito por Macchi *et al.* (1992): el estadio de puesta parcial. Los ovarios en este estadio corresponden a hembras que tuvieron un desove y a la vez presentan la presencia simultánea de ovocitos en distintos estadios de madurez que mantienen la aparente potencialidad reproductiva. Dicho estadio también se caracterizó por la presencia de ovocitos atravesando procesos atresicos pero en bajo porcentaje siendo mayoría aquellos ovocitos en maduración.

En la zona de Mar del Plata, Díaz *et al.* (2003) encuentra que el desarrollo ovárico se corresponde con los 5 estadios descritos por Macchi *et al* (1992). En la zona de Bahía Blanca también se describen los 5 estadios señalados anteriormente (Macchi *op cit*); sin embargo, Iorio *et al* (1996) al estudiar las migraciones reproductivas de la especie en el área, detalla un estadio llamado desove y recuperación, que tiene las

mismas características del estadio puesta parcial aquí descripto. Para las concentraciones de hembras en reproducción del sector patagónico, Fernández *et al* (2019) ha descripto un estadio posterior al post desove, el estadio reposo que se integra a los 5 estadios descriptos por Macchi *et al* (op cit). Este estadio se corresponde con hembras adultas inmaduras, con ovario laxo y ovocitos en crecimiento primario. En este estudio, no se registraron individuos con estas características durante todo el periodo muestreado.

El langostino de la zona norte del Golfo San Matías presentaría un desove continuo durante todo el año con un pico en primavera y otro en verano, en concordancia con la mayor participación porcentual de ovarios en maduración total correspondientes a hembras próximas a desovar, como así también con los valores más altos de índice gonadal respecto a lo observado para otoño e invierno. Además, como ya se mencionó anteriormente los ovarios presentan características de por lo menos más de un desove y posiblemente la capacidad de recuperación en todas las estaciones del año de darse las condiciones ambientales adecuadas. Este tipo de patrón es descripto para la especie en las zonas de Brasil donde la temperatura del agua se mantiene cálida en la mayor parte del año y por la tanto la vitelogénesis es continua (Casthilo *et al.* 2008). Los citados autores señalan para primavera y verano temperaturas que oscilan entre 17°C y 28°C. Sin embargo, es importante mencionar que en las costas del sureste de Brasil existe una intrusión de la corriente de agua central del atlántico sur (SACW por sus siglas en inglés) a finales de la primavera y en verano que trae consigo un descenso en las temperaturas con valores menores a 20°C, situación que coincide con los valores más altos de abundancia de la especie en esa área. Además, Casthilo *et al* (op. cit) señalan que existen otras características oceanográficas (como los movimientos de las distintas masas de agua relacionados con la disponibilidad de alimento para las larvas)



que podrían modular el inicio y el final de la temporada reproductiva. Cabe señalar que los valores de temperatura registrados en la zona norte del Golfo San Matías, por Orrego (2020) son inferiores a los señalados para la zona de Brasil por Casthilo *et al* (op. cit). Orrego (op. Cit) señala que, durante los meses de invierno, las temperaturas en el golfo varían entre los 10°-11 °C, registrándose un mínimo de 7 °C en julio, mientras que, durante los meses de verano, las temperaturas varían entre los 16° y 18 °C, con un pico máximo de 19 °C en febrero.

Las razones del desove continuo y la puesta parcial para *Pleoticus muelleri* del Golfo San Matías son inciertas. Sin embargo, surge la hipótesis de que las variaciones en la temperatura del agua como en la abundancia del fitoplancton en golfo respecto a otras áreas de concentraciones reproductivas de la especie podrían influenciar en el patrón reproductivo del langostino en nuestra área de estudio.

Con respecto a la participación porcentual del estadio postdesove, es notablemente baja en todas las estaciones y los mayores valores se hallaron en los meses de otoño. Posiblemente las hembras con esta condición ovárica se alejen del área para mudar y, por ende, no fueron encontradas en grandes concentraciones en las áreas de pesca, tal como es el caso del langostino de Bahía Blanca al que Iorio *et al* (1996) lo describió como migrante hacia aguas profundas luego de alcanzar una vitelogénesis avanzada para completar el ciclo de madurez y reproducción y posteriormente mudar.

El patrón reproductivo del langostino del Golfo San Matías también se caracteriza por la presencia de atresias, en especial atresias III. La participación porcentual de los procesos atrésicos refleja valores superiores a los registrados por Macchi *et al* (1998) para el langostino del litoral patagónico. Para el Golfo San Jorge, Macchi *et al* (op.cit) describe un aumento de la proporción de hembras con incidencia de procesos atrésicos de enero (2,5%) a marzo (19%) en coincidencia con el fin del

periodo reproductivo a fines de marzo. El citado autor también señala que los ovarios con atresias superiores al 20% como las encontradas en nuestro estudio se corresponden con ovarios no viables respecto a la continuidad del proceso de maduración gonadal. Los procesos atrésicos tan avanzados podrían relacionarse con ciertas situaciones ambientales adversas fundamentalmente, como el descenso de la temperatura en las estaciones frías, ya que no permitiría la evolución de la vitelogénesis y comenzaría la reabsorción, situación que se corresponde con el alto porcentaje de estadios de reversión observados en el presente estudio en los meses de invierno. Posiblemente también otros factores influyen en el normal proceso de vitelogénesis, tales como escasas reservas del hepatopáncreas, disponibilidad de alimento en el medio o situaciones de estrés (Macchi *et al*, 1998)

Altos porcentajes de atresia y el estadio puesta parcial no fueron observados para el langostino del litoral patagónico entre 42°-47°S (Fernández, 2017) pero si señalado para la población de langostino de la zona de Bahía Blanca (Iorio *et al*, 1996, Macchi *et al*, 1998). Igualmente cabe señalar que Fernández *et al* (2018, 2019) observaron hembras de gran tamaño entre 41°S - 42°S con ciertas características en sus ovarios que sugieren una extensión del primer desove o un segundo desove anual.

Una situación similar se registra en los ovarios de los peces donde existe un evento de reabsorción llamada atresia folicular. La atresia folicular es un proceso degenerativo observado en algunos oocitos en cualquier momento de su desarrollo y se relaciona con condiciones degenerativas normales debido a cambios estacionales en la actividad gonadal, afecciones sanitarias, o bien, a condiciones de manejo inadecuadas en peces mantenidos en cultivo (Valdebenito *et al*, 2011).

En nuestro estudio, el mayor porcentaje de ovarios viables se encontró en los meses más cálidos. Macchi *et al* (1998) encuentra que en verano los porcentajes de

viabilidad para el Golfo San Jorge y Rawson son de más del 70%, mientras que en el área norte del Golfo San Matías en ninguna de las estaciones del periodo de estudio (2017-2018) la viabilidad supera el 60%.

Considerando la información provista por numerosos autores acerca de los múltiples factores que influyen en el ciclo reproductivo de los camarones penaeoideos, es de destacar la necesidad de profundizar y ampliar la información sobre las características tanto oceanográficas como biológicas del Golfo San Matías en toda su extensión para contribuir a comprender la dinámica reproductiva de *Pleoticus muelleri* en el área.

## 6 CONCLUSIONES

---

- Existen variaciones estacionales en las tallas de las hembras de langostino *Pleoticus muelleri* siendo los meses más fríos aquellos donde se encuentran los especímenes de mayor tamaño.
- Durante el año 2017 la talla media de cefalotórax fue mayor a la del 2018.
- Se identificó un patrón de desove continuo con presencia de hembras maduras y de hembras próximas a desovar durante todo el año con picos o mayores intensidades en las estaciones de mayor temperatura (primavera-verano).
- Se describió un nuevo estadio de madurez ovárica para *Pleoticus muelleri* que no había sido mencionada hasta el momento para el langostino patagónico. Este nuevo estadio corresponde a una puesta parcial.
- La viabilidad de los individuos en todo el periodo de estudio no supero el 60%
- Las variables ambientales tales como la producción fitoplanctónica y la densidad zooplanctónica, traducida a la disponibilidad de alimento para las larvas, las temperaturas de fondo y el éxito reproductivo deben ser estudiadas para determinar su incidencia en el ciclo de reproducción.

## 7 BIBLIOGRAFÍA

---

- Almeida AC, Fransozo A, Teixeira GM, Hiroki KAN, Furlan M, Bertini G. 2012.** Ecological distribution of the shrimp *Nematopalae monschmitti* (Crustacea: Decapoda: Caridea) in three bays on the south-eastern coast of Brazil. *Afr J Mar Sci* 34: 93–102
- Angelescu V, Boschi EE. 1959.** Estudio biológico pesquero del langostino de Mar del Plata en conexión con la operación Nivel Medio. Servicio de Hidrografía Naval. Buenos Aires. *Publ H* 107: 1-135.
- Baldoni A. 2010.** Clasificación temporal de los datos oceanográficos sobre la Plataforma Continental y Océano Atlántico Sud Occidental. Informe de investigación INIDEP N° 25, Buenos Aires: INIDEP.
- Bauer RT. 1992.** Testing generalizations about latitudinal variation in reproduction and recruitment patterns with sicyoniid and caridean shrimp species. *Invertebrate Reproduction and Development* 22:139\_202.
- Bauer RT, Rivera Vega LW. 1992.** Pattern of reproduction and recruitment in two sicyoniid shrimp species (Decapoda: Penaeoidea) from a tropical seagrass habitat. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 161:223\_40.
- Bate CS. 1888.** Report on the Crustacea *Macrura* collected by the Challenger during the years 1873-76. Report on the Scientific Results of the Voyage of H.M.S.24: ixc, 1942, Plates 1-157.
- Bertuche D, Fishbach C, De la Garza J. 2000.** La fluctuación de la abundancia de langostino en el Golfo San Jorge. Un análisis preliminar de su relación con el manejo pesquero y los cambios del contexto climático global. Informe Técnico Interno 45/00. Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP), Mar del Plata, pp 14.
- Boschi EE. 1989.** Biología pesquera del langostino del litoral patagónico de Argentina (*Pleoticus muelleri*). *Contrib. Inst. Nac. Invest. Desarr. Pesq. (Mar del Plata)*, N° 646: 1-7.
- Boschi EE. 1997.** Las pesquerías de crustáceos decápodos en el litoral de la República Argentina. *Investigaciones Marinas* 25:19\_40.
- Bowman TE, Abele LG. 1982.** Classification of the Recent Crustacea. In: L. G. Abele (ed), *Systematics, the fossil record, and biogeography. The biology of Crustacea*, 1. (New York, Academic Press).
- Castilho AL, Costa RC, Fransozo A, Boschi EE. 2007a.** Reproductive pattern of the South American endemic shrimp *Artemesia longinaris* (Decapoda, Penaeidae), off the coast of Sao Paulo state, Brazil. *Revista de Biología Tropical* 55:39\_48.

- Castilho AL, Gavio MA, Costa RC, Boschi EE, Bauer RT, Fransozo A. 2007b.** Latitudinal variation in population structure and reproduction pattern of the endemic South American shrimp *Artemesia longinaris* (Decapoda: Penaeoidea). *Journal of Crustacean Biology* 27:548\_52.
- Castilho AL, Da Costa RC, Fransozo A, Negreiros-Fransozo ML. 2008a.** Reproduction and recruitment of the South American red shrimp, *Pleoticus muelleri* (Crustacea: Solenoceridae), from the southeastern coast of Brazil, *Marine Biology Research*, 4:5, 361-368.
- Castilho AL, Furlan M, Costa RC, Fransozo V. 2008b.** Reproductive biology of the rock shrimp *Sicyonia dorsalis* (Decapoda:Penaeoidea) from the southeastern coast of Brazil. *Invertebrate Reproduction and Development*, 52:(1–2) 59–68.
- Costa RC, Fransozo A. 2004.** Reproductive biology of the shrimp *Rimapenaeus constrictus* (Decapoda: Penaeidae) in the Ubatuba region of Brazil. *Journal of Crustacean Biology* 24:274\_81.
- Costa RC, Fransozo A, Castilho AL, Freire FAM. 2005.** Annual, seasonal and spatial variation of abundance of the shrimp *Artemesia longinaris* (Decapoda: Penaeoidea) in a southeastern region of Brazil. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 85:107\_12.
- Curtolo L, Ocampo RM, Braicovich P. 2004.** Pesca experimental de langostino (*Pleoticus muelleri*). Informe de las primeras salidas de los buques pesqueros Ana III, - 52 - Siempre San Salvador y Columbus. Informe Técnico Interno IBMyP “Almirante Storni” N° 19/2004, 14 pp.
- de la Garza J, Moriondo Danovaro P, Fernández M, Ravalli C, Souto V y Waessle J. 2017.** An overview of the Argentine red shrimp (*Pleoticus muelleri*, Decapoda, Solenoceridae) fishery in Argentina. Biology, fishing, management and ecological interactions. Mar del Plata: Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero INIDEP, 42 pp.
- de la Garza J. Moriondo Danovaro P. 2021.** Indicadores biológicos-pesqueros para la administración de la pesquería de langostino *Pleoticus muelleri* (Decapoda, Solenoceridae) en la Plataforma Argentina. Inf. Ases INIDEP N°007/2021, 11 pp.
- Díaz AC. 2001.** Estudio sobre la fisiología de la muda y la maduración gonadal del langostino *Pleoticus muelleri* (Bate, 1888). Tesis doctoral. Universidad Nacional de Mar del Plata. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Departamento de Ciencias Marinas.
- FAO. 2012.** El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2012. Roma. 231 págs.
- Fenucci, J. 1988.** Manual para la cría de camarones peneidos. FAO Project Reports, 8. 93 pp.

- Fernández M, de la Garza J, Militelli MI y Cadaveir G. 2018.** Cambios en la dinámica reproductiva del langostino *Pleoticus muelleri* (Crustacea, Decapoda, Solenoceridae) del sector patagónico, Argentina (2011-2017) IV Simposio Iberoamericano de Biología Reproductiva, Reclutamiento y Pesquerías (SIBECORP), Iquique, Chile.
- Fernández M, Hernández D., Macchi G. 2012.** Dinámica reproductiva del langostino *Pleoticus muelleri* (Spence Bate, 1888) (Crustacea, Decapoda, Solenoceridae) del litoral patagónico, Argentina . II Simposio Iberoamericano de Biología Reproductiva, Reclutamiento y Pesquerías (SIBECORP), Mar del Plata, Argentina.
- Fernández M, Iorio MI, Hernández D, Macchi G. 2012.** Studies on the reproductive dynamics of *Pleoticus muelleri* (Spence Bate, 1888) (Crustacea, Decapoda, Solenoceridae) of Patagonia, Argentina. Latin American Journal of Aquatic Research, 40 (3):858-871.
- Fernández M, Macchi G. 2014.** Análisis de la actividad reproductiva del langostino *Pleoticus muelleri* del litoral patagónico. Resultados de las Campañas de Investigación EH-01/12 (Enero 2012) y EH-05/12 (Agosto 2012); y del muestreo de desembarque de langostino en el Puerto de Rawson (2012). Inf. Inv. N° 76/14. INIDEP, 25 pp.
- Fernández M, Macchi G. 2016.** Resultados del relevamiento de la pesca de langostino *Pleoticus muelleri* en los puertos de Rawson (Chubut) y San Antonio Oeste (Río Negro), en febrero de 2015. Análisis de la actividad reproductiva. Inf. Inv. INIDEP N° 034/1 , 16 pp.
- Fernández M, Militelli MI, Brachetta H, Estrada M. 2018.** Resultados del relevamiento de la pesca de langostino *Pleoticus muelleri* en los puertos de Rawson (Chubut) y San Antonio Oeste (Río Negro), verano de 2016 y 2017. Análisis de la actividad reproductiva. Inf. Inv. INIDEP N° 04618, 19 pp.
- Fernández M, Militelli MI, Moriondo P. 2017.** Aspectos reproductivos del langostino *Pleoticus muelleri* (Crustacea, Decapoda, Penaeoidea) de la zona costera de Mar del Plata y adyacencias, Argentina. Primavera 2015 y verano 2016. XXXVII Congreso de Ciencias del Mar, Valparaíso, Chile.
- Fernández M, Militelli MI. 2019.** Relevancia del recurso langostino *Pleoticus muelleri* en la caracterización del Frente de Península Valdés. Proyecto GEF GCP/ARG/025/GFF; MYDS (Argentina) y FAO ductiva. Inf. Inv. INIDEP N° pp.
- Fernández M, Militelli MI, García Penoni M, Estrada M, Brachetta H. 2020.** Análisis de la actividad reproductiva del langostino *Pleoticus muelleri* del sector patagónico. Resultados de las Campañas de Investigación BS-01/18 (marzo) y BS-02/18 (noviembre). Inf. Inv. N° 09/20. INIDEP, 21 pp.

- Gagliardini DA, Rivas AL. 2004.** Environmental Characteristics of San Matías Gulf obtained from Land Sat-TM y ETM+DATA. *Gayana (Concepción)*, 68 (2, Supl. TIProc), 186-193.
- Gavio MA, Boschi EE. 2004.** Biology of the shrimp *Artemesia longinaris* Bate, 1888 (Crustacea: Decapoda: Penaeidae) from Mar del Plata coast, Argentina. *Nauplius* 12, 83–94.
- Grabowski RC, Negreiros Fransozo ML, Castilho AL. 2016.** Ecología reproductiva del camarón *Xiphomenaeus kroyeri* (Heller, 1862) en una zona costera del sur de Brasil. *Revista China de Oceanología y limnología* 34 (1), 125-135.
- Iorio MI, Macchi G, Fischbach KE, Christiansen HE. 1996.** Estudios sobre la dinámica reproductiva del langostino *Pleoticus muelleri* en el área de Bahía Blanca (Provincia de Buenos Aires, República Argentina). *Frente Marítimo* 16: 111-118.
- King JE. 1948.** A study on the reproductive organs of the common marine shrimp *Penaeus setiferus* (Linnaeus). *Biol. Bull*, 94(3): 244-262.
- Lucas AJ, Guerrero RA, Mianzan MW, Acha EM, Lasta Ca, 2005.** Coastal oceanographic regimes of the Northern Argentine continental shelf (34-43°S). *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 65, 405-420.
- Macchi G, Iorio MI, Aubone A. 1998.** Estimación de la fecundidad del langostino argentino *Pleoticus muelleri* Bate 1888 de Patagonia (sur de Argentina). *Bio. Inst. Esp. Oceanogr.* 14 (1 y 2): 19-29.
- Macchi G, Iorio MI, Christiansen HE. 1992.** Aspectos del desove y fecundidad del langostino *Pleoticus muelleri* (Bate, 1888) (Crustacea, Decapoda, Solenoceridae). *Reo.Biol. Mar.* 27 (1): 43-58. Valparaíso, Chile.
- Ministerio de agricultura ganadería y pesca.** Desembarques por especie y puerto del año 2017.  
[https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/pesca\\_maritima/desembarques/lectura.php?imp=1&tabla=especie\\_puerto\\_2017](https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/pesca_maritima/desembarques/lectura.php?imp=1&tabla=especie_puerto_2017)
- Narvarte M, Firstater F, Ocampo MR, Osovnikar FP, González R. 2013.** Resultados preliminares del monitoreo de las actividades de pesca comercial y experimental de langostino *Pleoticus muelleri* en el Golfo San Matías. Informe Técnico N° 07/2013, pp 13.
- Moriondo Danovaro P, Spanjersberg G., Fischbach C. 2013.** Langostino costero del área de Rawson, año 2012. Resumen anual de la información biológico-pesquera. *Inf. Ases. Transf. INIDEP* N° 14/2013, 11 pp.
- Piola AR, Scasso LM, 1988.** Circulacion en el Gollfo San Matías, *Geoacta* 15 (1), 33-51



- Petter C, Sepúlveda L, Giménez L, Fernández-Cartes, VH, Kroeck M. 2015.** Descripción de la pesquería de langostino (*Pleoticus muelleri*) en el Golfo San Matías. I. Características biológico- pesquera de la especie durante las temporadas 2016-2017 y 2017-2018. Informe Técnico 10 / 2018. CIMAS. 25 pp.
- Piola AR, Scasso, LM, 1988. Circulación
- Powers L, Bliss D. 1983.** Terrestrial Adaptations. In: The Biology of Crustacea, Vol. 8 (Ed.: F.J. Vernberg and W. B. Vernberg), pp 335-359. Academic Press, New York, U.S.A.
- Rivas AL, Beier EJ, 1990.** Temperature and salinity fields in the nortpatagonic gulfs. Oceanologica. Acta 13, 15-20.
- Rothlisberg PC, Staples DJ, Crocos PJ. 1985.** A review of the life history of the banana prawn, *Penaeus merguensis*, in the Gulf of Carpentaria. In: P.C. Rothlisberg, B.J. Hill and D.J. Staples (eds.), 2nd Australian National Prawn Seminar. Cleveland, pp. 125–136.
- Sancinetti GS, Castilho AL, Wolf MR, Costa RC, Azevedo A, Fransozo A. 2019.** Population dynamics of shrimp *Pleoticus muelleri* in an upwelling region and new implications for latitudinal gradient theories. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom 1–9. <https://doi.org/10.1017/S002531541900081X>
- Sepúlveda L. 2018.** Distribución y caracterización de la fauna acompañante en la pesquería del langostino *Pleoticus muelleri* (Bate 1888) del golfo San Matías, Rio Negro, Argentina. Tesis de grado. Universidad Nacional del Comahue. Escuela Superior de Ciencias Marinas.
- Orrego ME. 2019.** Descripción del ciclo reproductivo de *Glycymeris longior* (Sowerby, 1832) y su relación con parámetros ambientales, dentro del Golfo San Matías. (Rio Negro, argentina). Tesis de grado. Universidad Nacional del Comahue. Escuela Superior de Ciencias Marinas.
- Valdebenito I, Paiva L, Berland M. 2011.** Atresia folicular en peces teleósteos: una revisión.
- Zar J. 1996.** Biostatistical Analysis. Prentice Hall, Nueva Jersey, 662 pp. is. Prentice Hall, Nueva Jersey, 662 pp.