



UNIVERSIDAD
DE LA REPÚBLICA
URUGUAY



Facultad de Veterinaria
Universidad de la República
Uruguay

**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE VETERINARIA**

**CARACTERIZACIÓN HISTOLÓGICA DE LOS ESTADÍOS DE DESARROLLO
GONADAL EN HEMBRAS DE CAMARON ROSADO “*PENAEUS PAULENSIS*” EN LA
LAGUNA DE ROCHA**

“por”

**Eugenia RIAL MARTÍNEZ
Virginia GONZALEZ FALLINI**

TESIS DE GRADO presentada como uno de los requisitos para obtener el título de Doctor en Ciencias Veterinarias. Orientación: Higiene, Inspección-Control y Tecnología de los Alimentos.
MODALIDAD: Ensayo Experimental

**MONTEVIDEO
URUGUAY
2020**

PÁGINA DE APROBACIÓN

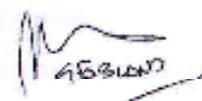
Tesis de grado aprobada por:

Presidente de mesa:



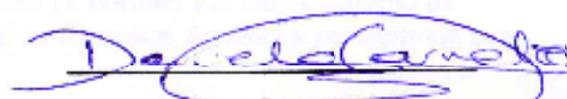
Daniel Carnevia

Segundo miembro (tutor y cotutores):



Graciela Fabiano

Tercer miembro:

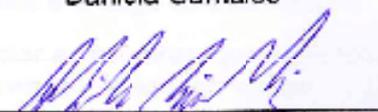


Daniela Carnales

Fecha:

18 de diciembre de 2020

Autores:



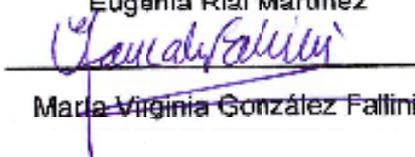
Alejandro Bielli



Santiago Díaz



Eugenia Rial Martínez



María Virginia González Fallini

AGRADECIMIENTOS:

A nuestra tutora Graciela Fabiano, por su dedicación, pasión y sabiduría, quien nos impulsó a realizar este trabajo.

A nuestra co-tutora Daniela Carnales, quien con su actitud positiva nos incursionó en el mundo de la investigación, nos brindó su conocimiento e insumos necesarios en la parte práctica.

A nuestro co-tutor Alejandro Bielli, quien fue un pilar fundamental en el área histológica y estadística, y estuvo siempre dispuesto a evacuar nuestras dudas.

A la Facultad de Veterinaria y a todos los profesores por formarnos como profesionales en esta carrera maravillosa.

A los pescadores de la laguna de Rocha, quienes nos proporcionaron el material de estudio.

Al Instituto de Investigaciones Pesqueras Dr. Victor H. Bertullo y al Departamento de Morfología y Desarrollo y a la Dirección Nacional de Recursos Acuáticos por abrirnos sus puertas para realizar el trabajo experimental.

A los innumerables compañeros que estuvieron presentes a lo largo de este desafío.

A nuestras familias y amigos que nunca dejaron de confiar en nosotras, que supieron ser pacientes y nos dieron su apoyo incondicional en los buenos y malos momentos.

Y por último queremos agradecerles a nuestras mascotas, quienes fueron y serán nuestra fuente de inspiración.

TABLA DE CONTENIDOS

	Página
PAGINA DE APROBACIÓN	2
AGRADECIMIENTOS.....	3
LISTA DE CUADROS Y FIGURAS	6
RESUMEN.....	7
SUMMARY	8
1.INTRODUCCIÓN.....	9
2.REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	10
2.1 Distribución geográfica	10
2.2 Disponibilidad del recurso pesquero en Uruguay	11
2.3 Características de las lagunas salobres de Uruguay.....	12
2.4 Laguna de Rocha.....	13
2.5 Aspectos de la biología reproductiva de <i>Penaeus paulensis</i>	14
2.5.1 Ubicación taxonómica de la especie	14
2.5.2 Ciclo vital y reproductivo	15
2.5.3 Dimorfismo sexual.....	16
2.5.4 Aparato reproductor de la hembra	16
2.5.5 Ovario y ovogénesis.....	17
2.6 Maduración gonadal en hembras.....	18
3.HIPÓTESIS	20
4.OBJETIVOS	21
4.1 Objetivo general.....	21
4.2 Objetivos específicos	21
5.MATERIALES Y MÉTODOS	22
5.1 Localización y período experimental.....	22
5.2 Obtención de muestras biológicas	22
5.3 Fijación de tejidos	22
5.4 Procesamiento histológico	23
5.5 Análisis de láminas	2
3	
5.6 Análisis estadístico	24
6.RESULTADOS	25
6.1 Caracterización macroscópica de las hembras analizadas	25
6.2 Pesos y tallas de las hembras con proceso histológico	25
6.3 Análisis de láminas histológicas.....	26
6.3.1 Descripción general de las gónadas.....	26
6.3.2 Variables morfométricas estudiadas.....	27

6.4 Análisis estadístico de datos.....	28
6.4.1 Estadística descriptiva de las variables considerando todos los ejemplares como un único grupo	28
6.4.2 Análisis de correlaciones entre las variables	29
6.4.3 Comparación entre grupos de ejemplares	30
6.4.3.1 Ejemplar 10 contra el resto.....	30
6.4.3.2 Los 4 ejemplares más pesados contra el resto.....	31
6.4.4 Análisis de regresión.....	31
7.DISCUSIÓN.....	32
8.CONCLUSIONES.....	34
9.BIBLIOGRAFÍA.....	35

LISTA DE CUADROS Y FIGURAS

	Página
Figura 1. Volúmenes totales desembarcados de <i>Penaeus paulensis</i> en las lagunas costeras salobres de Uruguay (período 1989-2018)	11
Figura 2. Lagunas costeras salobres en el este de Uruguay.....	12
Figura 3. Laguna de Rocha	14
Figura 4. Ejemplar hembra de <i>Penaeus paulensis</i>	15
Figura 5. Sistema reproductor de hembras de camarones peneidos	17
Figura 6. Secciones histológicas de las etapas de maduración gonadal de <i>Penaeus paulensis</i>	19
Figura 7. Disección de gónada con su distribución lobular.....	25
Figura 8. Sección de lóbulo ovárico.....	27
Figura 9. Gráficos de correlación entre el peso y las diferentes variables estudiadas: Largo del cefalotórax, altura del epitelio folicular, área, perímetro, diámetro menor y diámetro mayor.....	30
Tabla 1. Peso y largo del cefalotórax de las hembras procesadas histológicamente.....	26
Tabla 2. Diámetro de ovocitos, perímetro, área y altura de epitelio folicular para cada ejemplar con su correspondiente peso y largo de cefalotórax.....	28
Tabla 3. Estadística descriptiva de las variables ovocitarias y corporales considerando todos los ejemplares como un único grupo	28
Tabla 4. Análisis de correlaciones entre las variables ovocitarias y corporales en los ejemplares analizados considerando todos los ejemplares como un único grupo	29
Tabla 5: Análisis de regresión	31

RESUMEN

El camarón rosado *Penaeus paulensis* es un recurso pesquero de importancia socio-económica a nivel nacional y regional. A pesar de ello, se han descrito pocos estudios acerca de la biología reproductiva en poblaciones silvestres. El objetivo del presente trabajo fue determinar en qué estadios de maduración gonadal se encuentran las hembras de *P. paulensis* en la laguna de Rocha. El trabajo experimental se realizó en la laguna de Rocha en el período comprendido entre marzo y abril del año 2018. Se colectaron 128 hembras de *P. paulensis* provenientes de pesca artesanal, se observó la coloración de gónadas a través del exoesqueleto y se obtuvieron las variables tallas (Longitud de cefalotórax LCT medio mm=57,6 mm) y pesos (Peso medio g=35,8g). Se seleccionaron 9 individuos, cuyos pesos y tallas promedios fueron respectivamente $31,5 \pm 2,2$ g y $55,3 \pm 1,6$ mm, y luego fueron procesadas para su análisis histológico. Se utilizó el fijador Davidson para conservar los tejidos hasta su procesamiento. Para cada ejemplar se generaron láminas de diferentes secciones lobulares del ovario, se colorearon con hematoxilina-eosina y se observaron al microscopio óptico. Se realizó un análisis descriptivo de las gónadas y se estudiaron las estructuras más relevantes para la clasificación de los diferentes estadios como: tamaño, distribución y características de los ovocitos de mayores dimensiones, las células foliculares y la relación existente entre ambos tipos celulares. Las variables morfométricas de ovocitos registradas para todos los ejemplares tomados como un único grupo fueron: $60,1 \pm 6,2$ μm diámetro mayor, $41,0 \pm 4,9$ μm diámetro menor, $177,5 \pm 21,2$ μm perímetro, $2036,0 \pm 554,4$ μm^2 área y $5,3 \pm 0,3$ μm altura del epitelio folicular. Existieron diferencias significativas en todas las variables estudiadas al comparar el ejemplar más pesado contra el resto del grupo, identificándose a su vez diferencias en la coloración siendo más acidófila y presentando inclusiones de vitelo en su citoplasma. Se observó una correlación positiva entre todas las variables estudiadas, existiendo influencia de las variables corporales sobre las variables morfométricas, con efectos más marcados por parte del peso corporal en cuanto a las variables ovocitarias, y en cuanto a la altura del epitelio folicular más marcado por parte del largo del cefalotórax. Por lo tanto, en hembras de esta especie a mayor peso corporal se alcanza un mayor desarrollo gonadal, aunque en las lagunas costeras de Uruguay no alcanzan la madurez sexual completa, por lo que su migración al mar es indispensable para su reproducción. El hecho de encontrar ejemplares de gran tamaño y con maduración gonadal inicial en las lagunas costeras es una condición que puede tener alto impacto al momento de establecer medidas de ordenamiento de la pesquería y para el desarrollo de la acuicultura en Uruguay.

SUMMARY

The pink shrimp *Penaeus paulensis* is a fishing resource with high socio-economic value at national and regional levels. Despite this, few studies on reproductive biology in wild populations have been described. The present study aims to better understand the sexual maturation of *P. paulensis* females found in the Rocha lagoon by determining the gonadal maturation stage. 128 *P. paulensis* females were collected from the Rocha lagoon in March-April of 2018 with help of the local fishermen. Gonads coloration were observed through the exoskeleton and measures for size and weight were taken (average cephalothorax length LCT =57.6 mm) and weights (average weight=35.8 g). 9 individuals whose average weights and sizes were respectively 31.5 ± 2.2 g and 55.3 ± 1.6 mm were selected and then processed for histological analysis. The Davison fixative was used to preserve the tissues until processing. For each specimen, sheets of different lobar sections of the ovary were generated, stained with hematoxylin-eosin and observed under the light microscope. A descriptive analysis of the gonads was carried out and the most relevant structures for the classification of the different stages were studied, such as: size, distribution and characteristics of the largest oocytes, follicular cells and the relationship between both cell types. The morphometric variables of oocytes recorded for all the specimens taken as a single group were: 60.1 ± 6.2 μm major diameter, 41.0 ± 4.9 μm minor diameter, 177.5 ± 21.2 μm perimeter, $2036,0 \pm 554.4$ μm^2 area and 5.3 ± 0.3 μm height of the follicular epithelium. Significant differences in all the variables studied were found when comparing the heaviest specimen against the rest of the group, identifying differences in coloration, being more acidophilic and presenting inclusions of yolk in its cytoplasm.

A positive correlation was observed between all the variables studied, with the influence of the body variables on the morphometric variables, with more marked effects on the part of the body weight in terms of the oocyte variables, and in terms of the height of the follicular epithelium more marked by part of the length of the cephalothorax.

Therefore, in females of this species, the higher the body weight, the greater gonadal development is achieved, although in the coastal lagoons of Uruguay they do not reach full sexual maturity, so their migration to the sea is essential for their natural reproduction. The fact of finding large specimens with initial gonadal maturation in the coastal lagoons is a condition that can have a high impact when establishing fishery management measures and for the development of aquaculture in Uruguay.

1. INTRODUCCIÓN

El camarón rosado *Penaeus paulensis* es un recurso pesquero importante en Uruguay. Su extracción tiene lugar en otoño en las lagunas costeras salobres que se comunican periódicamente con el océano Atlántico Sudoccidental: laguna de Castillos, de Rocha, Garzón y José Ignacio; situadas en la región Este del país, en los departamentos de Rocha y Maldonado. Las lagunas tienen características propias de ambientes someros y constituyen ecosistemas ideales para el desarrollo de las etapas juveniles de *P. paulensis* así como de diferentes especies de peces e invertebrados (Fabiano y col. 2016).

La abundancia de *P. paulensis* está determinada por diferentes factores ambientales, oceanográficos y climáticos, lo que explica la gran variabilidad interanual en los volúmenes de las zafras pesqueras (Santana y col. 2015).

En la explotación del recurso intervienen entre 100 y 350 pescadores artesanales. Su número y distribución en las áreas de pesca depende entre otros factores de la abundancia en cada laguna. Es por tanto, un recurso pesquero estacional de gran importancia, representando el principal ingreso económico anual para los pescadores de las lagunas costeras de Rocha y Maldonado (Norbis 2000; Fabiano y Santana, 2006).

Diferentes aspectos de la biología general y pesquera de *P. paulensis* han sido estudiados por autores brasileños y nacionales (D'Incao 1991; Dumont y D'Incao, 2004 bn; Peixoto y col. 2011). Existe información del desarrollo gonadal de esta especie en condiciones de cultivo, aunque escasa en comparación con otros camarones peneidos cultivados. Sin embargo, a pesar de la importancia biológica y comercial que representa *P. paulensis* a nivel regional y nacional, los estudios sobre aspectos de su biología reproductiva y particularmente en poblaciones silvestres son limitados en Uruguay.

En las lagunas salobres de Uruguay, *P. paulensis* presenta tasas de crecimiento elevadas (Santana y col. 2015). En Laguna de Rocha es donde se encuentran los ejemplares de mayor tamaño, siendo ésta la razón de su elección para realizar este trabajo. En años recientes el peso de los ejemplares, particularmente de las hembras, ha superado los 60 g de peso individual; a pesar de esto no se observaron cambios aparentes a la visualización externa de gónadas siendo, por ello considerados inmaduros (G.Fabiano com.pers). Sin embargo, no hay aproximaciones morfológicas de la anatomía interna ni validaciones histológicas que permitan aseverar que se trata de individuos en fases iniciales de desarrollo gonadal. La fracción de la población de juveniles y subadultos presente en las lagunas costeras de Uruguay contribuye, luego de su migración al mar, con la recomposición del stock reproductor silvestre que se ubicaría en aguas costeras de la región sur de Brasil (Santana y col. 2015).

Las medidas de ordenamiento de la pesquería de camarón en Uruguay (Resoluciones anuales de la DINARA-MGAP, Resolución 2019) contemplan la protección de los juveniles tempranos y establecen áreas de protección o exclusión de actividades pesqueras en cada laguna. Estas áreas de protección deberían asegurar que una fracción de la

población presente (lo que incluye también a los ejemplares de mayor porte) pueda retornar al mar sin ser capturada. El grado de cumplimiento de la normativa es variable y muchas veces no es respetada por quienes realizan la actividad extractiva.

Teniendo en cuenta que gran parte de la población presente en las lagunas no logra escapar a la presión pesquera, sumado a la alta tasa de mortalidad de la especie en las diferentes etapas de su ciclo vital por factores ambientales y a la predación en la sucesión de ambientes que ocupa, es de suma importancia mejorar las estrategias de protección en los sitios de cría asegurando que parte de los ejemplares migren al mar y puedan reproducirse para mantener la población natural de la especie.

Por otra parte, cabe resaltar que la acuicultura en Uruguay es una actividad declarada de interés general (DINARA-FAO, 2008). La acuicultura, es definida como una actividad de producción de organismos acuáticos deseables bajo condiciones controladas, para beneficio ecológico, económico o social (Carnevia y Bertullo, 1993). La producción de crustáceos en especial camarones peneidos, es muy importante a nivel comercial ya que representan el producto de mayor valor económico dentro del mercado de los productos acuícolas (Emerenciano y col. 2011). En Uruguay, si bien *P. paulensis* fue seleccionado como especie potencial para el desarrollo de la acuicultura comercial (Carnevia, 2008), no se desarrollan actualmente actividades de cultivo comercial.

Según Peixoto y col. (2005) existen grandes ventajas cuando se cultivan especies de camarones nativas, entre ellas se destaca la disponibilidad de reproductores silvestres. En ese sentido, sería importante mantener el aprovisionamiento natural de ejemplares saludables como una fuente de semilla viable para eventuales cultivos.

El conocimiento más ajustado de las poblaciones naturales es la base del desarrollo de estrategias de manejo y regulación de los recursos pesqueros y un insumo para su manejo sostenible. El presente estudio generará información de relevancia sobre las etapas del ciclo reproductivo de la especie que se cumplen en ecosistemas nacionales. En este sentido, aportará insumos para su manejo pesquero local, así como también para un eventual desarrollo de acuicultura.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA:

2.1 Distribución geográfica de *Penaeus paulensis*:

El camarón rosado *P. paulensis* es una especie subtropical que se distribuye desde Cabo Frío (23°S) en Brasil hasta las costas de Uruguay y la Provincia de Buenos Aires, Argentina (38°30'S). Las áreas de mayor concentración corresponden a las lagunas costeras de Uruguay y sur de Brasil, siendo su presencia en Argentina ocasional (Boschi y col. 1992, Santana y col. 2012).

Habita regiones costeras de régimen estuarino, asociados a fondos fangosos o fango-arenosos y ricos en materia orgánica (García y Le Reste 1987).

2.2 Disponibilidad del recurso pesquero en Uruguay:

El camarón rosado *Penaeus paulensis* es un recurso pesquero de gran importancia socioeconómica para un número variable de pescadores artesanales que se dedican a esta actividad (entre 100 y 350); teniendo en cuenta que involucra a sus familias y a otros integrantes de la cadena de distribución, el número de personas que moviliza puede ascender a 500 (DINARA, 2019). Es una actividad de carácter sazonal, con grandes variaciones interanuales que se estiman a partir de la cuantificación de desembarcos de pesquería y las capturas promedio de los artes de pesca (trampas) en cada laguna. El histórico de capturas ha variado entre 1 tonelada en 1989 y más de 200 toneladas en 2018, por lo que es difícil predecir el éxito de las futuras safras (DINARA, 2018).

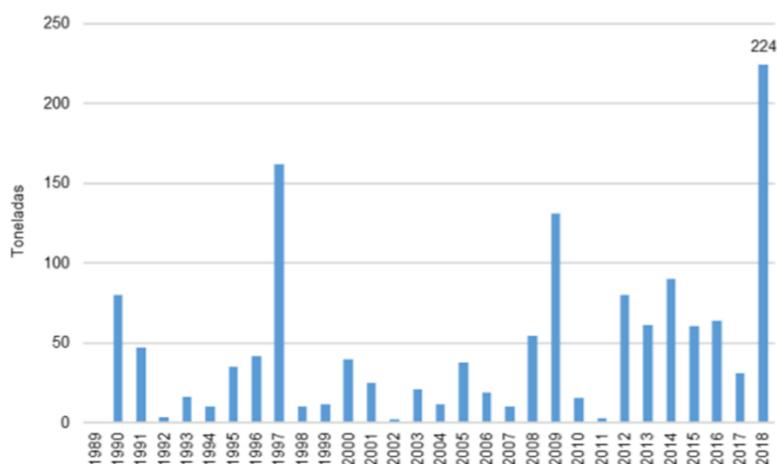


Figura 1. Volúmenes totales desembarcados (t) de camarón rosado (*Penaeus paulensis*) en las lagunas costeras salobres de Uruguay (período 1989-2018). Extraído de Boletín estadístico Pesquero DINARA 2018

En años de abundancia de camarón el beneficio económico es muy importante, puede significar ingresos en el primer puesto de venta en las lagunas de hasta U\$D 322.000 y superar U\$D 1.610.000 de ingresos brutos al país, resultantes del proceso de intermediación primaria (Santana y col., 2012).

La extracción en las lagunas se da en el momento de la migración de los ejemplares al mar, en la etapa de juveniles o en fases iniciales de su desarrollo (Santana y Fabiano, 1999; D'Incao, y col., 2002). El período de safa o de mayor extracción, corresponde generalmente a los meses de marzo y abril (Fabiano y Santana 2006). En la actualidad, el arte de pesca utilizado es la trampa camaronera con farol.

Las variaciones en la abundancia del recurso están sujetas a la entrada de postlarvas a las lagunas costeras. Este proceso depende especialmente de 4 factores: 1-suficiente disponibilidad de postlarvas en las zonas costeras próxima a las barras; 2-que coincida con la apertura de las barras arenosas; 3-que soplen vientos durante al menos dos días con dirección SW o SSE, con una intensidad superior a los 20 km/h, suficientes para producir la entrada de agua de mar a las lagunas; 4-que no se registren precipitaciones abundantes que provoquen que el agua proveniente de las lagunas corra hacia el mar por

la desembocadura, evitando de esta manera la entrada de las postlarvas. La ocurrencia de las primeras tres condiciones simultáneamente resulta difícil, lo que hace que las temporadas de pesca muy buenas sean excepcionales (Norbis, 2000).

2.3 Características de las lagunas salobres de Uruguay:

En Uruguay, la presencia de camarones puede ocurrir simultáneamente en las lagunas salobres que se comunican periódicamente con el mar: laguna de Castillos (90 km²), laguna de Rocha (72 km²) y las lagunas Garzón (18 km²) y José Ignacio (13 km²); situadas en los departamentos de Rocha y Maldonado. También pueden presentarse en el tramo inferior del Arroyo Maldonado (DINARA-MGAP, 2018).



Figura 2. Lagunas costeras salobres en el este de Uruguay. Mapa esquemático Santiago Silveira.

Estas lagunas, cuya superficie sumada aproximada no supera las 23.000 ha, constituyen ricos ecosistemas donde ocurren fenómenos biológicos de gran importancia comercial (Santana y Fabiano, 1999). Albergan diversas poblaciones de aves y mamíferos, así como peces y crustáceos, siendo importantes áreas de cría de especies en su mayoría de origen marino (Nion y col. 1974, Fabiano y col. 2016), además son sitios de atracción turística, (Conde y col., 2003. Respecto a su importancia económica, son asiento de pesquerías artesanales a pequeña escala, dirigidas a la extracción de diferentes especies zafrales. La principal actividad corresponde a la zafra otoñal de camarón rosado *P. paulensis* (Fabiano y Santana, 2014).

Son ambientes salobres y someros separados del mar por una barrera arenosa, siendo ésta su característica más relevante. Tienen una profundidad media menor a un metro y temperaturas que varían mucho, entre 4 y 28° C de acuerdo a las estaciones. Con respecto a la salinidad, existen diferencias entre ellas, siendo la laguna de Castillos oligohalina con variaciones entre 1 y 14 UPS; laguna de Rocha, Garzón y José Ignacio son meso y polihialinas variando entre 1 y 24 (Santana y Fabiano, 1999).

Dichas peculiaridades son determinadas fundamentalmente por la interacción de masas de agua de origen continental y oceánica, por lo tanto es necesario que las lagunas se encuentren conectadas al océano a través de un canal que se forma en las barras arenosas. Se identifican así dos períodos diferentes: períodos de barra abierta y de barra cerrada (Conde y col, 2003).

La apertura de las barras arenosas determina la mayor o menor disponibilidad de camarones en la temporada de pesca. Las barras pueden ser abiertas por el efecto de los temporales del Sur (sobre todo SE o SW), por las precipitaciones sobre la cuenca de la laguna (Norbis, 2000) o pueden ser abiertas artificialmente. En general, las lagunas costeras permanecen con barras abiertas durante los períodos de mayores precipitaciones, que pueden incluso corresponder al verano (DINARA-MGAP, 2019). Este proceso dinámico determina los fenómenos de regulación del comportamiento general del sistema, donde se producen importantes gradientes físico-químicos, como resultado de la interacción de aguas continentales y marinas (Rodríguez-Gallego, 2010; DINAMA, 2019)

La laguna de Castillos, por su ubicación geográfica en una latitud menor y otros factores ambientales, generalmente presenta una frecuencia más constante de zafras, con ejemplares de en torno a 10 g de peso promedio (Santana y Fabiano, 1999), mientras que en laguna de Rocha las zafras son menos frecuentes pero los ejemplares alcanzan tallas superiores y el crecimiento es mayor (Santana y col., 2012). Esta diferencia tal vez esté condicionada por las diferentes características hidrológicas, dinámicas y de bioproduktividad de las lagunas (Norbis, 2000).

2.4 Laguna de Rocha:

La laguna de Rocha está ubicada sobre la costa atlántica aproximadamente a unos 11 km de la Ciudad de Rocha, entre 34°31' – 34°38' latitud sur y 54°12' – 54°22' longitud oeste. Forma parte de una cuenca de 131.200 ha que se extiende desde la Sierra de Rocha y de Carapé hasta la barra arenosa que separa la laguna del Océano Atlántico (MAP 1975). Fue declarada Parque Nacional Lacustre en el año 1977 e integra la Reserva de Biosfera Bañados del Este (MAB-UNESCO, 1976). Actualmente está dentro del Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas (SNAP; Ley 17.234 de 2000) de Uruguay, en calidad de "paisaje protegido", con aproximadamente 22.000 (DINAMA, 2019).

La laguna tiene un área de superficie de 73 km² y una profundidad media de 0.58 m, abarcando 14 km de longitud norte sur y 11 km de ancho. Se conecta periódicamente con el mar a través de una barrera arenosa, la cual puede abrirse de forma natural o artificial con fines económico-productivos (Rodríguez-Gallego y col., 2008; DINAMA, 2019)

Esta característica de apertura al mar, sumada a su escasa profundidad, determinan grandes fluctuaciones en cuanto a superficie de extensión y salinidad (Fabiano y Santana, 2006).



Figura 3. Laguna de Rocha. A la izquierda: barra arenosa cerrada; a la derecha: barra arenosa abierta al Océano Atlántico. Foto: Rufino Jaureguizar.

Sus principales afluentes de drenaje son los arroyos de Rocha, La Palma y Las Conchas, que desembocan en su zona norte (DINAMA, 2019).

En el área predominan territorios rurales dedicados a la actividad agropecuaria, aunque dentro de éstos se encuentran núcleos urbanos y el asentamiento de pescadores ubicado en la barra de la Laguna al sur. Algunas de estas comunidades se radicaron en la zona hace 50 años, desde entonces desarrollan la actividad pesquera artesanal transmitiéndola de generación en generación (Thompson, 2007).

2.5 Aspectos de la biología reproductiva de *Penaeus paulensis*

2.5.1 Ubicación taxonómica

Reino: Animal

Phylum: Arthropoda

Subphylum: Crustacea

Clase: Malacostraca

Subclase: Eumalacostraca

Orden: Decapoda

Suborden: Dendrobranchiata

Familia: Penaeidae

Género: *Penaeus*

Especie: *Penaeus paulensis*

Datos <http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=762833>



Figura 4. Ejemplar hembra de *Penaeus paulensis*

2.5.2 Ciclo vital y reproductivo:

Su ciclo vital, como el de otros camarones peneidos, comprende una fase de crecimiento juvenil en ambientes salobres o marinos someros y luego una fase oceánica donde alcanza la madurez sexual y se reproducen (García y Le Reste 1987, Boschi 1974; D'Incao, 1991; Fabiano y Santana, 2006; Santana y col., 2015).

Los adultos son bentónicos y viven en mar abierto a profundidades de entre 60 y 80 m. Las larvas son planctónicas y migran al interior de los estuarios en búsqueda de áreas protegidas de predadores y ricas en nutrientes (Norbis ,2000).

Entre primavera y principios de verano, las postlarvas son arrastradas por las corrientes marinas e ingresan a las lagunas costeras de Uruguay. Al cabo de unas semanas se desarrollan transformándose en subadultos. Al comienzo del otoño la temperatura desciende y la salinidad disminuye, ocurriendo el fenómeno natural de migración hacia aguas más cálidas. Estos desplazamientos coinciden con el repliegue hacia el norte de la Corriente de Brasil (D'Incao, 1991 y 1999; Santana y col. 2012).

El plantel de reproductores se encuentra en la plataforma continental al sur de Brasil, frente a las costas de los estados de Sao Paulo y Santa Catarina (D'Incao, 1991); aquí ocurren dos picos de desove, en otoño y primavera, cuando la temperatura del agua oscila entre los 16 y 21° C, siendo el de primavera el más importante (Peixoto y col., 2009). Otros autores verifican que la especie es desovante continua durante todo el año y encuentran picos reproductivos en los meses de otoño y verano (Dumont y col., 2007). La reproducción y por lo tanto los picos de desove parecen estar condicionados por los factores ambientales dominantes (Dumont y D'incao, 2004).

La reproducción es sexuada, con sexos separados. La cópula ocurre en el mar, el macho transfiere el espermátforo a la hembra, quien lo recibe en el tólico. La fecundación es externa, y se produce al salir los óvulos del oviducto y ponerse en contacto con los

espermatozoides (Norbis, 2000). Cada desove individual puede superar los 100.000 huevos (Boschi, 1974, Fabiano y Santana, 2006)

Inmediatamente después de la fecundación, comienza el rápido desarrollo embrionario que en menos de 24 hs. da origen a una larva de tipo nauplius, la cual continúa con la metamorfosis pasando a los estadios larvarios de protozoa y mysis, implicando hasta 12 mudas en el transcurso de 13 días para esta especie. La última muda da lugar a la postlarva con apariencia de camarón, la cual sufre más de 20 mudas en 12 a 14 días (Boschi, 1974). La etapa posterior es la de juveniles, con caracteres sexuales bien definidos; se desarrollan con un crecimiento acelerado en las lagunas uruguayas (Fabiano y Santana, 2006).

2.5.3 Dimorfismo sexual:

Como todos los camarones peneidos, *Penaeus paulensis* presenta diferenciación sexual externa muy visible. Además de la diferencia en el tamaño corporal total a favor de las hembras y una mayor longitud del cefalotórax, presentan ciertas características morfológicas que hacen posible un sencillo reconocimiento del sexo. En los machos, los endopoditos del primer par de apéndices se modifican para formar un órgano copulatorio denominado petasma. En las hembras sin embargo, los apéndices abdominales son similares a los otros pares de pleópodos. A diferencia de los machos, las hembras poseen una estructura ventral torácica denominada télico (King, 1948).

2.5.4 Aparato reproductor de la hembra:

El sistema reproductor femenino está compuesto por un par de ovarios y oviductos, aperturas genitales externas y télico. Los ovarios están parcialmente fusionados en forma bilateral y simétrica, abarcan casi todo el cuerpo en hembras maduras, extendiéndose desde la región cardíaca hasta el telson (King 1948). Cada uno de ellos está formado por un lóbulo delgado anterior y de seis a ocho lóbulos laterales ubicados dorsalmente al hepatopáncreas y ventrales al corazón, y un lóbulo grande en el abdomen contiguo al intestino. Los oviductos se originan en los extremos del sexto y séptimo lóbulos laterales, y descienden cada uno hacia el gonópodo ubicado en el tercer par de apéndices torácicos (Cummings, 1961). El télico es una modificación de la estructura de las placas esternales de forma de aumentar su superficie y rugosidad y está situado entre las bases de los dos últimos pares de apéndices. Su función es recibir el espermátforo transferido por el macho durante la cópula y almacenarlo por períodos de tiempo que varían de días a meses. Se presume que sus secreciones pueden ayudar a proveer un medio adecuado para la acumulación, reserva y supervivencia de los espermatozoides dentro de la hembra (Scelzo, 1991). En el caso de *Penaeus paulensis* y a diferencia de otros peneidos, el télico es cerrado, observándose los receptáculos seminales ventrales al cefalotórax (Pérez-Farfante, 1970; FAO, 1995).

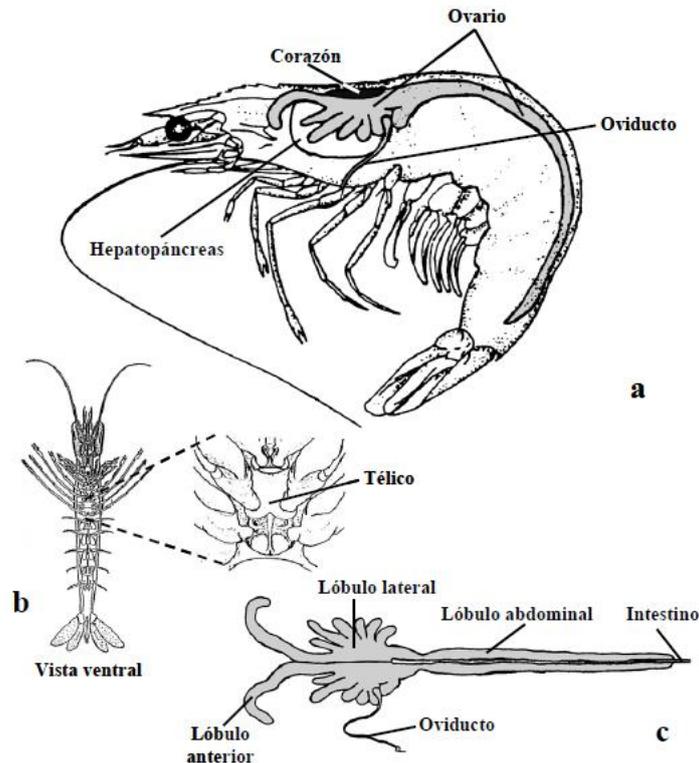


Figura 5. Sistema reproductor de hembras de camarones peneidos a- localización de gónadas; b- télico; c-vista dorsal de gónadas con su lobulación. Modificado de Alfaro (2001).

2.5.5 Ovario y ovogénesis:

La pared ovárica está conformada por tres capas: una externa delgada, una capa media gruesa de tejido conectivo con vasos y senos hemolinfáticos y una interna de epitelio germinal. Longitudinalmente se encuentran septos que atraviesan el ovario y se unen a la cavidad central (lumen), compuestos también de tejido conectivo. El epitelio germinal no se distribuye uniformemente, sino que se limita a un área bien definida denominada “zona de proliferación” (King, 1948). En los lóbulos abdominales, el epitelio germinal se distribuye a lo largo de la pared medio-ventral. Sin embargo, en lóbulos laterales este tejido se encuentra más ventralmente (King 1948).

La ovogénesis se inicia con la entrada de ovogonias en meiosis y la proliferación de ovocitos. Las ovogonias que se encuentran en la zona de proliferación están en proceso de mitosis durante toda la vida. La meiosis inicia y se detiene en la etapa de profase 1, cuando salen de la zona germinal pasando a ser ovocitos primarios o previtelogénicos de pequeña dimensión, con núcleo bien definido y basófilos (Ceballos, 2003). Durante esta fase ocurre un ligero crecimiento producto de la proliferación de ribosomas y el desarrollo del retículo endoplásmico rugoso, lo cual es importante para la activación del siguiente proceso: la vitelogénesis primaria o temprana (Alfaro, 1994). La vitelogénesis es un proceso de acumulación de vitelo (lipo-glico-caroteno-proteína) que contiene todos los requerimientos necesarios para la nutrición del embrión.

Al inicio de la vitelogénesis primaria, los ovocitos se encuentran libres en el lumen del ovario, pero a medida que incrementan su tamaño se van rodeando de células foliculares con función nutricia (Tan -Fermin y Pudadera, 1989; Alfaro, 1994).

Debido a la rápida multiplicación de las ovogonias se ejerce una presión sobre los ovocitos más maduros (ovocitos previtelogénicos y ovocitos en vitelogénesis temprana) siendo forzados a disponerse en la periferia del lóbulo ovárico (King, 1948).

La siguiente fase, denominada de vitelogénesis tardía o secundaria, se caracteriza por un rápido crecimiento sincrónico de un grupo de ovocitos en desarrollo. Se sintetiza y acumula vitelo de transferencia exógena proveniente de la dieta o bien de reservas del hepatopáncreas, el tejido adiposo subepidérmico y las células foliculares (Harrison, 1990; Browdy, 1992 citado por Ceballos, 2003). El final de esta etapa se caracteriza por la formación de bastones corticales en la periferia de los ovocitos. El desarrollo culmina con el inicio del desove (King, 1948; Cummings, 1961).

2.6 Maduración gonadal en hembras:

Es posible realizar una aproximación del estado de maduración gonadal de las hembras mediante observación macroscópica, evidenciada por cambios en la coloración del ovario (Neiva y col., 1971). Según Peixoto y col. (2003, 2009) y Nazari, (2007) la escala de colores va del I al IV donde: I es translúcido; II blanquecino; III grisáceo y IV verde.; Dumont y col., (2007) encontraron más de un color de referencia para cada etapa de desarrollo.

El estudio histológico permite validar las observaciones macroscópicas (Tan-Fermin y Pudadera, 1989; Quintito y col., 1993; Medina y col., 1996; Palacios y col., 1999).

Se describieron 4 etapas de desarrollo gonadal para *Penaeus paulensis* (Worsmann y col., 1971; Peixoto y col., 2003, 2004, 2005, 2011; Nazari 2007; Dumont y col., 2007; Machado, 2013) donde: Etapa I: inmaduro; Etapa II: en desarrollo; Etapa III: maduro; Etapa IV: desovado. D´Incao (1999) reconoció en cambio 5 etapas de desarrollo basándose en la coloración y morfología del ovario. La revisión de Peixoto y col. (2011) sobre la reproducción de esta especie reconoce 5 o 6 estadios de acuerdo a la morfología y color de los ovarios y mantiene la agrupación en 4 estadios de desarrollo considerando una aproximación histológica.

Etapa I (inmaduro): Obs. Macroscópica: Ovario difícil de distinguir. La porción cefalotorácica no presenta lóbulos desarrollados. Los lóbulos abdominales generalmente no se extienden más allá del tercer segmento. De color translúcido.

Obs. Microscópica: La pared ovárica consiste en una capa de células epiteliales con pequeños pliegues hacia el lumen. Sólo se encuentran ovogonias pequeñas y basófilas en la región central y ovocitos previtelogénicos (25-100um).

Etapa II (desarrollo temprano o en maduración): Obs. Macroscópica: Aumento del tamaño del ovario, ocupando la mayor parte de la cavidad abdominal. Dos lóbulos longitudinales y

paralelos. En la región cefalotorácica, el ovario presenta aproximadamente 4 lóbulos. El color presenta variaciones en tonalidades blanquecinas opacas.

Obs. Microscópica: Ovario poblado de ovocitos en vitelogénesis temprana (100-220 μm de diámetro), con acúmulo de vitelo en el citoplasma, localizados en la periferia del lóbulo ovárico. Ovogonias basofílicas aparecen también en gran número. Cerca de la pared ovárica, los ovocitos aparecen envueltos en una capa simple de células foliculares, formando unidades individuales denominados folículos ováricos.

Etapa III (maduro): Obs. Macroscópica: Ovario desarrollado completamente, ocupa toda la cavidad abdominal, presenta tres regiones: lóbulos anteriores, laterales y posteriores. Su coloración es grisácea a verde.

Obs. Microscópica: Ovocitos en fase de vitelogénesis tardía, de mayores dimensiones (220-340 μm de diámetro) y abundantes, con presencia de varillas corticales en su citoplasma, características de este estadio. En su mayoría están rodeados de células foliculares. Muy pocas ovogonias, lo cual indica su diferenciación a ovocitos.

Etapa IV (desovado): Obs. Macroscópica: Ovario se aprecia translúcido, muy similar a la etapa I, siendo difícil distinguir entre ambas etapas a simple visualización.

Obs. Microscópica: Presencia de ovocitos atrésicos es característico. Algunos ovocitos maduros y otros en etapa de desarrollo permanecen en el ovario, indicando la posibilidad de un desove parcial en esta especie en estado salvaje.

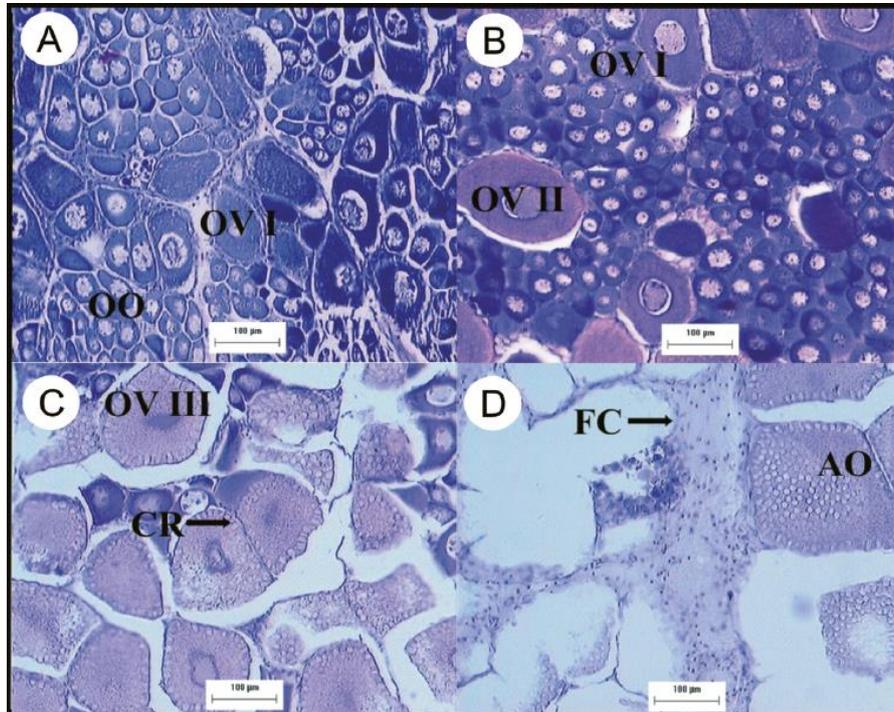


Figura 6. Secciones histológicas de cada etapa de maduración de *P. paulensis*. (A) Etapa I (inmaduro) pequeños ovocitos basófilos (OVI) (B) Etapa II (en desarrollo) ovocitos acidofílicos con gránulos de vitelo en citoplasma (OVII) (C) Etapa III ovocitos acidofílicos (OVIII) con células corticales (CR) (D) Etapa IV (gastado) ovocitos atrésicos (AO) con células foliculares colapsadas (FC). Extraído de Dumont y col. (2007).

3.HIPÓTESIS

Las hembras de *Penaeus paulensis* que egresan de la laguna de Rocha hacia el océano Atlántico, independientemente de las tallas y pesos alcanzados, son inmaduras sexualmente.

4.OBJETIVOS

4.1 Objetivo general

Determinar los estadios de desarrollo gonadal alcanzados en hembras de *Penaeus paulensis* de la laguna de Rocha.

4.2 Objetivos específicos

- Caracterizar macroscópicamente el desarrollo gonadal de las hembras por visualización externa.
- Validar la clasificación macroscópica de los ovarios aplicando técnicas histológicas.

5. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 Localización y período experimental:

El trabajo fue realizado con individuos de camarón rosado (*Penaeus paulensis*) capturados en la laguna de Rocha (Departamento de Rocha). El período de captura fue entre marzo y mayo de 2018. El consiguiente procesamiento de muestras se realizó en los laboratorios del Instituto de Investigaciones Pesqueras (IIP) en La Paloma y en Montevideo en el período comprendido entre junio de 2018 y marzo de 2019, y en los laboratorios del Departamento de Morfología y Desarrollo. Se contó además con las facilidades y el apoyo técnico del laboratorio de la Dirección Nacional de Recursos Acuáticos (DINARA – MGAP)

5.2 Obtención de muestras biológicas:

Fueron capturados y sexados *in situ* 128 ejemplares hembra, registrándose: longitud del cefalotórax (LCT, mm) (tomada entre el extremo del rostro y la escotadura posterior dorsal del cefalotórax con calibre Tajima, precisión 0,01 mm) y peso individual (P g) (Balanza SARTORIUS, precisión 0,01 g).

Se visualizaron a trasluz para la caracterización macroscópica de las gónadas de acuerdo a la escala de color propuesta por Peixoto y col., (2002) y Dumont y col. (2007), donde el Estadio I se observa traslúcido o crema, Estadio II color verde pálido, Estadio III color marrón oliva y Estadio IV verdoso.

Se seleccionó una muestra representativa de 20 hembras, de las cuales 10 se utilizaron para su estudio histológico y otras 10 para ensayos de disección de gónada, con ayuda de pinza y lámina portaobjetos.

Todos los datos obtenidos (registros métricos y observaciones) fueron consignados en una planilla de datos especialmente diseñada.

5.3 Fijación de tejidos:

Para la fijación y procesamiento histológico se imitaron los procedimientos recomendados por Bell y Lightner (1988), donde se sugiere la utilización del fijador de Davidson. La fijación conserva los tejidos y estructuras y permite hacer una visualización microscópica apropiada de las células (Howard y col., 2004).

El fijador de Davidson fue preparado según Bell & Lightner (1988), mezclando en recipiente plástico: etanol 95% (330ml); formaldehído 40% (220ml); ácido acético glacial (115ml); y agua corriente (335ml) para completar un lt.

La aplicación de los fijadores se realizó rápidamente después de la captura, ya que es imprescindible que los individuos se encuentren moribundos o muy recientemente muertos para que las estructuras se conserven tal como *in vivo*. Se inyectó cantidad abundante (10 ml aprox.) del fijador con jeringa en la unión de cefalotórax y abdomen, por debajo del exoesqueleto y en dirección craneal y caudal en ambos lados del cuerpo. Inmediatamente

se efectuaron cortes con tijera de cirugía desde el sexto segmento abdominal hasta la base del rostro de forma lateral a la línea media dorsal para asegurar la penetración rápida del fijador en los tejidos, en particular de hepatopáncreas, gónadas y músculo. Luego fueron inmersos en fijador en un recipiente de vidrio con capacidad suficiente para mantener la relación volumen de individuo-fijador de al menos 1:10.

El tiempo de fijación fue de 48 horas en Davidson, luego de transcurrido dicho lapso de tiempo fueron transferidas a etanol 70% donde se mantuvieron en stock hasta su procesamiento.

5.4 Procesamiento histológico:

La etapa siguiente consistió en la preparación de las piezas para cortes. Se tomó de a un ejemplar a la vez, separando cefalotórax de abdomen con un corte transversal con hoja de bisturí, dejando la cutícula intacta para evitar el deterioro de estructuras adyacentes y retirando artejos y rostro para el ajuste de la pieza a la medida del *cassette*. Luego se efectuó un corte sagital de tejidos blandos de cefalotórax. Se utilizó una muestra de tejido ovárico de la porción anterior o cefalotoráxica, considerando que el desarrollo ovárico es homogéneo en esta especie.

Para la deshidratación se utilizó un equipo procesador de tejidos, que elimina y reemplaza con parafina líquida la mayor parte del agua tisular. El equipo posee 12 recipientes en los cuales se agregó un agente deshidratante, que en nuestro caso fue etanol, en una serie gradual de concentraciones crecientes (desde OH 70% hasta OH 100%). Luego se empleó OH isopropílico como aclarante y parafina líquida. Inmediatamente después, se colocaron las muestras en el aparato para armado de bloques.

Luego de esta etapa se realizó un perfeccionamiento de los bloques, eliminando el exceso de parafina con bisturí y finalmente se efectuaron cortes con micrótopo KEDEE KD-3358 a la medida de 5 μ m, asegurando obtener la mayor cantidad de tejido en cada pieza. Fueron inmersos en baño termorregulado a 38°C y recogidos con portaobjeto estéril de vidrio esmerilado, luego secados al aire por 24hs para pasar a la fase de tinción con Hematoxilina-Eosina (Howard y col., 2004) y posterior montaje.

5.5 Análisis de las láminas:

Las láminas obtenidas fueron elaboradas con secciones de lóbulos laterales de los ovarios, según metodología extraída y adaptada de Bell y Lightner (1988) y Howard y col., (2004).

En una primera etapa, se procedió a una visualización microscópica general de las láminas histológicas a través de un Microscopio Olympus BX50 (Tokyo, Japón) con cámara digital.

Se reconoció la estructura general del tejido ovárico y se seleccionaron 9 láminas para un posterior análisis microscópico exhaustivo con reconocimiento de los estadios de desarrollo gonadal.

La lectura de las láminas e identificación de las figuras histológicas constituyó el proceso más largo del trabajo experimental, donde se utilizaron las descripciones realizadas por King (1948), Pérez-Farfante (1967), Peixoto y col., (2002) y Dumont y col., (2007).

De cada hembra se identificaron las zonas del ovario donde se presentaban los ovocitos más grandes y utilizando la cámara INFINITY CAPTURE y el Microscopio Olympus BX50 se tomaron fotografías de los 30 ovocitos de mayores dimensiones mediante el software INFINITY CAPTURE (Ottawa, Canada). Para la medición de ovocitos y epitelio folicular se empleó el software INFINITY ANALYZE.

Se registraron los datos en planillas de Microsoft Excel para cada ejemplar estudiado especificando: peso y largo de cefalotórax, y para cada uno de los 30 ovocitos de cada ejemplar: 2 diámetros mayores, 2 diámetros menores, perímetro, área y altura del epitelio de células foliculares (30 mediciones).

Para la clasificación de las hembras de acuerdo con las figuras identificadas se utilizó la escala propuesta por Dumont y col., (2007) donde: Estadío I (inmaduras) presenta ovocitos basofílicos pequeños, Estadío II (en desarrollo): ovocitos acidofílicos con gránulos con gránulos de vitelo en el citoplasma, Estadío III (maduras): ovocitos acidofílicos, bastones corticales y Estadío IV (desovadas): ovocitos atrésicos con células de los folículos ováricos colapsadas.

5.6 Análisis estadístico:

Las variables estudiadas fueron expresadas como valores individuales para cada ejemplar, así como valores grupales (media \pm error standard de la media). Se hicieron dos análisis de varianza (ANOVA), uno colocando en un grupo el ejemplar 10 y en otro grupo el resto de los ejemplares. El otro ANOVA se hizo ubicando en un grupo los 4 animales más pesados y en el otro grupo los 5 más livianos. Se analizaron correlaciones de Pearson entre las distintas variables. También se hicieron dos análisis de regresión: uno con el peso corporal, y otro con el largo corporal, como variables independientes.

6. RESULTADOS

6.1 Caracterización macroscópica de las hembras analizadas:

En 128 hembras analizadas (LCT medio mm=57,6; Rango 41,5-64,8 mm; DS=4,2 y Peso medio g=35,8; Rango 15,32-45,19 g, DS=6,16) el ovario fue inaparente a la visualización externa a través del exoesqueleto. Al abordar los lóbulos ováricos se constató que presentaban una coloración blanquecina, y eran traslúcidos o ligeramente opacos. En los ejemplares en que fue posible realizar disecciones (n=10) se observó el desarrollo de lóbulos abdominales hasta el tercer segmento, lóbulos laterales ó torácicos y lóbulos cefálicos (Figura 1). Los lóbulos cefalotorácicos (anteriores y laterales) fueron bien evidentes y los abdominales superaron el tercer segmento abdominal.

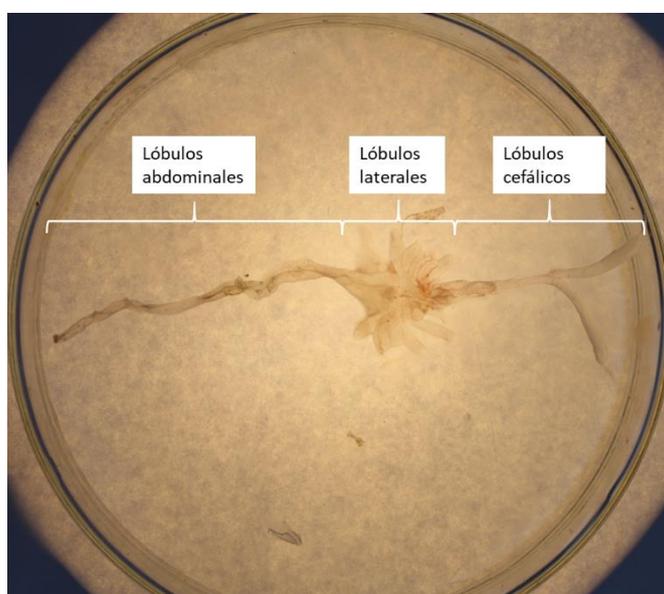


Figura 7. Disección de gónada con su distribución lobular (montado en una placa de Petri). Ejemplar hembra de *Penaeus paulensis* (LCT=63.5 mm y peso=42.27 g)

6.2 Pesos y tallas de las hembras con procesamiento histológico:

Del total de ejemplares analizados, 9 de ellos se procesaron histológicamente.

Los pesos corporales (g) y el largo de cefalotórax (mm) para cada uno de los ejemplares se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. Peso y largo del cefalotórax de las hembras procesadas histológicamente.

EJEMPLAR	LCT (mm)	Peso (g)
7C	49,1	23,20
39	47,0	23,41
2C	53,9	27,43
3B	55,0	29,90
3C	57,8	31,10
5C	56,5	33,64
1C	57,6	34,58
4C	59,5	35,53
10C	61,5	44,34

La variabilidad de peso y largo del cefalotórax entre los individuos se debe a que los ejemplares aptos para procesamiento histológico debieron estar vivos o moribundos al momento de su fijación, por lo tanto, no fueron seleccionados en base a su tamaño corporal.

6.3 Análisis de láminas histológicas:

6.3.1 Descripción general de las gónadas:

Los ejemplares 39 y 7C de menores pesos corporales (23 g), compartieron las mismas características a nivel microscópico, se observaron escasas células foliculares localizadas únicamente en la periferia del lóbulo ovárico.

En los ejemplares 2C, 3C y 3B de pesos intermedios (24-31 g) las células foliculares fueron bien redondeadas y de mayor diámetro, aunque también se ubicaron en la periferia del lóbulo.

Los ejemplares 1C, 4C y 5C, con pesos corporales por encima de los 33g, presentaron similares características entre sí, el epitelio folicular fue claramente visible y bien delimitado, rodeando completamente la mayoría de los ovocitos periféricos.

El ejemplar 10 fue el de mayor peso corporal (44,34 g). Presentó ovocitos de aspecto más redondeado con citoplasma abundante e inclusiones de gránulos de vitelo. Cada uno de los ovocitos periféricos se encontró rodeado completamente por epitelio folicular de aspecto aplanado.

La Figura 2, correspondiente al ejemplar 10, exhibe tres tipos celulares dentro del mismo campo visual: ovogonias, ovocitos previtelogénicos y ovocitos en vitelogénesis temprana. Las células germinativas (ovogonias) se ubican centralmente en el lóbulo ovárico, mientras que los ovocitos más desarrollados lo hacen en la periferia y se presentan rodeados de células foliculares. Se observa la agrupación celular en folículos separados por tabiques de tejido conjuntivo.

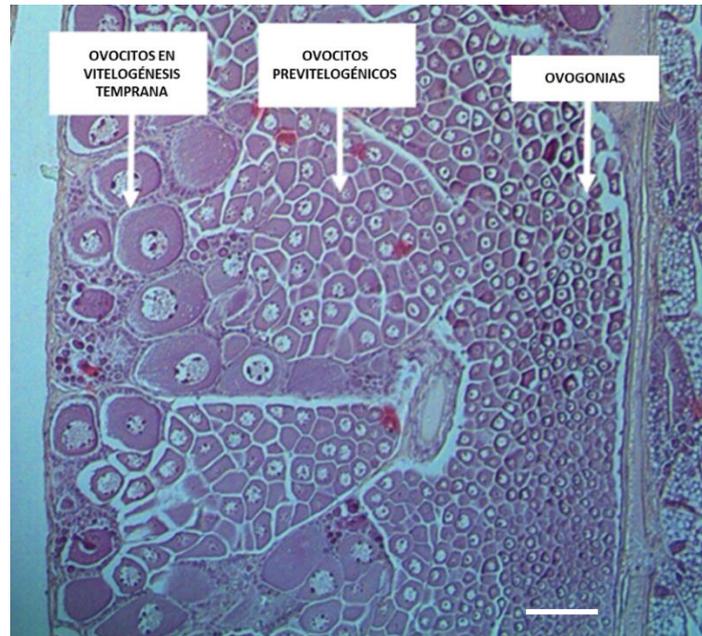


Figura 8. Sección de lóbulo ovárico. Barra de escala=100 μ m

6.3.2 Variables morfométricas estudiadas:

En la Tabla 2 se presentan para cada ejemplar estudiado los valores promedio ($n=9$) de las siguientes variables morfométricas vinculadas al tamaño de los ovocitos ($n=30$) evaluados en cada ejemplar: diámetro mayor, diámetro menor, perímetro y área y, en correspondencia a cada uno de ellos, el promedio de la altura del epitelio folicular, expresados en micrómetros.

Tabla 2. Diámetro de ovocitos, perímetro, área y altura de epitelio folicular (μm) para cada ejemplar con su correspondiente peso (g) y largo de cefalotórax (mm)

	DIAM. MAYOR (μm)	DIAM. MENOR (μm)	PERIMETRO (μm)	AREA (μm^2)	ALT.EPITELIO FOLICULAR(μm)	PESO (g)	LARGO CEFALOTÓRAX (mm)
7C	42,11	28,37	110,75	746,92	5,11	23,20	49,1
39	45,17	31,35	128,42	987,50	4,12	23,41	47,0
Bouin							
2C	49,01	32,75	129,77	956,77	4,03	27,43	53,9
3B	49,68	35,40	152,31	1349,67	4,80	29,90	55,0
3C	76,83	36,82	177,44	1830,91	6,46	31,10	57,8
5C	68,03	46,91	193,59	2025,97	5,35	33,64	56,5
1C	74,44	47,50	227,26	2801,34	6,11	34,58	57,6
4C	42,13	34,39	160,90	1490,00	5,51	35,53	59,5
10	93,65	75,89	317,29	6135,19	6,18	44,34	61,5

6.4 Análisis estadístico de datos:

6.4.1 Estadística descriptiva de las variables ovocitarias y corporales considerando todos los ejemplares como un único grupo (Tabla 3):

Variable	n	Media \pm sem
Diámetro mayor (μm)	9	60,1 \pm 6,2
Diámetro menor (μm)	9	41,0 \pm 4,9
Perímetro (μm)	9	177,5 \pm 21,2
Área (μm^2)	9	2036,0 \pm 554,4
Altura epitelio folicular (μm)	9	5,3 \pm 0,3
Peso (g)	9	31,5 \pm 2,2
Longitud cefalotórax (mm)	9	55,3 \pm 1,6

6.4.2 Análisis de correlaciones entre las variables:

Las correlaciones entre variables macroscópicas (peso y largo del cefalotórax) y variables microscópicas de los ovocitos (diámetro mayor, diámetro menor, área, perímetro y altura del epitelio folicular) se muestran en la tabla 4. Los resultados obtenidos muestran una correlación positiva entre las variables macroscópicas, microscópicas y a su vez, entre ellas.

Se realizó un test de significancia para el coeficiente de correlación (r^2) con una significancia de $P \leq 0,05$. Los resultados obtenidos, muestran correlación significativa entre la mayoría de las variables macro y microscópicas, excepto entre la altura del epitelio folicular y el diámetro menor del ovocito, al igual que la altura del epitelio folicular y el área, que arrojaron tendencias estadísticas ($P < 0,5$).

Los resultados que se muestran en la tabla 4 indican un mayor grado de correlación entre el diámetro menor, el perímetro y el área con respecto al peso, mientras que el diámetro mayor y la altura del epitelio folicular se correlacionan principalmente con el largo del cefalotórax

Tabla 4. Análisis de correlaciones entre las variables ovocitarias y corporales en los ejemplares analizados considerando todos los ejemplares como un único grupo:

	Diam mayor (µm)	Diam menor (µm)	PERIMETRO (µm)	AREA (µm)	ALT EPITELIO FOLICULAR (µm)	PESO (g)	LARGO CEFALOTÓRAX (mm)
Diam mayor um	1,0000	,8638	,9031	,8586	,7488	,7570	,6693
	p= ---	p=,003	p=,001	p=,003	p=,020	p=,018	p=,049
Diam menor um	,8638	1,0000	,9767	,9854	,5584	,8825	,6734
	p=,003	p= ---	p=,000	p=,000	p=,118	p=,002	p=,047
PERIMETRO um	,9031	,9767	1,0000	,9770	,6845	,9236	,7603
	p=,001	p=,000	p= ---	p=,000	p=,042	p=,000	p=,017
AREA um ²	,8586	,9854	,9770	1,0000	,6074	,8825	,6807
	p=,003	p=,000	p=,000	p= ---	p=,083	p=,002	p=,044
ALT EPITELIO FOLICULAR um	,7488	,5584	,6845	,6074	1,0000	,6790	,7281
	p=,020	p=,118	p=,042	p=,083	p= ---	p=,044	p=,026
PESO gms	,7570	,8825	,9236	,8825	,6790	1,0000	,9219
	p=,018	p=,002	p=,000	p=,002	p=,044	p= ---	p=,000
LARGO CEFALOTÓRAX mm	,8639	,6734	,7603	,6807	,7281	,9219	1,0000
	p=,004	p=,047	p=,017	p=,044	p=,026	p=,000	p= ---

En la Figura 9 se presentan los gráficos de correlación entre el peso y las diferentes variables estudiadas.

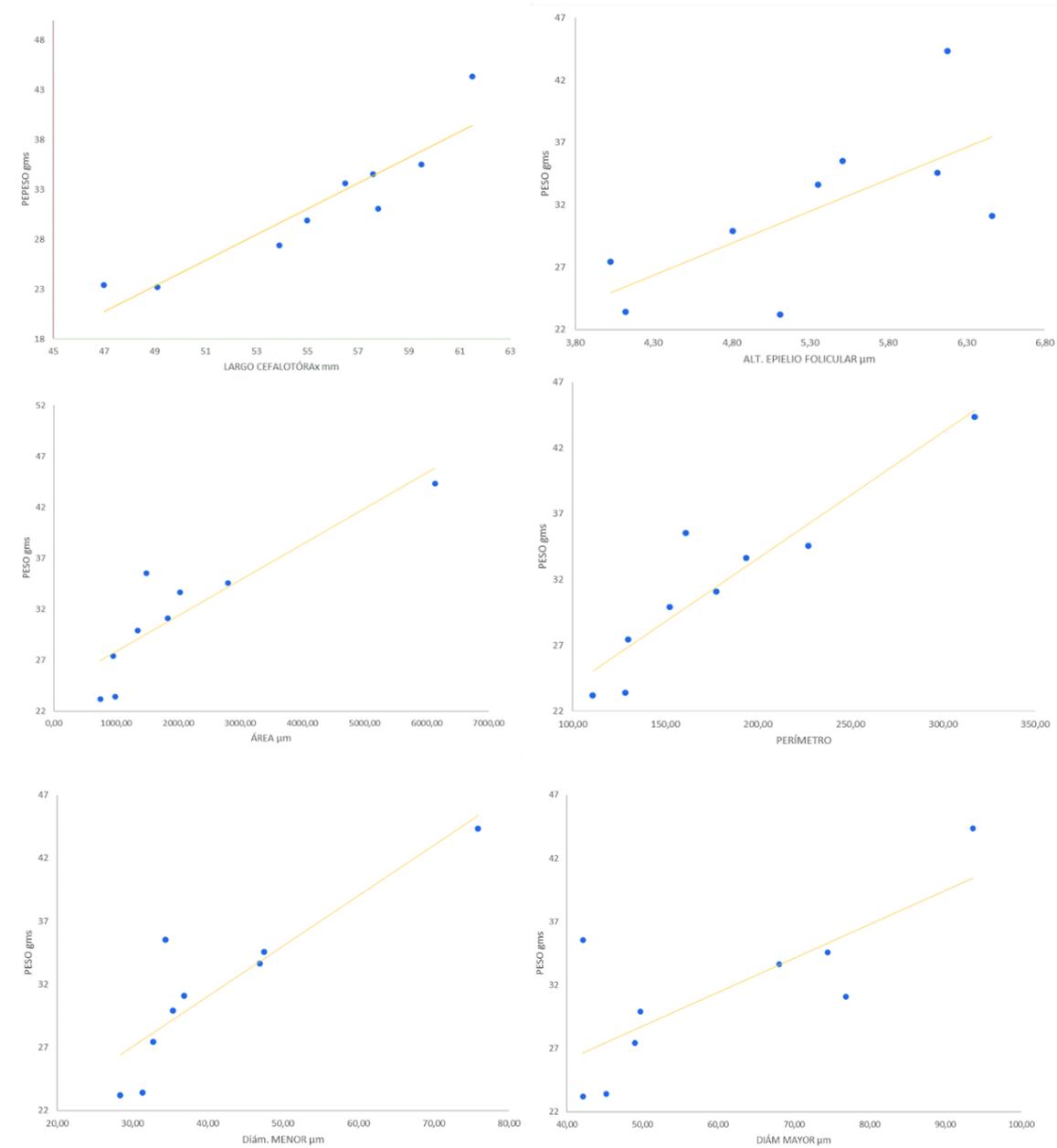


Figura 9. Gráficos de correlación entre el peso y las diferentes variables estudiadas: Largo del cefalotórax, altura del epitelio folicular, área, perímetro, diámetro menor y diámetro mayor.

6.4.3 Comparación entre grupos de ejemplares:

6.4.3.1 Ejemplar 10 contra el resto

El ANOVA resultante de la comparación entre el ejemplar 10 (el de mayor peso) contra el resto de los ejemplares tomados como un grupo de 8 individuos, dio diferencias significativas ($P < 0,05$) para el peso, diámetro mayor, diámetro menor, perímetro y área. Sin embargo, la altura del epitelio folicular y el largo del cefalotórax no presentaron diferencias sino tendencias estadísticas ($P < 0,1$).

6.4.3.2 Los 4 ejemplares más pesados contra el resto:

Al compararse los 4 ejemplares de mayor peso corporal contra los 5 ejemplares restantes se observaron diferencias significativas ($P < 0,05$) en casi todas las variables: diámetro menor, perímetro, área, peso y largo cefalotórax. El diámetro mayor de ovocito y la altura de epitelio folicular arrojaron tendencias estadísticas ($P < 0,1$).

Los ejemplares más pesados después del 10 tuvieron características intermedias, con diámetro mayor y epitelio folicular similares a los ejemplares livianos, mientras que los 5 ejemplares más livianos fueron los más distintos al 10 en las características ovocitarias.

6.4.4 Análisis de regresión:

Todas las variables histológicas vinculadas al ovocito fueron más influidas por el peso corporal que por el largo del cefalotórax, mientras que la altura del epitelio folicular se comportó a la inversa.

Tabla 5: Análisis de regresión

Variable dependiente	Variable independiente			
	Peso corporal		Largo del cefalotórax	
	R ²	p	R ²	P
Diámetro mayor (μm)	0,57	0,02	0,45	0,04
Diámetro menor (μm)	0,78	0,00	0,45	0,05
Perímetro (μm)	0,85	0,00	0,58	0,02
Área (μm^2)	0,78	0,00	0,46	0,04
Altura epitelio folicular (μm)	0,46	0,04	0,53	0,00
Peso (g)	-	-	0,85	0,00
Longitud cefalotórax (mm)	0,85	0,00	-	-

La regresión entre peso corporal y largo de cefalotórax fue simétrica entre ambas variables.

7. DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en el presente trabajo confirman la hipótesis planteada, que las hembras de *Penaeus paulensis* presentes en la Laguna de Rocha independientemente de los pesos y tallas alcanzados, se encuentran inmaduras sexualmente o en fases iniciales de maduración gonadal.

En los ejemplares analizados, las gónadas no se visualizaron a través del exoesqueleto y su coloración no superó tonalidades blanquecinas-opacas sugerentes de maduración incipiente o temprana, de acuerdo con las escalas de color utilizadas por diferentes autores en esta especie (Peixoto y col., 2003, 2009, 2011; Nazari, 2007; Dumont y col., 2007).

A diferencia de lo descrito por Pérez y Páramo (2014) para *Farfantepenaeus notialis*, donde el desarrollo de las gónadas en los estadios tempranos de maduración (I y II) es incipiente, únicamente con desarrollo de lóbulos laterales en porción final del cefalotórax, en el presente trabajo los lóbulos cefálicos y laterales fueron bien evidentes y los abdominales superaron el tercer segmento abdominal.

Las figuras histológicas obtenidas de las hembras más livianas analizadas (menores a 24 g de peso corporal) mostraron una prevalencia de ovocitos previtelogénicos con citoplasma basófilo y ausencia de inclusiones citoplasmáticas. Las células foliculares fueron escasas y se ubicaron en la periferia del lóbulo ovárico, lo cual permitiría ubicarlos en el estadio I de maduración gonadal de acuerdo con Worsmann y col. (1971) y Peixoto y col. (2011).

Los ejemplares por encima de los 33 g de peso corporal presentaron características intermedias, con epitelio folicular similar a los ejemplares más livianos, pero con características ovocitarias similares al ejemplar más pesado. Esto que sugiere que a partir de los 33 g de peso corporal las hembras comienzan la transición entre estadio I de inmadurez y estadio II de desarrollo temprano o en maduración.

El ejemplar de mayor peso corporal (44 g) presentó ovocitos de diámetro promedio 94 μm , de aspecto redondeado, con citoplasma acidofílico e inclusiones de gránulos de vitelo, mientras que las células foliculares se dispusieron rodeando completamente los ovocitos periféricos y presentaron forma aplanada. Por lo tanto, en este ejemplar el grado de maduración alcanzado fue más avanzado, y sus características fueron compatibles con las descritas para el estadio II de desarrollo temprano o en maduración de acuerdo con la descripción de Peixoto y col. (2011). Este ejemplar, en el ANOVA realizado fue diferente ($P < 0,05$) al resto de los ejemplares en peso corporal y diámetro mayor, diámetro menor, perímetro y área de los ovocitos.

Las figuras ovocitarias encontradas en los ejemplares de mayor peso (grupo peso > 30 g) que indican el pasaje de formas inmaduras (estadio I) a maduración incipiente (estadio II), coinciden con los pesos de primera madurez observados por diferentes autores en poblaciones silvestres y en el manejo de reproductores en cautiverio. Zenger y Agnes (1977) indican que se encuentran señales de maduración ovárica a partir de los 13.5 g de

peso en hembras de *P. paulensis* capturadas en el mar, pero señalan que esa condición es común recién a partir de los 30 g. Otros autores (Cavalli y col., 1997, Peixoto y col., 2011) en la misma línea entienden que el peso recomendado para reproducir hembras de *P. paulensis* en cautividad se ubica entre 30 y 60 g de peso corporal.

La altura del epitelio se separa de la mayoría de los parámetros, pero aquí el diámetro mayor se comporta similar a ella.

La regresión entre peso corporal y largo de cefalotórax fue simétrica entre ambas variables. Esto indica una influencia de ambas variables corporales sobre las variables histológicas, con efectos más marcados por parte del peso corporal en cuanto a las variables ovocitarias, y en cuanto a la altura del epitelio folicular más marcado por parte del largo del cefalotórax.

La gran cantidad de variables significativas tanto en las ANOVAS como en correlaciones y regresiones sugiere que:

1-las variables estudiadas están estrechamente vinculadas entre sí.

2-los ovocitos tienen un comportamiento similar, pero al mismo tiempo algo diferente que las células foliculares.

Las diferencias observadas entre individuos tanto a nivel macroscópico como microscópico evidencian una correlación positiva entre tamaño corporal y la maduración gonadal. El análisis de regresión indica que efectos más marcados por parte del peso corporal en cuanto a las variables ovocitarias, y del largo del cefalotórax en cuanto a la altura del epitelio folicular. Estos datos indican que los individuos con mayores tallas y pesos alcanzan un desarrollo más avanzado aproximándose a la maduración.

La maduración completa en esta especie no se alcanzaría en ecosistemas lagunares someros, como es el caso de la laguna de Rocha. Los subadultos requieren la migración a ambientes marinos con mayor salinidad y profundidad, habiéndose constatado además, que en aguas marino costeras poco profundas (entre 5 y 10 m) las hembras no tienen la misma aptitud reproductiva que las que se ubican en ambientes más profundos (Peixoto y col., 2003). Esta diferencia se concluye a partir de la ausencia de barras corticales precursoras de la capa gelatinosa de los huevos de camarones peneidos (Peixoto, 2011). Otros factores que determinan la necesidad de migrar son la temperatura y el fotoperíodo (Villegas, 1974).

El hecho de encontrar ejemplares de gran tamaño y con maduración gonadal inicial en las lagunas costeras es una condición que puede tener alto impacto al momento de establecer medidas de ordenamiento de la pesquería y para el desarrollo de la acuicultura en Uruguay.

8. CONCLUSIONES:

Los ejemplares de *Penaeus paulensis* en las lagunas costeras de Uruguay, a pesar de que alcanzan gran porte, se encuentran en estadios de maduración incipiente, distantes de alcanzar la madurez sexual completa, por lo que su migración al mar es indispensable para su reproducción.

El peso corporal es la variable de mayor incidencia sobre la maduración gonadal.

9. BIBLIOGRAFÍA:

1. -Alfaro J. (2001). Controlled reproduction of penaeid shrimp: a contribution to its improvement. Tesis Texas A y M University. 149 p.
2. -Alfaro J. (1994). Ultraestructura de la glándula androgénica, espermatogénesis y oogénesis de camarones marinos. Rev. Biol. Trop. 42:121-129.
3. -Bell, T. A., Lightner D. V. (1988). A handbook of normal penaeid shrimp histology. World Aquaculture Society. Lawrence, Allen Press, 114p.
4. -Boschi, E. E. (1974). *Biología de los crustáceos cultivables en América Latina*. Disponible en: <http://www.fao.org/3/AC867S/AC867S07.htm>. Fecha de consulta: 15/05/2020
5. -Boschi, E. E., Fischbach, C. E., Iorio, M. I. (1992). Catálogo ilustrado de los crustáceos estomatópodos y decápodos marinos de Argentina. Frente Marítimo 10, sección A:7-94.
6. -Carnevia, D. Bertullo, E. (1993) Introducción a la Acuicultura. Instituto de Investigaciones Pesqueras "Prof. Dr. Victor H. Bertullo". Montevideo, Universidad de la República, Facultad de Veterinaria, 107 p.
7. -Carnevia, D.(2008). Análisis de las oportunidades de cultivo de especies acuáticas en Uruguay. Plan Nacional de Desarrollo de la Acuicultura-Montevideo, DINARA-FAO, 68p.
8. -Cavalli, R. O.; Scardua, M. P. Wasielesky, W. (1997). Reproductive performance of different-sized wild and pond-reared *Penaeus paulensis* females. Journal of the World Aquaculture Society, 28:260-267.
9. -Ceballos, B. (2003). Evaluación del potencial reproductivo de camarón blanco *Litopenaeus vannamei* en condiciones de domesticación Tesis doctoral. Mexico, 178 p.
10. -Conde, D., Rodríguez-Gallego, L., Rodríguez-Graña, L. (2003). Análisis conceptual de las Interacciones abióticas y biológicas entre el océano y las lagunas de la costa atlántica de Uruguay. Reporte final FREPLATA, Secc. Limnología, Facultad de Ciencias, Universidad de la República: 76pp.
11. -Cummings, W. C. (1961). Maturation and spawning of the pink shrimp, *Penaeus duorarum* Burkenroad. Transactions of the American Fisheries Society, 90(4):462-468.
12. -D'Incao, F. (1991). Pesca e biologia de *Penaeus paulensis* na Lagoa dos Patos, RS, Brasil. Atlântica (Rio Grande) 13(1):159-169:
13. -D'Incao, F. (1999). Subordem Dendrobranchiata (camarões marinhos). En: Backup, L.; BondBackup, G. (Eds.). Os camarões do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, Universidade UFRGS,. p. 271-299.

- 14.-D'Incao, F., Valentini, H., Rodrigues, L. F. (2002). Avaliação da pesca de camarões nas regiões Sudeste e Sul do Brasil (1965-1999). *Atlantica* (Rio Grande) 24(2):103-116.
- 15.-DINAMA, OSE, DINARA, IDR, CURE. (2019). Monitoreo y Evaluación Ambiental de las Lagunas Costeras (Rocha, Castillos y Garzón) y de sus principales tributarios. Informe Técnico. MVOTMA-DINAMA. Montevideo. 163 p.
- 16.-DINARA – FAO (2008). Plan Nacional de Desarrollo de la Acuicultura. Política Nacional para el Desarrollo de la Acuicultura Sostenible en la República Oriental del Uruguay / Uruguay. Plan Nacional de Desarrollo de la Acuicultura. Montevideo. 28 p.
- 17.-DINARA-MGAP (2018). Boletín estadístico pesquero 2018. Montevideo, DINARA, 52p.
- 18.-DINARA-MGAP (2019). Informe Interno Operativo Campaña Pre-zafre camarón 2019. Unidad de Gestión Pesquera Atlántica, DINARA, MGAP Programa de Monitoreo de las Lagunas Costeras Salobres de Uruguay. 56p.
- 19.-Dumont, L. F. C., D'Incao, F. (2004). Estágios de desenvolvimento gonadal de fêmeas do camarão-barba-ruça (*Artemesia longinaris*-Decapoda: Penaeidae). *Iheringia. Série Zoologia*, 94(4):389-393
- 20.-Dumont, L. F. C., D'Incao, F., Santos, R. A., Maluche, S., Rodrigues, L. F. (2007). Ovarian development of wild pink prawn (*Farfantepenaeus paulensis*) females in northern coast of Santa Catarina State, Brazil. *Nauplius* 15(2):65-71.
- 21.-Emerenciano, M., Ballester, E., Cavalli, R. Wasielesky, W. (2011) Effect of biofloc technology (BFT) on the early postlarval stage of pink shrimp *Farfantepenaeus paulensis*: growth performance, floc composition and salinity stress tolerance. *Aquaculture International* 19: 891-901.
- 22.-Fabiano, G., Santana, O. (2006). Las pesquerías en las lagunas costeras salobres de Uruguay. En: Menafra R, Rodríguez-Gallego L, Scarabino F, D Conde (eds.): Bases para la conservación y el manejo de la costa uruguaya. *Vida Silvestre Uruguay*. Montevideo. pp 557-567.
- 23.-Fabiano G, Laporta M, Silveira S Santana O. (2014). Catálogo de especies capturadas en la pesca de camarón: Laguna de Rocha: Zafra 2014. Montevideo: MGAP -DINARA – Unidad de Gestión Pesquera Atlántica, 34 p.
- 24.-Fabiano G., Santana O., Silveira S. Laporta M. (2016). Estimación del aporte de juveniles de corvina blanca (*Micropogonias furnieri*) de la Laguna de Rocha (Uruguay) a las pesquerías del Frente Marítimo del Río de la Plata. *Frente Marítimo* 24:99-113.
- 25.-FAO (1995). Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca. Pacífico centro-oriental. Plantas e invertebrados. Roma, FAO. V 1.
- 26.-García, S. Le Reste, L. (1987). Ciclos vitales, dinámica, explotación y ordenación de las poblaciones de camarones peneidos costeros. Roma: FAO Documento Técnico de Pesca N° 203, 180 p.

- 27.-Howard, D. W., E. J. Lewis, B. J. Keller, C. S. Smith. (2004). Histological techniques for marine bivalve mollusks and crustaceans. NOAA Technical Memorandum NOS NCCOS 5, 218 pp.
- 28.-King, J. E. (1948). A study of the reproductive organs of the common marine shrimp, *Penaeus setiferus* (Linnaeus). The Biological Bulletin, 94(3):244-262.
- 29.-Medina, A., Vila, Y., Mourente, G. Rodriguez, A. (1996). A comparative study of the ovarian development in wild and pond-reared shrimp *Penaeus keraturus* (Forsk., 1775). Aquaculture 148: 63-75.
- 30.-Nazari, E. M., Bainy, A. C. D., Ammar, D., Müller, Y. M. R. (2007). Ovarian staging in eyestalk ablated females of *Farfantepenaeus paulensis*: a histologic, morphometric, and biochemical analysis. Journal of Crustacean Biology 27(2): 296-303.
- 31.-Neiva, G.S., Worsemann, T.V., Oliveira, M.T. Valentini, H. (1971). Contribucao ao estudo da maturacao da gónada femenina do "camarao rosa" (*P. paulensis* Pérez – Farfante, 1967). Boletim do Instituto de Pesca, 1 (4):23-28.
- 32.-Nion, H., Z. Varela, H. Castaldo (1974). Evaluación de los recursos pesqueros en el Sistema Laguna de Castillos, Arroyo de Valizas, CARPAS/6/74/Tec.5.13pp.
- 33.-Norbis Podstavka, W. A. (2000). Estudios sobre la población de camarón rosado (*Penaeus paulensis*) en las lagunas costeras de la reserva de biósfera Bañados del Este. Serie Documentos de Trabajo N^o 28. Rocha, PROBIDES, 41 p.
34. Palacios, E., Rodríguez-Jaramillo, C., Racotta, I.S. (1999). Comparison of ovary histology between different-sized wild and pond-reared shrimp *Litopenaeus vannamei* (= *Penaeus vannamei*). Invertebrate Reproduction and Development 35:251–259.
- 35.-Peixoto, S., Cavalli, R. O., D'Incao, F., Milach, Â. M., Wasielesky, W. (2003). Ovarian maturation of wild *Farfantepenaeus paulensis* in relation to histological and visual changes. Aquaculture Research, 34(14):1255-1260.
- 36.-Peixoto, S., Wasielesky Jr, W., D'Incao, F., Cavalli, R. O. (2003). Comparison of the Reproductive Performance of Similarly-Sized Wild and Captive *Farfantepenaeus paulensis*. Journal of the World Aquaculture Society, 34(1):50-56.
- 37.-Peixoto, S., Cavalli, R. O., Wasielesky, W., D'Incao, F., Krummenauer, D., Milach, Â. M. (2004). Effects of age and size on reproductive performance of captive *Farfantepenaeus paulensis* broodstock. Aquaculture 238(1-4):173-182.
- 38.-Peixoto, S., Cavalli, R. O., Wasielesky, W. (2005). Recent developments on broodstock maturation and reproduction of *Farfantepenaeus paulensis*. *Brazilian Archives of Biology and technology*, 48(6)997-1006.
- 39.-Peixoto, S., Wasielesky, W., Cavalli, R. O. (2011). Broodstock maturation and reproduction of the indigenous pink shrimp *Farfantepenaeus paulensis* in Brazil: An updated review on research and development Aquaculture, 315(1-2):9-15.
- 40.-Pérez D.G., Páramo J.E. (2014). Estadios de madurez del camarón rosado *Farfantepenaeus notialis* (Peneidae) en el caribe colombiano. Acta Biológica Colombiana 19 (2): 185-193.
- 41.-Pérez-Farfante I. (1970). Claves ilustradas para la identificación de los camarones comerciales en América Latina. Secretaría y Comercio. Mexico. Secretaría de Industria y Comercio. Serie Divulgación, Instructivo 3. Disponible en: <https://www.inapesca.gob> Fecha de consulta: 22/10/2019
- 42.-Quinitio E.T., Caballero R.M., Gustillo L. (1993). Ovarian development in relation to changes in the external genitalia in captive *Penaeus monodon*. Aquaculture 114: 71-81.

- 43.-Rodríguez-Gallego L., E. Meerhoff, L. Poersch, L. Aubriot , C. Fagetti (2008). Establishing limits to aquaculture in a protected coastal lagoon: Impact of *Farfantepenaeus paulensis* pens on water quality, sediment and benthic biota. *Aquaculture*, (277): 30–38.
- 44.-Rodríguez-Gallego, L. (2010). Eutrofización de las lagunas costeras de Uruguay: impacto y optimización de los usos del suelo (Eutrophication of coastal lagoons of Uruguay: impact and optimization of land use). Tesis de doctorado. PEDECIBA, UDELAR, 205p
- 45.-Santana, O., Fabiano G. (1999). Medidas y mecanismos de administración de los recursos de las lagunas costeras del litoral atlántico del Uruguay. En: Publicaciones del Plan de Investigación Pesquera INAPE-PNUD/URU/92/003. Montevideo. pp 165.
- 46.-Santana, O., Fabiano, G. Silveira, S. (2012). El camarón rosado: un favorito de la gastronomía regional. *Infopesca Internacional* 50. p 29-33
- 47.-Santana, O, Silveira, S. Fabiano, G. (2015). Catch variability and growth of pink shrimp (*Farfantepenaeus paulensis*) in two coastal lagoons of Uruguay and their relationship with ENSO events. *Brazilian Journal of Oceanography* 63(3):355-362.
- 48.-Scelzo, M. A. (1991). Cópula en cautiverio y desove del camarón *Artemisa longinaris* Bate, 1888 (Decapoda, penaeidae). *Frente Marítimo* 9 (A): 63-73.
- 49.-Tan-Fermin J.D., Pudadera R.A. (1989). Ovarian Maturation Stages of the Wild Giant Tiger Prawn, *Penaeus monodon* Fabricius. *Aquaculture* 77: 229-242.
50. Thompson, D. 2007. Economía e identidad de los pescadores de la Barra de la laguna de Rocha. En: Anuario Antropología Social y Cultural en Uruguay 2007. Comp. y Ed. Sonia Romero Grosky. Facultad de Humanidades y Ciencias. UdelaR. Montevideo, Uruguay. p 121-145
- 51.-Villegas, F. (1974). Informe preliminar sobre las posibilidades de cultivo de langostino *Penaeus paulensis* en lagunas salobres de Uruguay. Roma: FAO Inf. Pesca, 159(1):374.
- 52.-Worsmann, T. U.; Neiva, G. S.; Oliveira, M. T. Valentini, H. (1971), Contribuição ao estudo da maturação da gônada feminina do “camarão-rosa” (*Penaeus paulensis* Perez Farfante, 1967). *Boletim do Instituto de Pesca*, 1:23-28.
- 53.-Zenger, H. H., Agnes, J. L. (1977). Distribuição do camarão rosa *Penaeus brasiliensis* e *Penaeus paulensis* ao longo da costa sudeste e sul do Brasil. *Sér. Doc. Tec.* 21:1-105.
- 54.-Boschi, E. E. (1974). Disponible en: <http://www.fao.org/3/AC867S/AC867S07.htm>.
55. <http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=762833>.
56. Perez Farfante, I (1967) *Penaeus paulensis*. Disponible en: <https://www.inapesca.gub>