

UNIVERSIDAD RICARDO PALMA

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS



**ASPECTOS HISTOLÓGICOS DE LA GÓNADA
DEL
Loligo gahi "CALAMAR" (CEPHALOPODA: LOLIGINIDAE)
PROCEDENTE DEL LITORAL DE CHORRILLOS**

Tesis

para optar el Título Profesional de

Licenciado en Biología

Presentado por: Miguel Germán Dávila Robles

Lima – Perú

2009

A la memoria de mi padre,
médico, maestro, y un gran
ser humano que me dejó
un inmenso legado

A mi madre y a mis hermanos
por enseñarme el valor de la vida

“La libertad y la vida son dos pilares
necesarios para la investigación”

AGRADECIMIENTO

A mi asesor Bgo. Pedro Huamán M. por sus asesoramientos y guía en la elaboración de la tesis.

A la Blga. Betsy Buitrón y al Bgo. Ángel Perea por sus asesoramientos , capacitación y hacer crecer en mi el interés de la histología como método de estudio.

A la técnica Lic. Cecira García por su asesoramiento y guía en la parte técnica.

A la Lic. Ofelia Pagan por el asesoramiento en la técnica histológica.

A mi amigo Bgo. Carlos Arias por el apoyo en las tomas fotográficas

A mi amiga Bga. Karen Verde por el apoyo y motivación constante.

Al profesor Bgo. Edgar Patrón F. por su apoyo al permitirme utilizar el Laboratorio de Morfofisiología de la Universidad Ricardo Palma.

A la profesora Bga. Flor de María Madrid por incentivar y apoyarme en el proceso de elaboración de la Tesis y permitirme utilizar el Gabinete de Microscopia de la Universidad Ricardo Palma.

Al Bgo. Mag. Hugo Gonzáles M. por sus consejos y correcciones de la tesis.

Al Bgo. Nicolás Arzola G. por sus consejos y apoyo en la elaboración de la tesis.

A la Bga. María Esther Palacios por su apoyo y guía en la elaboración de la tesis.

Al profesor Mag. en Estadística y Matemática César Puicón por su asesoramiento y apoyo en los métodos estadísticos.

Y todas las personas que de una u otra forma me apoyaron en la realización de la tesis.

RESUMEN

En el presente trabajo se evalúa la estructura histológica de las gónadas del calamar *Loligo gahi* como también su comportamiento reproductivo en determinados meses. De Enero a Marzo de 2007 se realizaron muestreos mensuales de 56 ejemplares de calamar *Loligo gahi* del muelle de la playa Pescadores de la costa de Lima, Perú. Fueron procesadas por técnica histológica convencional de hematoxilina–eosina para poder determinar las etapas de la ovogénesis, espermiogénesis y describir la organización histológica del ovario y del testículo. En las hembras de *Loligo gahi* la ovogénesis presenta 6 etapas o fases de desarrollo. En el macho la espermiogénesis constó de 5 etapas de desarrollo, lo que facilitará predecir adecuadamente el ciclo reproductivo.

El análisis histológico se complementó con la obtención del índice gonadosomático, cuyos resultados permiten predecir que los meses de enero a marzo son los más adecuados para la maduración sexual y el desove en esta especie.

ABSTRACT

The present work evaluates the histological structure of gonads of the squid *Loligo gahi* as well as their behavior in certain months. From January to March 2007 were conducted monthly sampling of 56 specimens of the squid *Loligo gahi* Beach pier fishermen along the coast of Lima, Peru. Were processed by conventional histological technique of hematoxylin-eosin to determine the stages of ovogénesis, espermiogénesis and describe the histological organization of the ovary and testis. In females of *Loligo gahi* 6 presents the ovogénesis phases or stages of development. In the male espermiogénesis consisted of 5 stages of development, which provide adequately predict the reproductive cycle.

The histological analysis was supplemented by obtaining Gonadosomatic The results predict that the months of January through March are the most suitable for sexual maturation and spawning in this species

INDICE

AGRADECIMIENTO	3
RESUMEN	5
ABSTRACT	6
INTRODUCCION	9
ANTECEDENTES	11
MATERIALES Y METODOS	16
TRABAJO DE CAMPO	16
<i>Lugar de Colecta</i>	16
<i>Obtención de la muestra</i>	16
<i>Control de Factores Físico-Químico del agua de mar</i>	16
TRABAJO DE LABORATORIO	17
<i>Datos Biométricos (Longitud – Peso)</i>	17
<i>Datos Morfológicos</i>	18
<i>Preservación de la muestra</i>	18
<i>Procesamiento de las muestras</i>	18
<i>Procesamiento de datos</i>	20
RESULTADOS	22
TRABAJO DE CAMPO	22
<i>Análisis de temperatura y pH. del agua de mar</i>	22
TRABAJO EN EL LABORATORIO	22
<i>Análisis de la salinidad</i>	22
<i>Datos biométricos</i>	23
<i>Morfología</i>	23
<i>Estudio Histológico</i>	23
<i>Determinación cuantitativa (IGS)</i>	26
DISCUSION	29

CONCLUSIONES 32

REFERENCIA BIBLIOGRAFICA 33

ANEXOS 37

INTRODUCCION

La pesca es una actividad de suma importancia en la economía del Perú, gracias a ella el país percibe ingresos por exportación y por consumo interno.

Dentro de las diferentes especies de moluscos que son aprovechados está *Loligo gahi*, "calamar", distribuida desde Puerto Pizarro en el norte del Perú hasta el sur de Chile.

Loligo gahi "calamar", es una especie nectobentónica, mayormente habita en las costas y plataformas continentales hasta profundidades de 600 m., se caracteriza por presentar un manto largo, aletas rómbicas, 10 brazos largos (destacando el 3er. y 4to.), con anillos de las ventosas del 3er brazo provistos de 6 y 7 dientecillos anchos.

Tiene la característica de ser semélparo, es decir mueren después de su etapa reproductiva.

Los cefalópodos son dioicos y su gónada se localiza en la región posterior del cuerpo. El sistema reproductor masculino esta formado por un testículo, un conducto espermático, la glándula espermatofórica principal y la glándula espermatofórica accesoria, saco de Needham y pene. El 3er brazo del lado derecho está modificado para la cópula denominando hectocotilo. El sistema reproductor femenino está conformado por un ovario apical, un oviducto, iniciándose en una glándula oviductal .

En cefalópodos la vitelogénesis marca el inicio de la maduración sexual esto produce un acelerado crecimiento del ovario, la mayor o menor presencia de vitelo indica el estado de madurez del ovario.

La presencia del calamar en el mar peruano es importante debido a que es alimento de peces, aves y mamíferos marinos. De las tres especies de *Loligo* que habitan el mar peruano, *L. gahi* es el más abundante y tiene importancia comercial ya que está presente en la industria alimentaria generando un gran beneficio a la industria pesquera peruana, al igual que en otros países como España, Italia, USA y Francia que tienen una abundante demanda de especies de *Loligo*, representa el 10% de la captura total de cefalópodos a nivel mundial.

En los meses de Enero y Febrero del 2007 la captura de *L. gahi* fue de 1,246 t provenientes de la pesca artesanal del Callao, Talara, Paita y Caleta Cruz. En cuanto a su exportación, el calamar representa uno de los productos que mayor demanda esta teniendo, lográndose comercializar en Mayo del 2007 la cantidad de 2,300 TMB en estado congelado a países como España, Corea, Italia, Estados Unidos, Venezuela, Alemania y México .

Los pocos estudios que se han hecho del *L. gahi* "calamar" abarcan aspectos como población, alimentación y distribución. El análisis histológico de la gónada nos permite obtener con mayor exactitud información sobre su comportamiento reproductivo, logrando observar las diferentes fases del ciclo gonádico, esto nos ayudará indicar la época de desove con mayor precisión.

Muy poco se conoce de la histología del "calamar", a pesar de ser una especie explotada tanto en Perú como en Chile. El presente estudio aportará nuevos conocimientos a la biología de *L. gahi* , en aspectos histológicos donde se muestra las etapas de gametogénesis presentes en las gónadas así como especialmente su comportamiento en la estación de verano con lo que será de mucha utilidad en la extracción y manejo de la especie.

ANTECEDENTES

El conocimiento de la biología reproductiva en animales es importante para el manejo adecuado de las especies de importancia económica. *Loligo gahi* "calamar" es una especie sobre la cual no existe información extensa sobre su biología reproductiva.

El estudio de la espermatogénesis de *Loligo opalescens* procedente de California dio como resultado la descripción de una arquitectura histológica compuesta por tejido conectivo sosteniendo a los túbulos seminíferos que presentaban células sexuales en diferentes estadios de desarrollo , (Grieb, T y Beeman, R.; 1978).

Las características del sistema reproductivo de los cefalópodos, su desarrollo gonadal, su madurez sexual, los factores que afectan a su madurez y su fecundación (Guerra, A ;1987).

El estudio de la biología reproductiva y la escala de estado de madurez del sistema reproductivo femenino de *Illex cerebrosus* dio como resultado la presencia de 7 estados de desarrollo en el ciclo de vida (Burukovsky, R y col.; 1987).

El estudio histológico de los ovarios y testículos de *Loligo vulgaris* permitió la descripción de la arquitectura histológica de cada uno así como el análisis y la descripción de sus estados de madurez llegando a reportar 5 estados de desarrollo en hembras y 4 en machos (Sauer, W y Lipinski, M ;1990).

La descripción del sistema reproductivo de los cefalópodos el estudio del desarrollo y la función de los cefalópodos permite identificar 7 etapas de madurez gonadal.(Arkhipkin, AI; 1992).

Entre el periodo de enero y abril de 1987 se muestrearon 13568 de calamar argentino *Illex argentinus*, estudiando sus aspectos biológicos, con amplios promedios de morfometría en la primera maduración observándose un aumento de la proporción de individuos maduros de febrero a abril y obtuvieron la relación longitud-peso para hembras y machos.(Tizol, R. y col.;1994).

El estudio de la biología reproductiva del pulpo *Octopus mimus* procedente de la región de Matarani, Arequipa dió como resultado que las hembras presentaban ocho estadios de desarrollo de ovocitos durante la ovogénesis. (Ishiyama, V; y col.;1996).

En *Loligo gahi* Orbigny procedente de Huarmey, Perú entre febrero y marzo de 1985 se analizó las características de la estructura poblacional, reproductiva y alimenticia. (Cardoso, F ; y col.;1998).

La madurez sexual en *Octopus mimus* procedente de Pucusana se expresa por la presencia de tejido epitelial, tejido conectivo, tejido muscular y células sexuales en el ovario de 5 estadios de madurez en las hembras y 4 en los machos alcanzando su máxima actividad reproductiva entre noviembre y mayo.(Nacarino, N ;1998).

El análisis histológico de la ovogénesis y la maduración ovárica de *Octopus mimus* procedente de la costa de Antofagasta , Chile determinó que la ovogénesis presentaba 13 estadios intraováricos, la arquitectura histológica del ovario comprendía tejidos epitelial, conectivo y muscular. Encontrándose que no existía sincronía interfolicular . (Olivares, A y col. ;2001).

El estudio de la función gamética mediante análisis histológico de los túbulos seminíferos del testículo de *Octopus mimus* permitió diferenciar 3 categorías de machos adultos: maduros jóvenes, de madurez máxima y en regresión (Olivares, A y col. ;2003).

El estudio de los aspectos biológicos del *Loligo gahi* "calamar" procedente del Callao en una recolección realizada durante un año, permite obtener el Índice gonadosomático (IGS) de dicha especie. (Villegas, P.;2001), así mismo los valores promedio de Índice Gonadosomático IGS para hembras que permitió reportar el desove y madurez de *Loligo gahi* procedente de la Bahía El Gramadal de la costa del Perú(Elliot, W. y col.;2001).

La biología y la dinámica poblacional del calamar *Loligo plei* en aguas del sur de Brasil determinan que los picos de desove fueron entre enero y mayo observándose ovocitos en diferentes fases de desarrollo.(Alvarez, J. y col.;2002).

Los patrones de maduración, fecundidad y reproducción de *Loligo vulgaris* en el mar Adriático Central muestran que los ovarios de las hembras presentan ovocitos en diferentes fases de desarrollo y desovan durante todo el año teniendo picos entre enero y mayo .(Krstulovic, S y col. ;2004).

La relación del proceso reproductivo con el gasto energético de la glándula digestiva de *Loligo gahi* , determinó que el índice gonadosomático (IGS) aumenta con relación al estado de madurez microscópico pero no el índice de la glándula digestiva logrando determinar que *L. gahi* incrementa su tasa de ingesta para suplir la demanda energética que implica el desarrollo de sus gónadas(Ibáñez, C. y col.;2005).

El estudio de la biología reproductiva de la jibia, *Dosidicus gigas* permitió analizar los estados de madurez gonadal. En el ovario se encontró 5 estadios de madurez y en testículo 4 estadios.(González, P. y col.;2006).

El análisis histológico de las gónadas de *Dosidicus gigas* procedente de el Golfo de California, México entre junio del 2001 y noviembre del 2002 reporta la presencia de 6 estadios de madurez en los cuales se logra distinguir los ovocitos desde el estadio inmaduro con presencia de núcleo hasta el ovocito maduro con presencia de vitelo (Díaz, J; y col.;2006)

MATERIALES Y METODOS

TRABAJO DE CAMPO

Lugar de Colecta

El material biológico utilizado procede de la pesca efectuada en el muelle de Pescadores del distrito de Chorrillos de la Provincia de Lima, ubicada a los 12°09`36" de latitud Sur y a los 77°01`30" de longitud Oeste.

Obtención de la muestra

Los muestreos se realizaron desde enero hasta marzo del 2007, obteniéndose de 18 a 20 ejemplares por cada muestreo, haciendo un total de 56 ejemplares, de ellos 15 corresponden a machos y 41 a hembras presentando una relación de 1:3.

Control de Factores Físico-Químico del agua de mar.

Mediante la ayuda de un termómetro se tomó la temperatura superficial del mar, también se colectó agua para la medición de pH. la cual fue hecha con una cinta de pH.

Para el análisis de salinidad se colectó mensualmente en frascos de 250 ml. agua de mar del muelle de Pescadores en Chorrillos cuidando que no se espongan a la luz. Las muestras fueron llevadas a IMARPE para la medición de salinidad con la ayuda de un refractómetro.

TRABAJO DE LABORATORIO

Datos Biométricos (Longitud – Peso)

En el laboratorio de Morfofisiología de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Ricardo Palma, se tomaron los datos biométricos correspondientes utilizando un ictiómetro.

Tamaño:

Longitud total (LT). Desde el ápice del manto hasta el extremo distal del brazo más largo.

Longitud del manto (LM) desde el ápice del manto hasta una línea imaginaria que une los ojos.

Pesos:

El peso total (PT), se obtuvo con la ayuda de una balanza de triple brazo Ohaus donde fue pesado el animal en su totalidad.

El peso de la gónada (PG), se realizó extrayendo el ovario y en caso de los machos el testículo. Fueron pesados en una balanza de triple brazo Ohaus.

Se efectuó un análisis macroscópico de las gónadas; observando color, forma, tamaño, aspecto, ubicación tanto del testículo como del ovario.

Todos los datos biométricos fueron anotados en fichas preparadas previamente. (Ver anexo. Ficha de muestreo)

Datos Morfológicos

Los especímenes fueron disecados para la descripción de las gónadas detallando su ubicación, forma, color y demás características para luego ser extraídas.

Preservación de la muestra

Se les asignó a cada muestra un código con el cual fueron fijados en formol bufferado al 10% y depositadas en envases de plástico previamente rotuladas para poder ser procesadas

Procesamiento de las muestras

Para el análisis histológico, las gónadas fueron procesadas de la siguiente manera:

De cada individuo se tomó una porción de gónada, la que fue colocada en un molde rotulado para inclusión en parafina.

Se procedió a realizar los pasos para la obtención de cortes histológicos siguiendo la técnica propuesta por Alvaro Tresierra que consiste en : Primero se deshidrató la muestra en alcohol , después la muestra se aclaró en 2 pasos de xilol, posteriormente se impregnó en parafina fundida y finalmente se incluyó la muestra en parafina.

Una vez obtenida la muestra se procedió a realizar cortes histológicos de 7 μm . en un micrótomo de rotación tipo minot.

Los cortes acomodados en láminas portaobjetos fueron coloreados con hematoxilina-eosina y finalmente se montaron con bálsamo de Canadá para su análisis posterior.

Estudio Histológico

Las láminas fueron analizadas utilizando un microscopio compuesto Leica modelo CME en el Gabinete de Microscopia de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Ricardo Palma anotando las características histológicas de cada muestra:

Gónadas femeninas

Tejidos que conforman la gónada.

Presencia de células sexuales y sus características diferenciales.

Presencia de vitelo.

Para el análisis se utilizó las escalas propuestas por Knipe y Beeman (1978) para *Loligo opalescens* utilizados también por Diaz Uribe (2006) para *Dosidicus gigas* y Nacarino (1997) para *Octopus mimus*.

Gónadas masculinas

Tejidos que lo conforman.

Presencia de células sexuales y sus características diferenciales.

Se determinó el estado de desarrollo de las células sexuales para lo cual se utilizó la escala propuesta por Sauer y Lipinsky (1990) para *Loligo vulgaris*.

Determinación Cuantitativa

Se estimó el Índice Gonadosomático (IGS) con los datos biométricos obtenidos con el peso total y el peso de la gónada, de acuerdo a lo propuesto

por Nacarino(1997) para *Octopus mimus*. y por González (2006) para *Dosidicus gigas* (2006).

$$\text{IGS} = \frac{\text{P.G.}}{\text{P.T.}} \times 100$$

P.T.

P.T. = Peso total

P.G. = Peso de gónada

Procesamiento de datos.

Se registraron los datos correspondientes a las características cualitativas y cuantitativas con las que se elaboraron las tablas estadísticas correspondientes, haciendo uso de los programas Excel y SPSS.

RESULTADOS

TRABAJO DE CAMPO

Análisis de temperatura y pH. del agua de mar

Temperatura

Se registraron las temperaturas máximas y mínimo durante los tres meses de colecta encontrándose una temperatura mínima de 16.6°C en el mes de enero y una máxima de 24°C en el mes de febrero del año 2007. (Tabla 1)

Análisis de pH

Los valores encontrados fueron:

Enero : pH 8

Febrero : pH 7

Marzo : pH 8

TRABAJO EN EL LABORATORIO

Análisis de la salinidad

Se hicieron estudios de salinidad desde enero hasta marzo (Tabla N° 2)

Datos biométricos

De los 56 ejemplares colectados, 41 fueron hembras y 15 fueron machos. La longitud total varió entre 310 m.m. y 170 m.m. para las hembras y entre 330 m.m. y 220 m.m. para los machos.

La longitud del manto varió entre 180 m.m. y 80 m.m. para las hembras y entre 200 m.m. y 120 m.m. para los machos.

El peso total varió entre 88,5 g. y 16,5 g. para las hembras y entre 114, 8 g. y 30 g. para los machos.

El peso del ovario varió entre 4,3 g. y 0,2 g.. El peso del testículo varió entre 2,3 g. y 0,4 g.

Se presentó dimorfismo sexual externo, la mayoría de las hembras se presentaban con mayor volumen y tamaño que el macho. (Fig. 14)

Morfología

Ovario: órgano de mayor tamaño que el testículo, mayor volumen, de forma de un saco, alargado. Color blanquecino semitransparente el cual varía hasta un color amarillo translúcido el cual indica la madurez total del ovario, llegándose a visualizar el interior del ovario a través de la membrana. Este órgano se encuentra ubicado en la parte superior del celoma.(Fig. 12)

Testículo: órgano de color blanquecino , situado en la zona central e inferior de la cavidad paleal y adherido a la cavidad celomática.(Fig. 13)

Estudio Histológico

Ovario: En el ovario se observó la presencia de dos zonas, la periférica y la central, un epitelio escamoso que cubre ambas zonas.(Fig.15)

En la zona periférica presenta tejido conectivo laxo. En la zona central del ovario se puede distinguir los ovocitos en diferentes estadios de desarrollo que están entrelazados o se mantienen sostenidos por ramificaciones de tejido conectivo denso con presencia de fibras colágenas y de células basófilas (Fig. 16), también se observa la presencia de células sanguíneas.

Ovocitos: Envuelto por un epitelio folicular que va modificando a medida que el ovocito va desarrollando, en algunos se logra observar un núcleo grande de aspecto acidófilo que va siendo desplazado hacia un polo animal hasta desaparecer. Dentro del ovocito se forma el vitelo, dicha sustancia es la que se encarga de nutrir al ovocito. Se logró observar la presencia de 6 etapas de desarrollo.

Ovogenesis

Ovocito Tipo I : (Fig. 17) Ovocito muy pequeño, cuyo diámetro promedio es de 57 μ m. El núcleo es central, esférico, grande con características acidófilas, su citoplasma basófilo es reducido.

Ovocito Tipo II : (Fig. 18) Ovocito pequeño con un diámetro promedio de 117 μ m. Son ovoides, rodeado de un epitelio folicular simple de células planas. El núcleo es aun grande y su citoplasma se amplía.

Ovocito Tipo III : (Fig. 19) Ovocito aún pequeño con el epitelio folicular en transformación a células cúbicas, con núcleo central circular, aún presenta núcleo con nucleolo. Presenta un diámetro promedio de 164 μ m.

Ovocito Tipo IV: (Fig. 20) El ovocito empieza a presentar vitelo, el núcleo se sitúa en la periferia y empieza a aparecer un epitelio folicular formado por células cúbicas con núcleo basófilo. El diámetro del ovocito es de un promedio de 259 μ m .

Ovocito Tipo V: (Fig. 21) El ovocito presenta un epitelio folicular de células cúbicas con núcleo basófilo, dicho epitelio se presenta en forma de invaginaciones. La vitelogénesis es pronunciada, el vitelo llena todo el ovocito, el núcleo se ha desintegrado ya no es visible. La talla del ovocito tiene un promedio de 610 μm .

Ovocito Tipo VI: (Fig. 22 y Fig. 23) El ovocito a alcanzado su máximo desarrollo y por tanto son de mayor tamaño presentando un promedio de 1,037 μm . Los gránulos de vitelo han invadido completamente el ovocito, los pliegues del epitelio folicular se han retraído formando una capa de células cúbicas y se ha formado una tercera capa de tejido conectivo llamada corion.

El estudio histológico nos permitió observar que entre los meses de enero y marzo la especie presenta un elevado nivel de madurez sobre todo en el mes de febrero, siendo esto un indicador del desove de la especie. Del total de gónadas estudiadas se reportó que 2% de ellas presentaban ovocitos inmaduros, 4% ovocitos en Fase II, 5% presentaban ovocitos en fase III, 13% presentaban ovocitos en fase IV, 73% ovocitos en fase V y 3 % ovocitos en fase VI.

Testículo: Está constituido por un conjunto de túbulos seminíferos rodeados por tejido conectivo el cual esta constituido por fibras colágenas y presentando células basófilas.(Fig.24)

El túbulo seminífero presenta una delgada capa de epitelio plano que constituye el epitelio germinal, en su interior encontramos células sexuales de diferentes estadios de desarrollo.(Fig. 25)

Espermiogenesis

Las células sexuales están clasificadas de la siguiente manera:

Espermatogonia: son células ubicadas en el epitelio germinal del túbulo seminífero; de citoplasma acidófilo presentando un núcleo basófilo y grande.

Espermatocito I: de menor tamaño, basófilo y presenta gran cantidad de gránulos de cromatina en su interior.

Espermatocito II: Pequeño, presenta una basofilia.

Espermátide: Basófilo y de menor tamaño, se encuentran cerca de la luz del túbulo seminífero.

Espermatozoide: se distingue en cada uno de ellos un flagelo acidófilo y la cabeza basófila, están ubicados en la luz del túbulo seminífero..

El estudio histológico nos permitió constatar que los testículos tenían la presencia de espermatozoides en la luz de los túbulos seminíferos , a la vez que el diámetro de los túbulos eran mayores lo cual es un indicador de madurez sexual del animal.

Determinación cuantitativa (IGS)

Los valores del Índice Gonadosomático (IGS) variaron durante el tiempo de colecta observándose, que en el mes de febrero se obtuvieron los valores más altos (5,71) para hembras y (3.81) para machos. Estas cifras nos indican un comportamiento de alta madurez a su vez nos indica el estado de desove de la especie (Tablas N° 5 y N°6)

Se observa que existe una relación entre peso total y peso gonadal , las hembras que tienen mayor peso presentan los ovarios mas voluminosos y pesados.(Fig.3)

DISCUSION

El calamar *Loligo gahi* es una de las principales especies de la pesquería nacional . En el presente estudio se han encontrado que en el litoral de Chorrillos existe una proporción de 3 hembras por un macho en relación a lo reportado para *Loligo gahi* procedente de Huarmey donde la proporción es 2:1 (Cardoso, F. et al 1998) , esto podría deberse a que el calamar se dirige al litoral para realizar el desove de los huevos.

El ovario de *Loligo gahi* presentó una conformación histológica muy similar al de otros cefalópodos por la presencia de un tejido epitelial plano , de bajo tejido conectivo laxo y los ovocitos entrelazados por tejido conectivo denso y tejido muscular. Olivares(2001) detalló la histología del ovario de *Octopus mimus* de la costa de Antofagasta, Chile, en el cual describe la presencia de tejido conectivo denso, tejido muscular liso, un epitelio escamoso de cubierta y ovocitos en diferentes etapas., Nacarino(1998) también realizó una breve descripción del componente histológico del ovario de *Octopus mimus*, Knipe, (1978) describió en *Loligo opalescens* la presencia de tejido conectivo rodeando a los ovocitos y la formación de sincitio folicular a medida que va madurando el ovocito.

La conformación histológica que presenta el testículo de *Loligo gahi* se caracteriza por la presencia de un conjunto de túbulos seminíferos interconectados por tejido conectivo con fibras colágenas y células basófilas similar al descrito por Grieb (1978) para *Loligo opalescens* y por Sauer (1990) para *Loligo vulgaris* , algo similar en el testículo de *Octopus mimus* donde se observa un conjunto de túbulos seminíferos entrelazados por tejido conectivo, Olivares (2003).

Las 6 fases de maduración de los ovocitos que se lograron describir en

Loligo gahi presentaron similitud con lo descrito por Knipe (1978) en *Loligo forbesi* por Sauer(1990) que registró solo 5 fases de desarrollo en *Loligo vulgaris*, coincidieron con los trabajos hechos en otros cefalópodos como los realizados por Olivares(2000) que logró distinguir 8 fases de maduración en *Octopus mimus* de la costa de Antofagasta, Chile; el realizado por Nacarino(1998) que encontró 8 fases de maduración en *Octopus mimus* de Pucusana, Perú y el ejecutado por Gonzáles (2006) que logró observar 6 fases de maduración en *Dosidicus gigas* D`Orbigny de la costa norte-centro de Chile.

En *Loligo gahi* se observó dentro de los túbulos seminíferos la presencia de 5 fases de desarrollo: espermatogonia, espermatocitos I y II, espermatídes y espermatozoides se asemejan al descrito por Sauer(1990) en *Loligo vulgaris* donde describe la presencia de espermatogonias, espermatocitos y espermatídes. Griebb(1978) también describe la espermatogénesis en *Loligo opalescens*, en dicho estudio identifica espermatogonias, espermatocitos, espermatídes y espermatozoides. Olivares(2003) aparte de describir la histología del testículo de *Octopus mimus* también describe la espermatogénesis el cual coincide con las 5 fases que presenta *Loligo gahi*.

Los cambios estructurales que se presentan en los ovocitos de *Loligo gahi* desde un epitelio folicular plano con un núcleo grande hasta ovocitos con epitelio cilíndrico simple con abundante vitelo y ausencia de núcleo en estadios avanzados son muy similares a los de otros cefalópodos (Olivares, 2000; González, 2006; Díaz, 2006; Nacarino, 1997; Knipe, 1978). Presentan aspectos comunes como la proliferación de células foliculares, en especies como *Octopus mimus* o *Dosidicus gigas* no son muy numerosas ni muy profundas (Olivares, 2000; Nacarino, 1997; Díaz, 2006; González, 2006).

Probablemente las células foliculares secretoras y los vasos sanguíneos en el epitelio de los folículos están comprometidos en la síntesis y acumulación de vitelo en el ovario de *O. mimus* Olivares(2000).

Este estudio indica que los calamares colectados durante los meses de Enero, Febrero y Marzo estaban en proceso de maduración gonadal debido al alto número de hembras que presentaban los dos últimos estados de maduración de los ovocitos. Esto concuerda con lo señalado por Grados (1998) que indica una maduración de *Loligo gahi* en la estación de verano. Coincide también con Alvarez (2002) quien informa que *Loligo plei* de las aguas del sur del Brasil presenta un gran evento reproductivo durante los meses de verano extendiéndose hasta otoño.

Los valores obtenidos del Índice Gonadosomático del calamar *Loligo gahi* procedente del litoral de Chorrillos están relacionados con la época máxima de madurez que se detalla en los estudios histológicos. Esto concuerda con lo presentado por Elliot, W et. al.(2001) en *Loligo gahi* del puerto de Huacho. Villegas(2001); determinó que en la estación de primavera es el momento de desove de *Loligo gahi* , esto podría ser originado a que el estudio que se realizó fue anual y en época del Niño. No coincide con Krstulovic(2004) el cual para *Loligo vulgaris* registra valores altos entre invierno y primavera, esto se debería a que los hábitats son distintos, en Europa no existe la presencia de fenómenos climáticos como el del Niño.

Loligo gahi ha presentado en algunos individuos la presencia de diversos estadíos en el ovario incluyendo el estado inmaduro lo cual difiere con lo observado en otros cefalópodos , Ishiyama(1996) en *Octopus mimus* en la costa de Matarani, Arequipa, Perú, ; Olivares(2001) en *Octopus mimus* en la costa de Antofagasta, Chile que no observaron ovocitos inmaduros.

CONCLUSIONES

Del estudio histológico de las gónadas de 56 calamares, 41 de ellos hembras y 15 machos se llegaron a las siguientes conclusiones:

La estructura histológica del ovario y del testículo de *Loligo gahi* es similar a la de otras especies de cefalópodos.

Se determinó el Índice Gonadosomático promedio para los meses de estudio (enero, febrero y marzo) en hembras 4,35 y machos 1,30 corroborándose el estado de maduración con el estudio histológico.

Se estableció una escala microscópica de desarrollo gonadal en ovario para *Loligo gahi* correspondiente a 6 estadios de maduración I, II, III, IV, V y VI.

REFERENCIA BIBLIOGRAFICA

Alvarez, J; Cordella, D; Oliveira, U.2002. Biology and population dynamics of the long-finned squid *Loligo plei* (Cephalopoda: Loliginidae) in southern Brazilian waters.58:267-279

Arkhipkin, Al 1992. Reproductive system structure , development and function in cephalopods with a new general scale for maturity stages. Journal Northwest Atlantic Fisheries Science 12: 63-74

Burukowsky,R; Froerman, Y; Nigmatullin, Ch. 1984. Reproductive Biology and Scale of Maturity Stage of Reproductive System of Female Squid (*Illex illecebrosus*).NAFO. Scr. Doc. 84/9/120.

Cardoso, F; Tarazona, J; Paredes,C. 1998. Aspectos Biológicos del Calamar patagónico *Loligo gahi* (CEPHALOPODA: LOLIGINIDAE) en Huarney, Perú. Revista Peruana de Biología.5(1):1-6.

Díaz , J; Hernández, A; Morales, E; Martínez, S; Suárez, M; Hernández, A. 2006. Validación histológica de los estados de madurez gonádica de las hembras de calamar gigante (*Dosidicus gigas*) en el Golfo de California, Mexico.Universidad Autonoma de Baja California.Ciencias Marinas.32(1A): 23-31.

Elliot, W; Ramírez, A; Gonzáles, R; Becerra, W;. 2001. Pesquería del calamar *Loligo gahi* de Bahía El Gramadal (10°23`53" S). Inf. Inst. Mar Perú .1-3.

González, P y Chong, J. 2006. Biología reproductiva de *Dosidicus gigas* D`Orbigny 1835 (Cephalopoda, Ommastrephidae) off north-central Chile. *Gayana (Concepc.)* 70(2): 37-244.

Grieb, T. M. y R. V. Beeman. 1978. A study of spermatogenesis in the spawning population of the squid *Loligo opalescens*. In: Biological, Oceanographic and Acoustic Aspects of the Market squid, *Loligo opalescens* Berry. Recksiek, C. W. y H. W. Frey (eds.), *Fish. Bull. Calif.*, 169:11-21.

Guerra, A. 1987. La reproducción de los moluscos cefalópodos. CAICYT. Madrid. España. 185-216.

Ibañez, C; Chong, J; Pardo-Gondrillas, C. 2005. Relaciones somatométricas y reproductivas del calamar *Loligo gahi* Orbigny, 1835 en bahía Concepción, Chile. *Invest. Mar. Valparaíso*, 33(2): 211 – 215.

Ishiyama, V; Siga, B; Talledo, C. 1996. Biología Reproductiva del pulpo *Octopus mimus* (Mollusca: Cephalopoda) de la Región de Matarani, Arequipa, Perú. *Revista Peruana de Biología*. 6(1): 1 – 9.

Knipe, J; Beeman, R. 1978. Histological observations on oogenesis en *Loligo opalescens*. *California Department of Fish and Game Fish Bulletin*, 169:23-33.

Krstulovic, S; Vrgoc, N. 2004. Population structure, maturation and reproduction of the European squid, *Loligo vulgaris*, in the Central Adriatic Sea.69: 239-249.

Letelier, S; Vega, M; Ramos, A; Carreño, E. 2003. Base de datos del Museo Nacional de Historia Natural: moluscos de Chile. Rev. Biol. Trop.51(3) 33-137.

Ministerio de Pesquería. Oficina General de Tecnología de la Información y Estadística. Informe de Boletín Estadístico 2007.

Nacarino, M. 1997. Estudio de la Madurez Sexual de *Octopus mimus* Gould, 1852 (Cephalopoda: octópoda) en Pucusana-Lima. Tesis Universidad Ricardo Palma. 65 p., 33 ref., ilus., tab., fig.

Olivares, A; Zamora, M; Portilla, P; Zúñiga, O. 2001. Estudio Histológico de la Ovogénesis y Maduración en *Octopus mimus* (CEPHALOPODA:OCTOPODIDAE) de la II Región de Chile. Estud. Oceanológico. 20:13-22.

Olivares, A; Bustos, E; Castillo, V; Zúñiga, O. 2003. Variaciones del Funcionamiento Testicular *Octopus mimus* Adultos. Int. J. Morphol. 21:315-323.

Rodríguez de la Rúa, A; Pozuelo, I; Prado, M; Gómez, M; Bruzón, M. 2002. Ciclo Reproductor y Talla de Madurez Sexual del pulpo común (*Octopus vulgaris*) en el Litoral Atlántico Andaluz.

Sauer, W; Lipinski, M. 1990. Histological Validation of Morphological Status of Sexual Maturity in Ceokker squid *Loligo Vulgaris* Reynaudii D'ORB (cephalopoda: Loliginidae). S. Afr.J.mar.Sci.9: 189-200.

Tizol, R; García, C; López, J. 1994. Aspectos biológicos del calamar argentino *Illex argentinus* (Castellanos) capturado por la flota cubana de pesca en el talud patagónico durante 1987. Instituto Investigación Marina. Punta Betin.23: 129 -135.

Tresierra, A. 1986. Biología Reproductiva e Histología de Gónadas en peces.. Ed. BIOSCIENCIE.90-127.

Villegas, P. 2001. Aspectos Biológico-Pesqueros del "Calamar común", *Loligo gahi* d'Orbygni, 1835 en el área del Callao durante 1996 y 1997. Tesis Universidad Nacional Mayor San Marcos.84p., 48 ref., ilus.,tab.,fig.

ANEXOS

Ficha de Muestreo

ESTUDIO HISTOLOGICO DE GONADAS DE CALAMAR *Loligo gahi*

FECHA :

LUGAR :

ESPECIE :

Nº MUESTRAS :

pH. :

TEMP. :

Código	Log.Total (mm)	Long.Manto(mm)	W. Total(gr)	W. Gónada(gr)	Sexo

Long. Total (mm) : Longitud total

Long. Manto (mm) : Longitud del manto

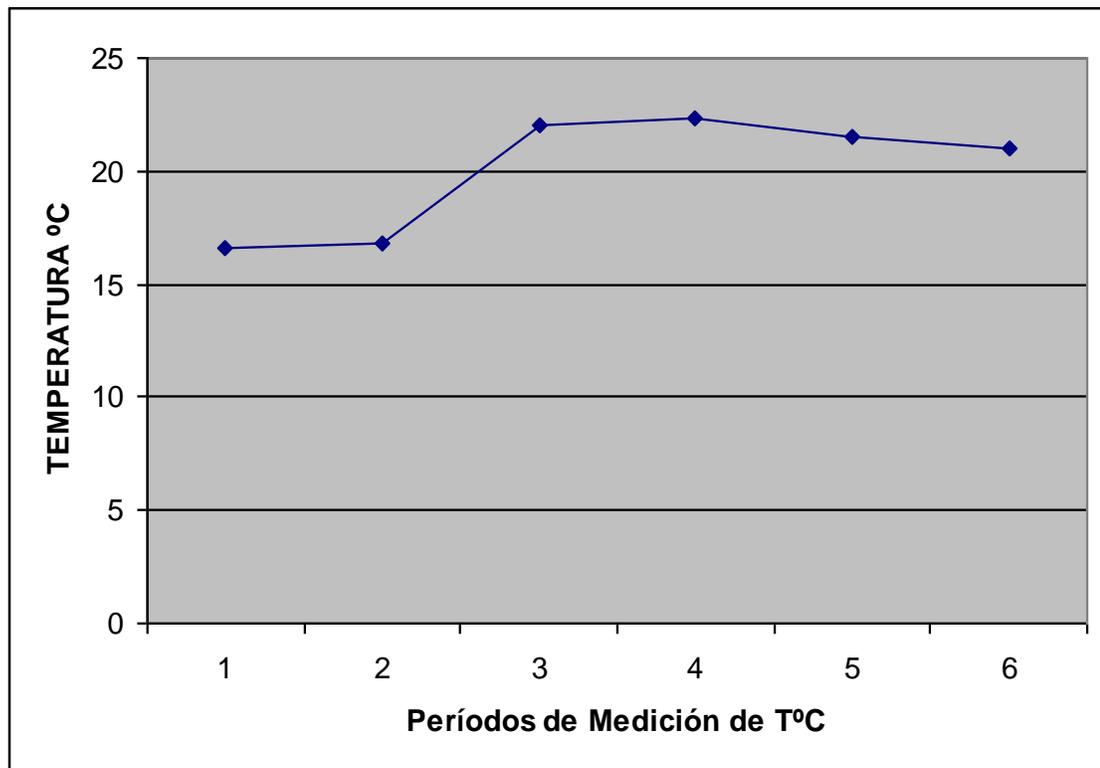
W.Total : Peso total

W. Gónada : Peso de la gónada

Tabla 1. Variación de la Temperatura

Periodos de temperatura	TEMPERATURA C°
1	16.6
2	16,8
3	22
4	22,3
5	21.5
6	21

Fig.1. Representación gráfica de la relación de temperatura con periodos de medición de temperatura.



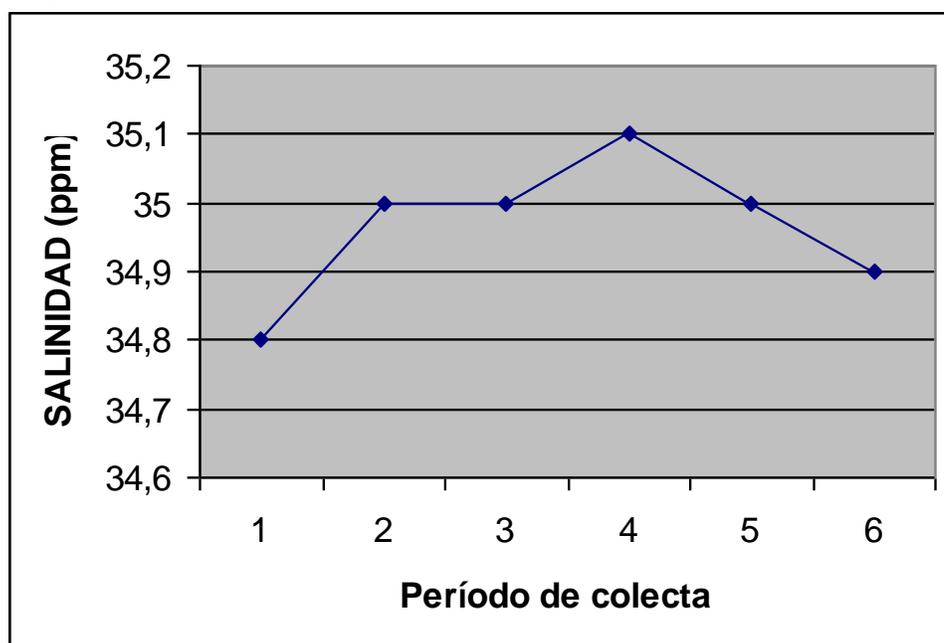
Mediciones de T° Meses

1 y 2 Enero
3 y 4 Febrero
5 y 6 Marzo

Tabla N° 2. Salinidad de los meses de estudio.

Periodo de colecta	SALINIDAD (ppm)
1	34,8
2	35
3	35
4	35,1
5	35
6	34,9

Fig. 2. Representación gráfica de la relación salinidad con periodos de colecta.



Periodo de colecta	Meses
1 y 2	Enero
3 y 4	Febrero
5 y 6	Marzo

Tabla 3. Medidas y Pesos de los machos de *Loligo gahi* tomadas en los meses de Enero, Febrero y Marzo.

CODIGO	L.TOTAL(mm.)	L.MANTO(mm.)	W.TOTAL(gr.)	W.GONADA(gr.)	IGS
B6	290	200	77	1	1,29
B7	320	190	105,5	1	0,94
B9	280	190	114,8	1,5	1,3
B11	330	180	11,1	0,6	5,4
B19	330	190	103	2,3	2,23
C1	240	140	50,8	0,4	0,78
C4	270	140	67,3	1	1,48
C6	280	150	69,5	1,5	2,15
C7	270	130	49,8	1	2
C8	220	120	30	0,5	1,66
C9	240	130	39,5	0,5	1,26
C13	250	130	45,5	0,7	1,53
C14	240	120	40	0,5	1,25
C15	270	140	55	0,7	1,27
C16	240	120	39,8	0,4	1

Códigos B : Mes de febrero ; Códigos C: Mes de marzo

Tabla 4. Medidas y pesos de las hembras de *Loligo gahi* tomadas en los meses de Enero, Febrero y Marzo.

CODIGO	L.TOTAL (mm.)	L.MANTO(m.m.)	W.TOTAL(gr.)	W.GONADA(gr.)	IGS
A1	220	120	47,8	1	2,09
A2	250	130	53,2	1	1,87
A3	200	110	40	1,1	2,75
A4	240	120	60	4,3	7,16
A5	200	100	43,3	2	4,61
A6	210	120	49,4	1,8	3,64
A7	230	110	49	3	6,12
A8	220	110	43,7	1,6	3,66
A9	220	120	46,5	2	4,3
A10	210	120	50,3	2	3,97
A11	200	110	33	0,8	2,42
A12	210	100	43,5	1,8	4,13
A13	210	110	44,5	1,4	3,14
A14	210	110	41,4	0,9	2,17
A15	200	100	44	1,6	3,63
A16	210	110	43	1,1	2,55
A17	180	90	33,5	0,5	1,49
A18	190	100	38	2,6	6,84
A19	230	120	51,5	2	3,88
A20	240	120	52,8	2	3,89
B1	250	130	50,2	0,3	0,59
B2	240	120	48	3,3	6,87
B3	210	80	32	2,5	7,81
B4	210	100	36,5	3	8,21
B5	240	100	35,2	2,2	6,25
B8	260	110	43	1,7	3,95
B10	180	110	37	1,2	3,24
B12	170	100	16,5	0,4	2,42
B13	230	110	48	1,5	3,12
B14	220	120	50	5,2	10,4
B15	230	120	39,5	1,3	3,29
B16	220	100	37	2,2	5,94
B17	240	120	45	3,4	7,55

B18	180	110	37	2,7	7,29
C2	250	130	42	1,8	4,28
C3	250	130	47	2	4,25
C5	250	120	38,1	0,2	0,52
C10	270	150	56,5	3,5	6,19
C11	280	130	47	2,2	4,68
C12	250	130	54	2,8	5,18
C17	220	110	39	0,8	2,05

Còdigos: A: Mes de enero ; B: Mes de febrero; C: Mes de marzo

Fig. 3. Relación Peso Total con Peso del Ovario de *Loligo gahi*.

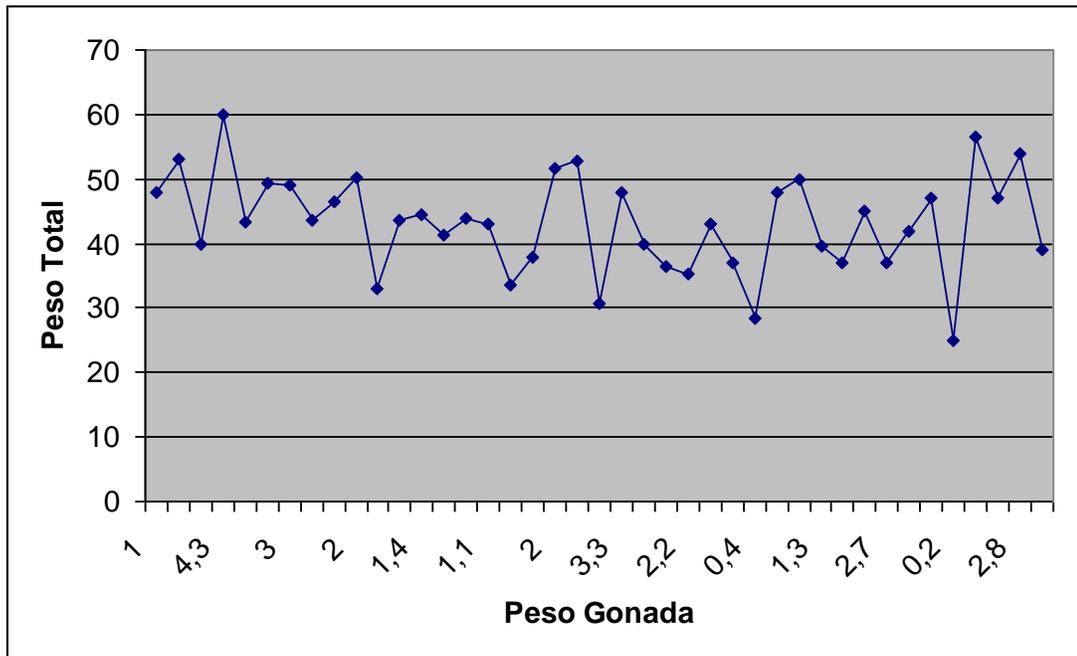


Fig. 4. Relación Peso Total con Peso del Testículo de *Loligo gahi*

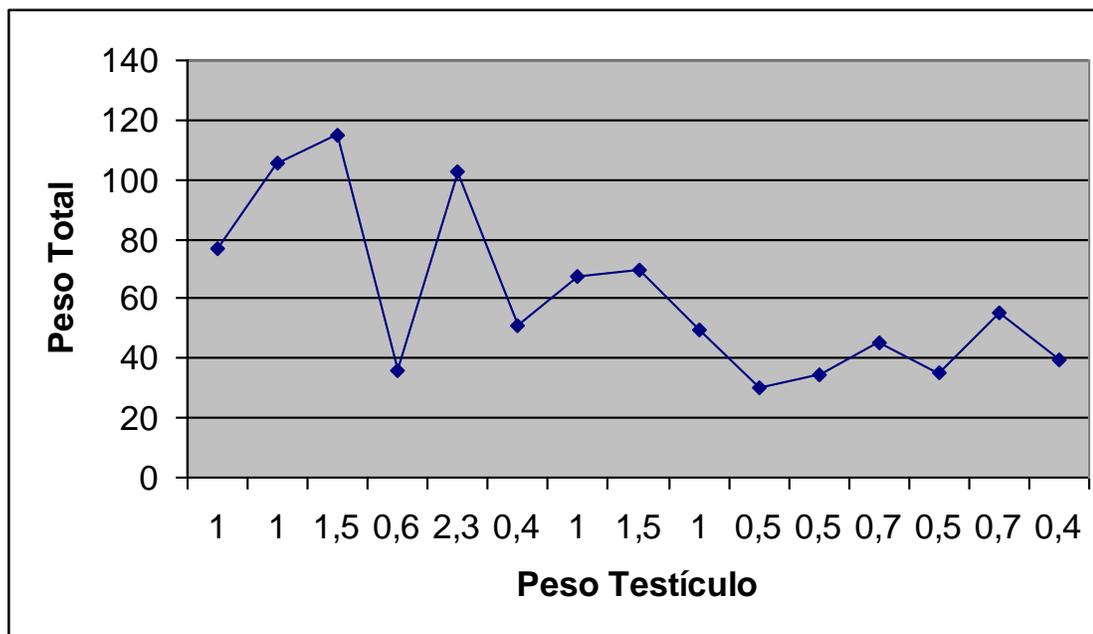
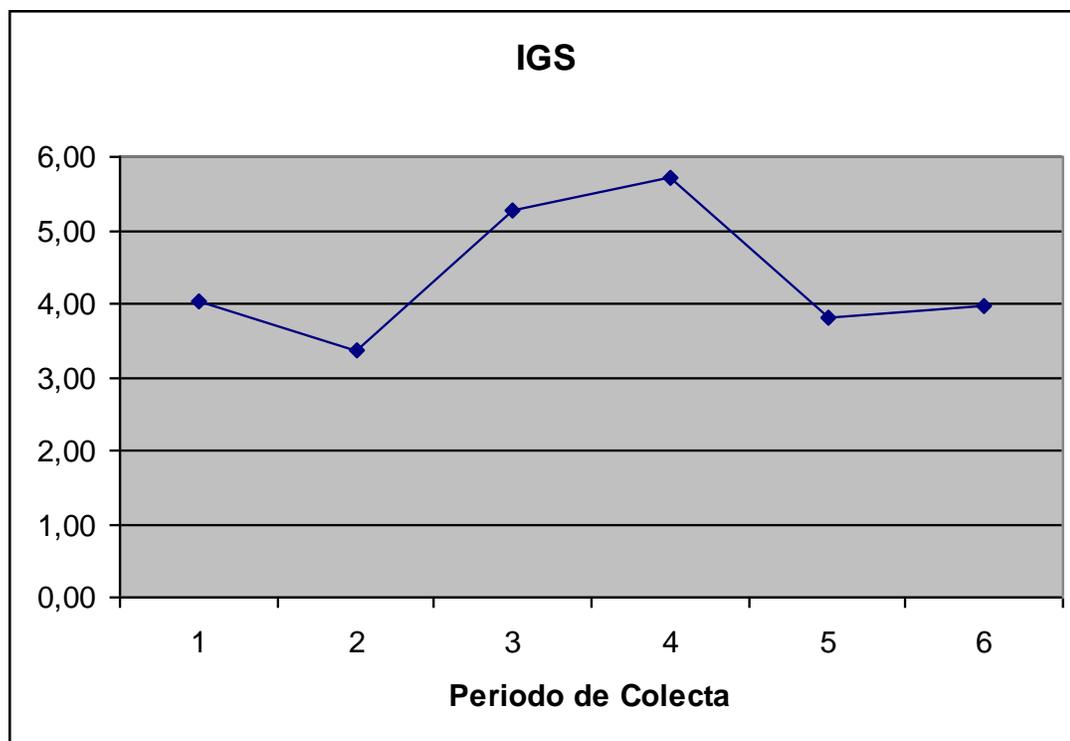


Tabla 5. Valores promedios de Índice Gonadosomático (IGS) en hembras.

Periodo de Colecta	IGS x Periodo de Colecta
1	4,02
2	3,36
3	5,27
4	5,71
5	3,81
6	3,97

Fig.5. Relación del Índice Gonadosomático (IGS) con los periodos de colecta en hembras.



Periodos de Colecta Meses

1 y 2 Enero

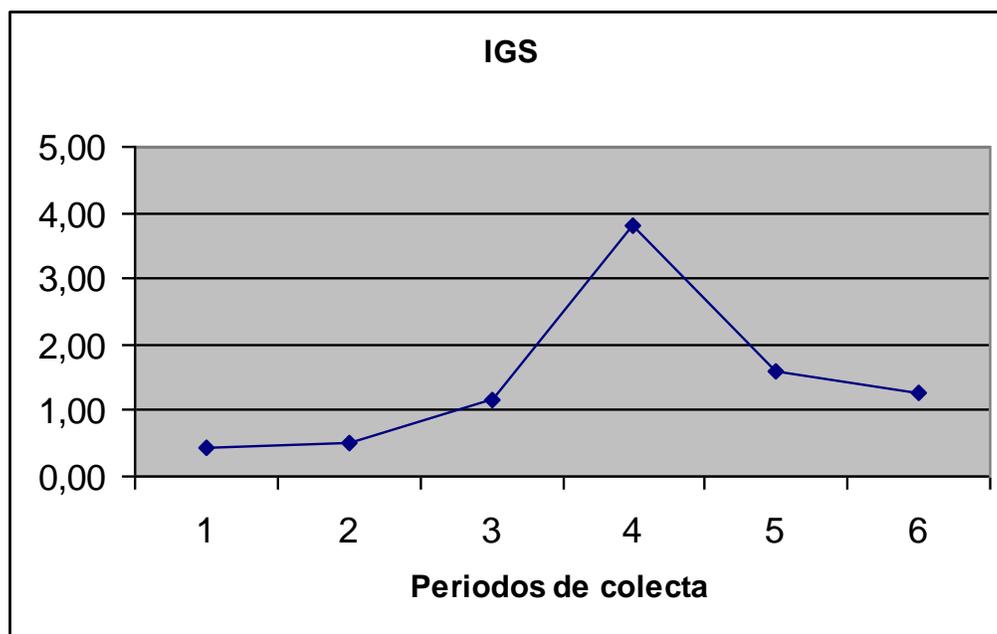
3 y 4 Febrero

5 y 6 Marzo

Tabla 6. Valores promedio de Índice Gonadosomático (IGS) en machos

Período de Colecta	IGS x Período de Colecta
1	0
2	0
3	1,17
4	3,81
5	1,61
6	1,26

Fig. 6. Relación del Índice Gonadosomático (IGS) con los periodos de colecta en machos.



Periodos de colecta	Meses
1 y 2	Enero
3 y 4	Febrero
5 y 6	Marzo

Fig. 7. Relación de Temperatura con Fases de desarrollo de los ovocitos

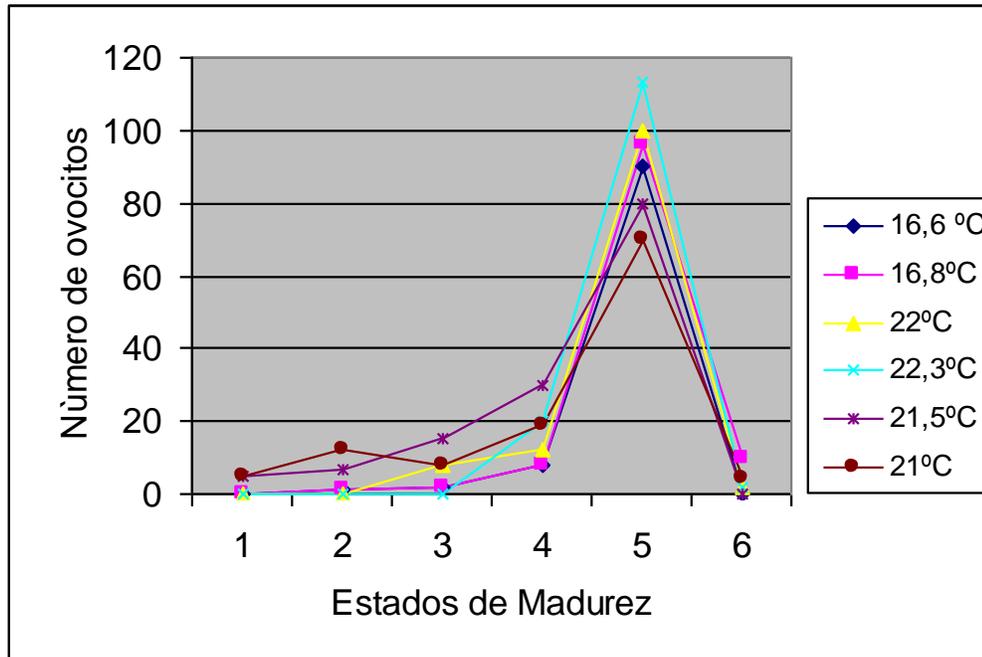


Fig. 8. Porcentaje de Ovocitos en relación a su estadio de desarrollo

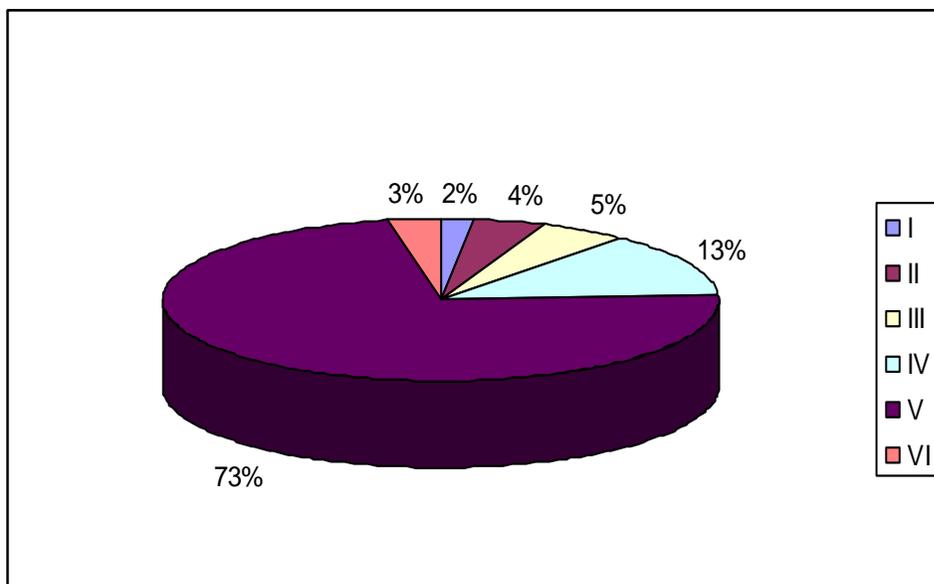


Fig. 9. Imagen satelital del lugar de muestreo.

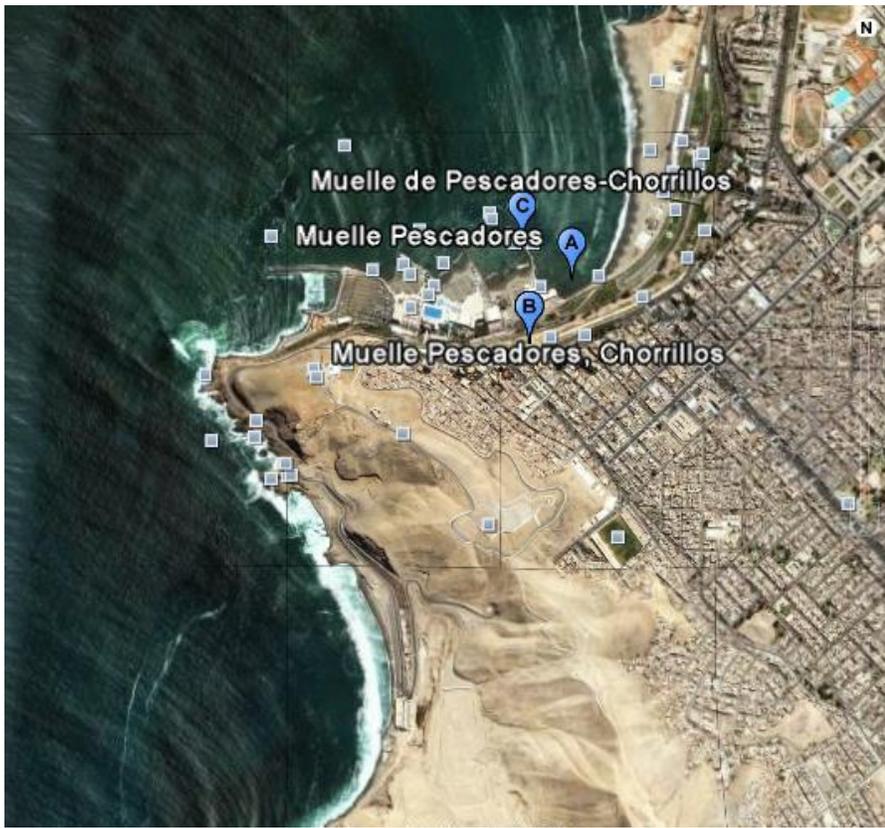


Fig. 10: Vista panorámica del lugar de muestreo



Fig. 11. *Loligo gahi*



Fig. 12. Anatomía interna de *Loligo gahi* señalando el ovario de la hembra.

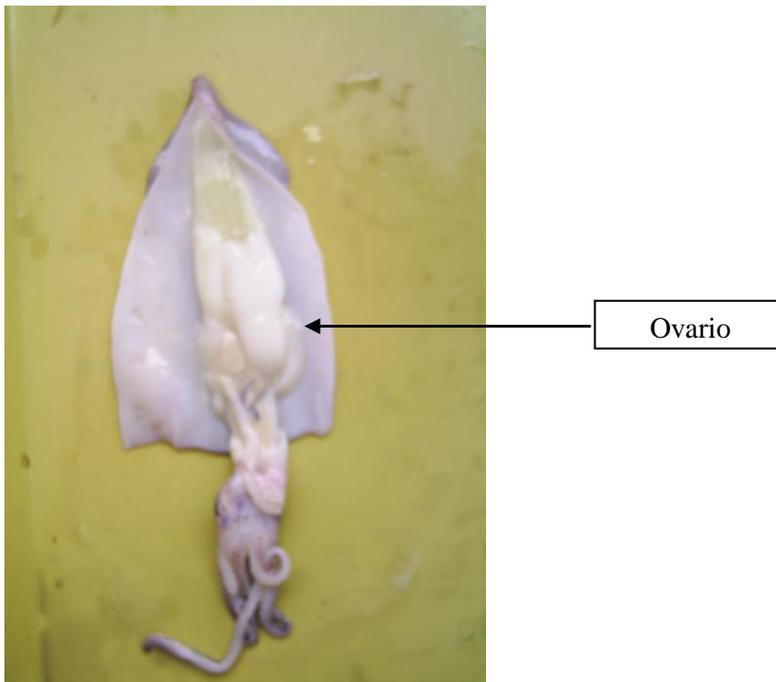


Fig. 13. *Loligo gahi* señalando la ubicación del testículo del macho.

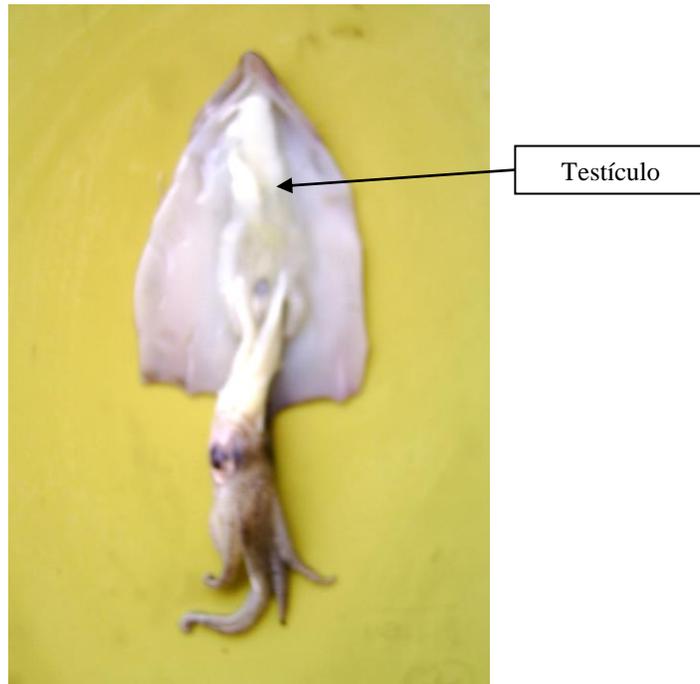


Fig. 14. Macho y hembra de *Loligo gahi*



**Fig. 15. Vista de corte histológico del ovario a 100x aumento.
Se observa un epitelio escamoso de cubierta. Tinción H.E.**



**Fig. 16. Corte histológico del ovario, se muestra el tejido conectivo.
Se observan fibras colágenas y células basófilas. Tinción H.E.**

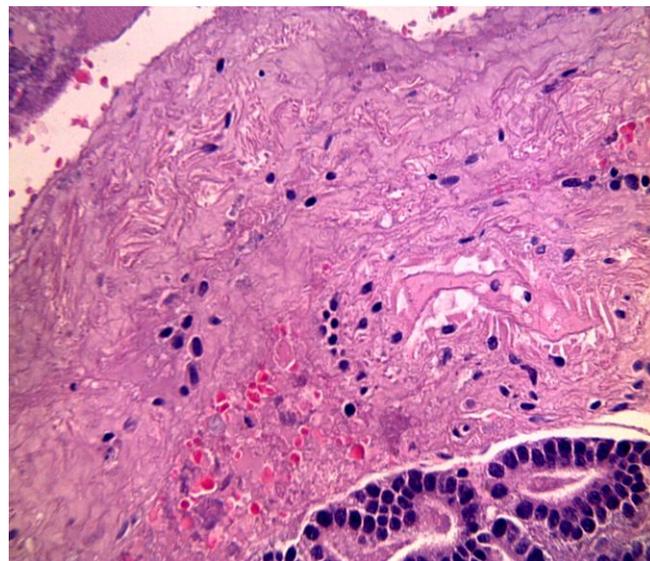
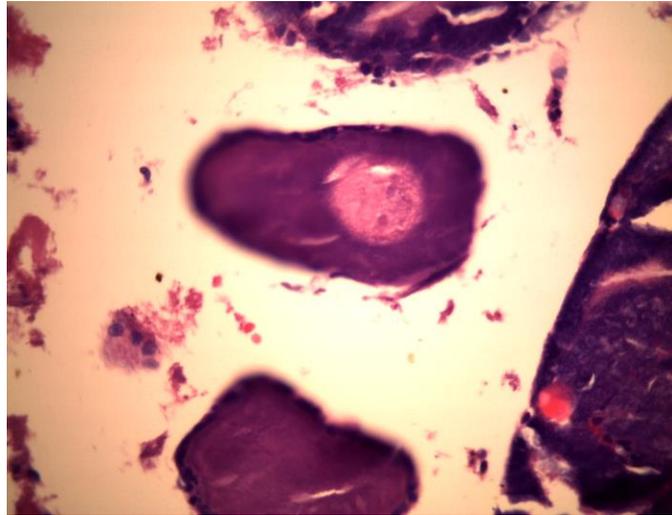
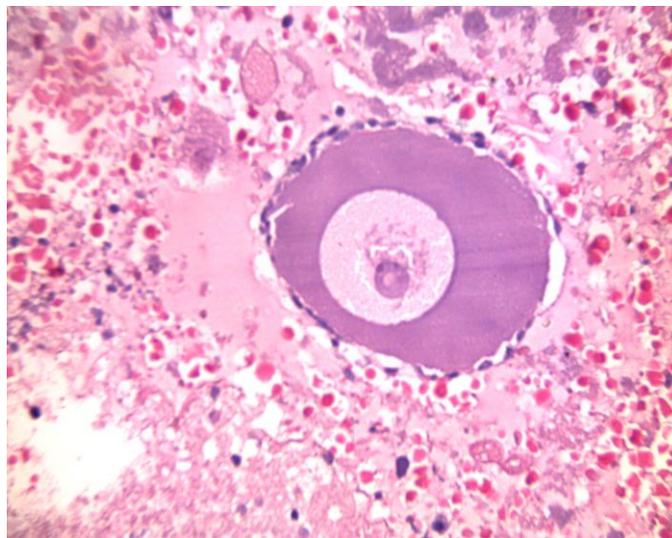


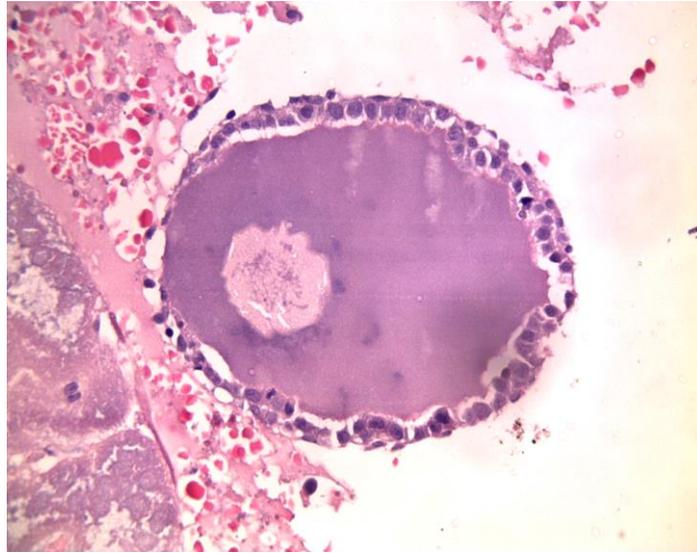
Fig. 17. Ovocito I. Visto a 400x de aumento. Tinción H.E.



**Fig. 18. Ovocito II. Visto a 400X de aumento.
Se observa núcleo y epitelio plano en el borde. Tinción H.E.**



**Fig. 19. Ovocito III. Visto a 400X de aumento.
El epitelio va cambiando. Tinción H.E.**



**Fig. 20. Ovocito IV. Visto a 100X de aumento.
El núcleo es desplazado a un extremo. Tinción H.E.**

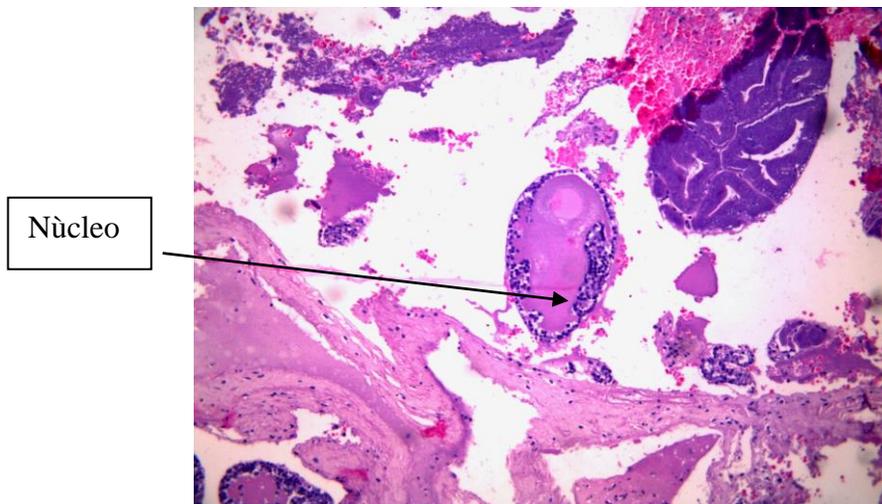


Fig. 21. Ovocito V. Visto a 400x de aumento.

Hay mayor presencia de vitelo. El núcleo ha desaparecido. El epitelio folicular presenta invaginaciones. Tinción H.E.

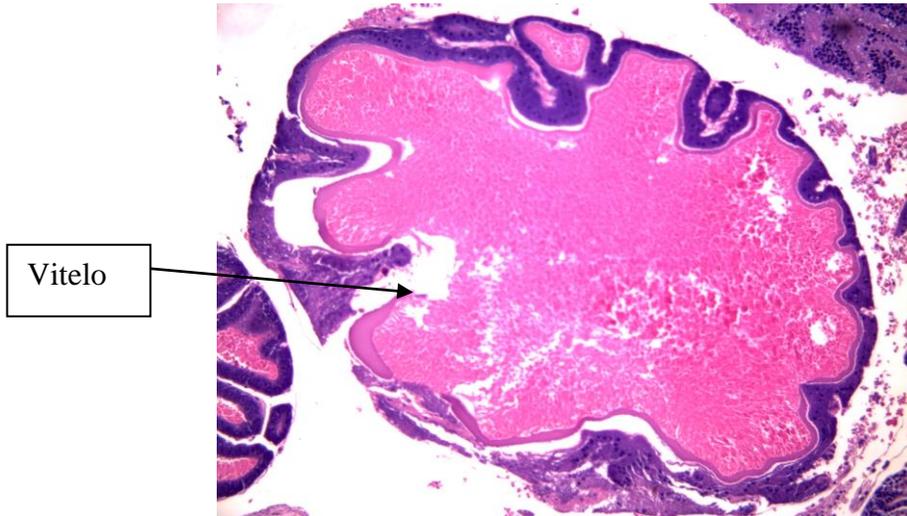


Fig. 22. Ovocito VI. Visto a 100X de aumento.

Desaparecen las invaginaciones.

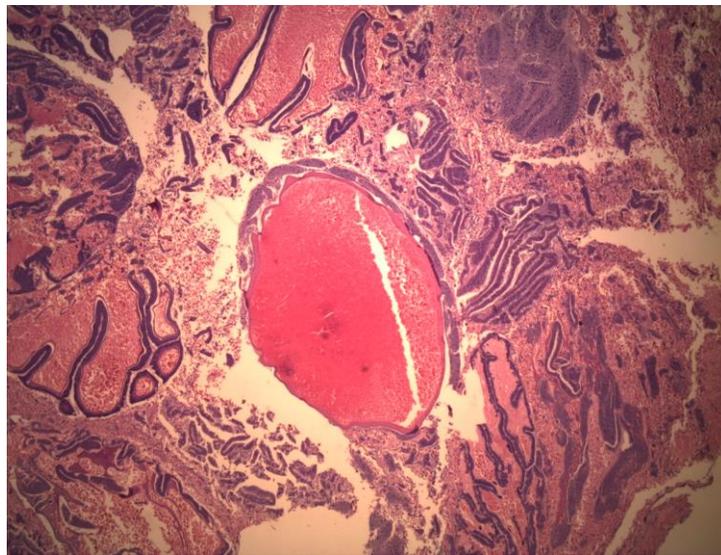
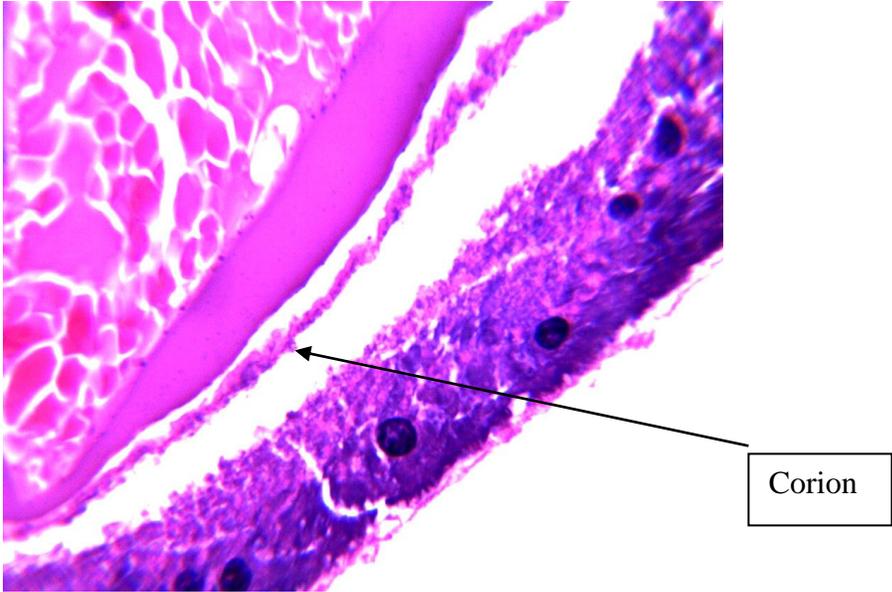


Fig. 23. Se observa la presencia de una tercera capa llamada corion, el epitelio folicular es cúbico.



**Fig. 24. Corte histológico del testículo en tinción H.E.
Se observa la presencia de túbulos seminíferos**

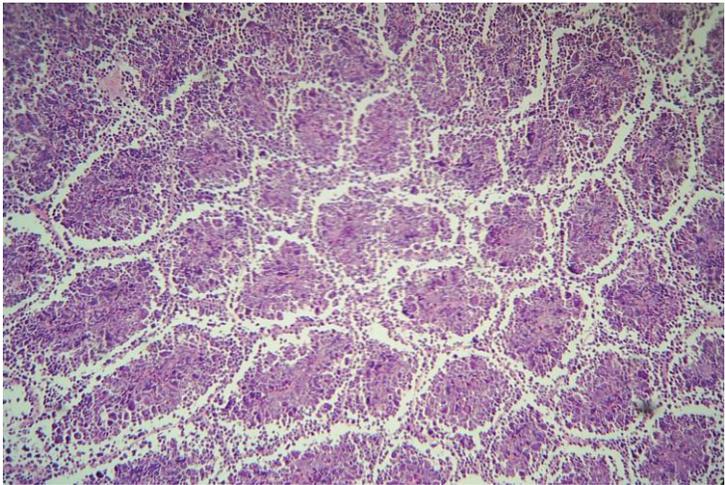


Fig. 25. Túbulo seminífero.

Se observa la presencia de un epitelio germinal y células germinativas.

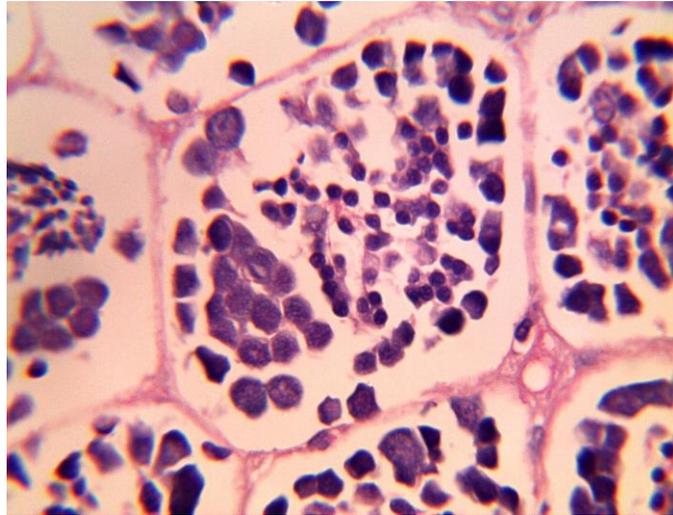


Fig. 26. Células sexuales presentes en el túbulo seminífero, se observan la presencia de espermatozoides en el centro.

