

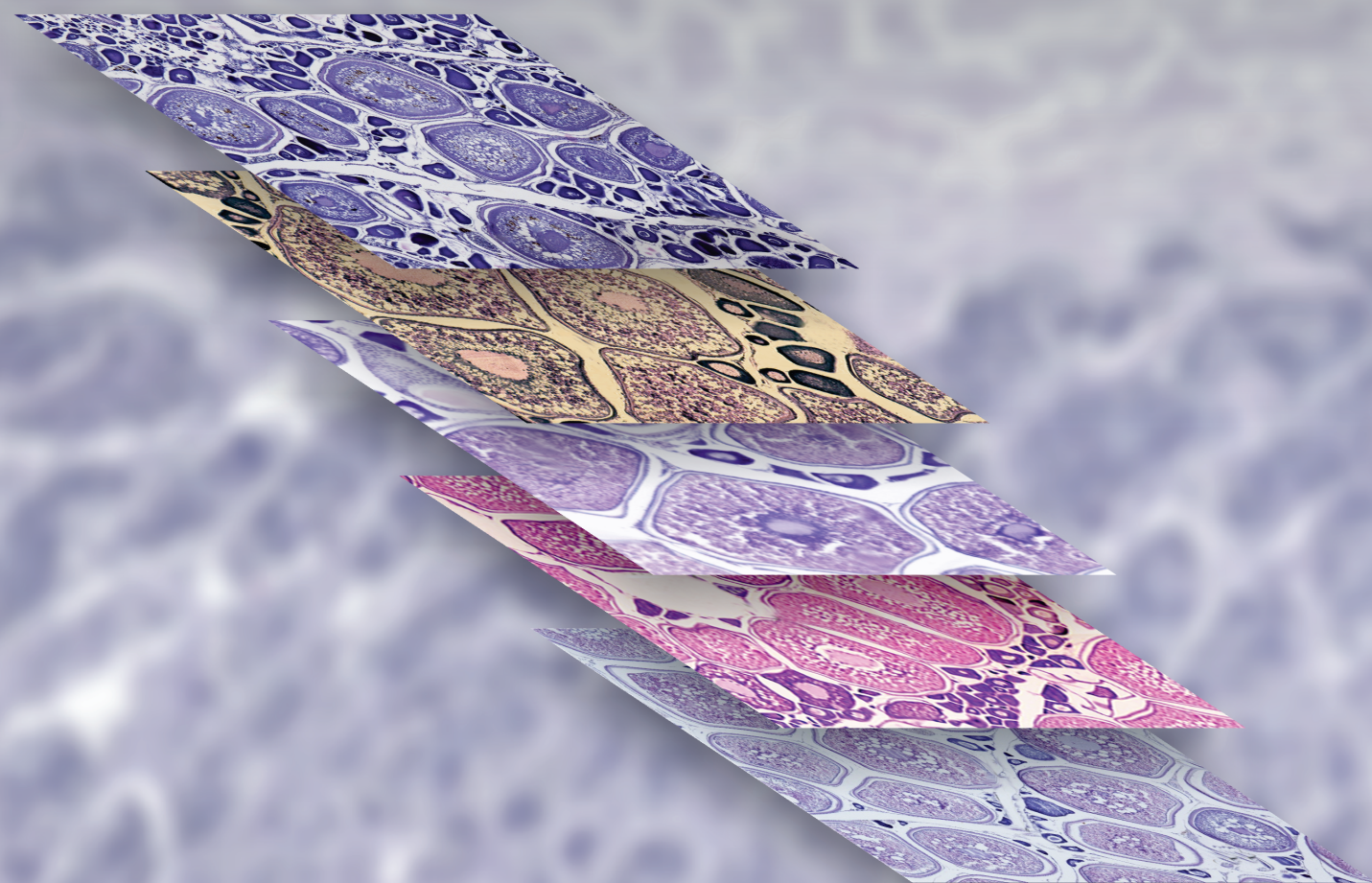


BOLETÍN

INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ

ISSN 0458 – 7766

VOLUMEN 30, Números 1-2



Enero - Diciembre 2015
Callao, Perú

ESCALA DE MADUREZ GONADAL DE MERLUZA PERUANA

Merluccius gayi peruanus (GINSBURG, 1954)

GONADAL MATURITY SCALE OF SOUTH PACIFIC HAKE

Merluccius gayi peruanus (GINSBURG, 1954)

Angel Perea

Javier Sánchez

Betsy Buitrón

RESUMEN

PEREA A, SÁNCHEZ J, BUITRÓN B. 2015. Escala de madurez gonadal de merluza peruana *Merluccius gayi peruanus* (Ginsburg, 1954). *Bol. Inst Mar Perú*. 30(1-2): 20-28.- Se determinó la escala de madurez gonadal macroscópica, validada microscópicamente del recurso merluza peruana *Merluccius gayi peruanus*. Para ello, se analizaron histológicamente gónadas de hembras y machos colectadas en los cruceros de Evaluación de Recursos Demersales, desde el otoño del 2002 hasta el verano del 2004. En base a las observaciones microscópicas de cada estadio de madurez gonadal, se establecen las características visuales más conspicuas que diferencian a cada uno de ellos, estableciéndose seis estadios tanto para hembras como para machos: 0 (virginal), I (repose), II (en maduración), III (maduro), IV (desovante/expulsante), V (recuperación/ post expulsante).
PALABRAS CLAVE: Estadios de madurez, desarrollo gonadal, histología

ABSTRACT

PEREA A, SÁNCHEZ J, BUITRÓN B. 2015. Gonadal maturity scale of South Pacific hake *Merluccius gayi peruanus* (Ginsburg, 1954). *Bol. Inst Mar Perú*. 30(1-2): 20-28.- A new maturity scale is determined macroscopic and microscopically for Peruvian hake *Merluccius gayi peruanus*. Gonads of females and males were analyzed after being collected on Demersal Trawl Surveys from autumn 2002 to summer 2004. Based on inherent features of each gonadal maturity stage, the microscopic characteristics were analyzed and the most conspicuous visual features were determined in each maturity stage, establishing six maturity stages for both females and males: 0 (virgin), I (resting), II (maturing), III (mature), IV (spawning/expulsion), V (recovery/post expulsion).

KEYWORDS: Maturity stages, gonadal development, histology

1. INTRODUCCIÓN

La reproducción es un proceso que conlleva una serie de cambios somáticos y fisiológicos, los que se manifiestan, entre otros aspectos, por el desarrollo de las gónadas y tiene su momento culminante cuando se produce el desove por medio del cual, las gónadas liberan los productos sexuales. El conocimiento de los cambios que ocurren en las gónadas a través del tiempo, es de importancia porque permite conocer la biología reproductiva de una especie, aspecto fundamental en el proceso de evaluación de una población; para lo cual como una medida práctica se utilizan las escalas macroscópicas de madurez gonadal. En este sentido, en el Perú, la determinación del ciclo reproductivo de los peces se realiza haciendo uso de la escala de JOHANSEN (1919), originalmente hecha para el pez europeo "arenque", y que en la actualidad es aplicada a las demás especies peruanas ya sean pelágicas, costeras o demersales como es el caso de la merluza.

En la fase inicial de las investigaciones, el uso de estas escalas fueron de gran ayuda, sin embargo, debido a la demanda de información actualizada y precisa de los principales parámetros reproductivos necesarios para

el manejo pesquero, en este trabajo se presenta la escala de madurez macroscópica validada con estudios histológicos, para lo cual fue necesario conocer el desarrollo ovocitario de la merluza (PEREA et al. 1998), base fundamental para describir y clasificar los distintos estadios de madurez gonadal. Sobre esta base y luego de varios cruceros de Evaluación de Recursos Demersales, estos estadios de madurez gonadal han sido descritos y validados microscópicamente para ambos sexos.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

Se colectaron gónadas de merluza en los cruceros de evaluación de recursos demersales desde el otoño del 2002 (0205-06) hasta el verano del 2004. En el caso de las hembras, los ovarios en su mayoría provenientes de los cruceros fueron procesados utilizando la técnica de congelación mediante un criostato portátil CM110 marca Leica. Para el desarrollo ovocitario se utilizó el trabajo de PEREA et al. (1998). Con las características microscópicas inherentes a cada estadio de madurez gonadal, se elaboró la contraparte macroscópica, identificándose las características visuales más conspicuas que pudiesen diferenciar a cada estado de madurez; de igual manera, se analizaron 100 testículos de la especie.

3. RESULTADOS

La validación no es otra cosa que la búsqueda de características visuales diferenciables una vez conocido el verdadero estado de madurez mediante análisis histológicos. Para el caso de los machos la secuencia es similar al de hembras, con la diferencia que el desarrollo espermatogénico constituye la base para estas validaciones.

La escala de madurez consta de 6 estadios (incluyendo a los individuos virginales) (Tabla 1). En el caso de los machos la dinámica de maduración y expulsión es similar siendo los espermatogonios, espermatocitos (I y II) y espermatozoides los que de acuerdo al grado de llenura de los túbulos y túbulo colector común, tipifican a cada estado de madurez.

Tabla 1.- Cuadro comparativo de la escala empírica (JOHANSEN 1919) de *M. gayi peruanus* con la escala macroscópica validada

| JOHANSEN 1919 | ESCALA VALIDADA |
|---------------|-------------------------|
| I y II | 0 inmaduro |
| III | I reposo |
| IV | II en madurez |
| V | III maduro |
| VI y VII | IV desovante/expulsante |
| VIII | V recuperación |

HEMBRAS

VIRGINAL (ESTADIO 0)

Características macroscópicas: Los ovarios son de aspecto homogéneo y transparente, pared del ovario muy delgada, con poco o ningún desarrollo vascular externo (Fig. 1-A).

Características microscópicas: Este estadio corresponde a individuos que nunca han madurado. Se caracteriza por presentar ovarios con ovocitos inmaduros (OI) u ovocitos inmaduros y pre-vitelogenados (OPV), las lamelas poco desarrolladas y delgadas (Fig. 1-B).

REPOSO (ESTADIO I)

Características macroscópicas: Los ovarios al igual que los individuos con estadio (0) son de aspecto homogéneo y transparente, pero poseen la pared del ovario engrosada, que se visualiza al efectuar un corte transversal. Poseen coloración amarillenta o ligeramente rojiza, con vascularización externa medianamente desarrollada, observándose el principal vaso sanguíneo (Fig. 1-C).

Características microscópicas: Microscópicamente, este estadio de madurez es similar al estadio virginal (0), es decir, posee ovocitos inmaduros (OI) y previtelogenados (OPV). Sin embargo, internamente es posible distinguir lamelas desarrolladas y engrosadas, con distribución desordenada respecto a las lamelas de ovarios virginales, indicando haber madurado alguna vez en su vida (Fig. 1-D).

EN MADURACIÓN (ESTADIO II)

Características macroscópicas: Ovarios de mediana turgencia. Los ovocitos son visibles al hacer un corte transversal a la gónada. Ovario de color ligeramente amarillo. A diferencia del estadio V (en recuperación), los ovarios no son flácidos por estar en crecimiento propio de la madurez gonadal (Fig. 1-E).

Características microscópicas: En este estadio de madurez, se da inicio a la vitelogénesis, es decir, a la maduración y está caracterizada por la presencia de ovocitos vitelogenados (OV), los cuales dejan espacios intercelulares amplios diferenciándose de los ovocitos inmaduros (OI) y previtelogenados (OPV) (Fig. 1-F).

MADURO (ESTADIO III)

Características macroscópicas: Este estadio se puede reconocer con mayor facilidad y presenta una amplia gama de variaciones cromáticas que van desde el amarillo pálido hasta el naranja. Este estadio se caracteriza por su mayor turgencia y gran desarrollo vascular, pudiendo encontrarse ovarios maduros con longitudes variables (grandes y pequeños) (Fig. 2-G).

Características microscópicas: El estadio III está caracterizado por la presencia del ovocito maduro (OM), registrando una vitelogenesis completa. Los gránulos de vitelo visibles en el citoplasma de los OM adquieren su mayor tamaño y son cromáticamente acidófilos. La presencia de los OM le da la característica de ovarios muy turgentes y de color anaranjado haciendo que el lumen ya no sea visible. Es posible registrar ovocitos maduros con núcleo migratorio (NM) que es el límite máximo de clasificación de este estadio (Fig. 2-H).

DESOVANTE (ESTADIO IV)

Características macroscópicas: Este estadio tiene dos fases claramente diferenciadas: la primera corresponde a los individuos que están en condición de hidratados; mientras la segunda, son los que han desovado recientemente (1 o 2 días). Los ovarios de aspecto hidratado registran la máxima turgencia, de coloración anaranjada y completamente translúcida.

Los ovocitos hidratados pueden ser observados a simple vista (Fig. 3). Para ello, se debe realizar un corte transversal del ovario al centro o cerca al poro genital. En la segunda fase, los ovarios presentan coloración rojo sanguinolenta y aspecto flácido. La sanguinolencia es homogénea en todo el ovario y no está localizada en una determinada zona (Fig. 2-I).



Figura 3.- Corte transversal de un ovario desovante (con ovocitos hidratados) de *Merluccius gayi peruanus*

Características microscópicas: Microscópicamente, está caracterizado por la presencia de ovocitos hidratados que le dan la apariencia de traslucidez. En la segunda variante de este estadio, se visualizan folículos post-ovulatorios distribuidos en todo el ovario de manera homogénea. Los vasos sanguíneos son notorios debido a la expulsión, dejando grandes espacios entre los ovocitos remanentes (Fig. 2-J).

Los ovarios de la primera fase son de más fácil identificación, debido a que los ovocitos hidratados se diferencian a simple vista de los otros tipos de células, mostrando un ovario translúcido y turgente. Los ovarios de la segunda fase son un tanto más difíciles de identificar porque los folículos post-ovulatorios no son visibles a simple vista. Sin embargo, la sanguinolencia y flacidez de todo el ovario les permite ser clasificados como desovantes.

EN RECUPERACIÓN (ESTADIO V)

Características macroscópicas: Este tipo de ovarios se identifica por el color característico que toman los ovocitos atrésicos, siendo de color anaranjado intenso, resaltando notoriamente del resto de los ovocitos. En ocasiones, también es posible que tomen color rojo con tonalidades vino o lacre, o que se visualicen los

ovocitos en forma de grumos. Estos ovarios pueden ser flácidos o poco turgentes (Fig. 2-K).

Características microscópicas: La principal característica es la predominancia de ovocitos atrésicos en el ovario (mayor al 50% en el campo de visualización); indicándonos que estos individuos ya no realizarán otra tanda de desove, sino por el contrario, empezaron un proceso degenerativo de los ovocitos vitelogenados. Los ovocitos atrésicos visibles pueden ser del tipo α ó β (Fig. 2-L), según el grado de reabsorción.

MACHOS

VIRGINAL (ESTADIO 0)

Características macroscópicas: Al igual que en las hembras, este estadio corresponde a aquellos individuos que nunca han madurado. La identificación de este tipo de testículos es sumamente sencilla por ser delgados y pequeños. Su color es transparente o ligeramente rosado. No presenta ninguna región blanquecina en el testículo (Fig. 4-A).

Características microscópicas: El testículo presenta túbulos pequeños y en formación, con espermatogonios adosados a la periferia de cada túbulo, o túbulos sin células sexuales aún (Fig. 4-B).

REPOSO (ESTADIO I)

Características macroscópicas: Este estadio no registra zonas blanquecinas, sin embargo, puede tener tonalidades rosadas o ligeramente rojizas producto de la vascularización más desarrollada respecto al estadio 0. Los lóbulos testiculares no son turgentes (Fig. 4-C).

Características microscópicas: Desde el punto de vista histológico, este estadio es semejante al virginal, es decir los túbulos están rellenos con espermatogonios. Sin embargo, son más desarrollados que los del estadio 0 (Fig. 4-D).

EN MADURACIÓN (ESTADIO II)

Características macroscópicas: Los testículos presentan zonas de aspecto blanquecino y otras transparentes o semitransparentes. Las zonas blanquecinas no son muy desarrolladas como lo son en los testículos post-expulsantes (Fig. 4-E).

Características microscópicas: Este estadio de madurez se caracteriza por tener zonas donde se ha iniciado el incremento de espermátides y espermatozoides llenando la luz de los túbulos de manera heterogénea y es posible que sean observados macroscópicamente (Fig. 4-F).

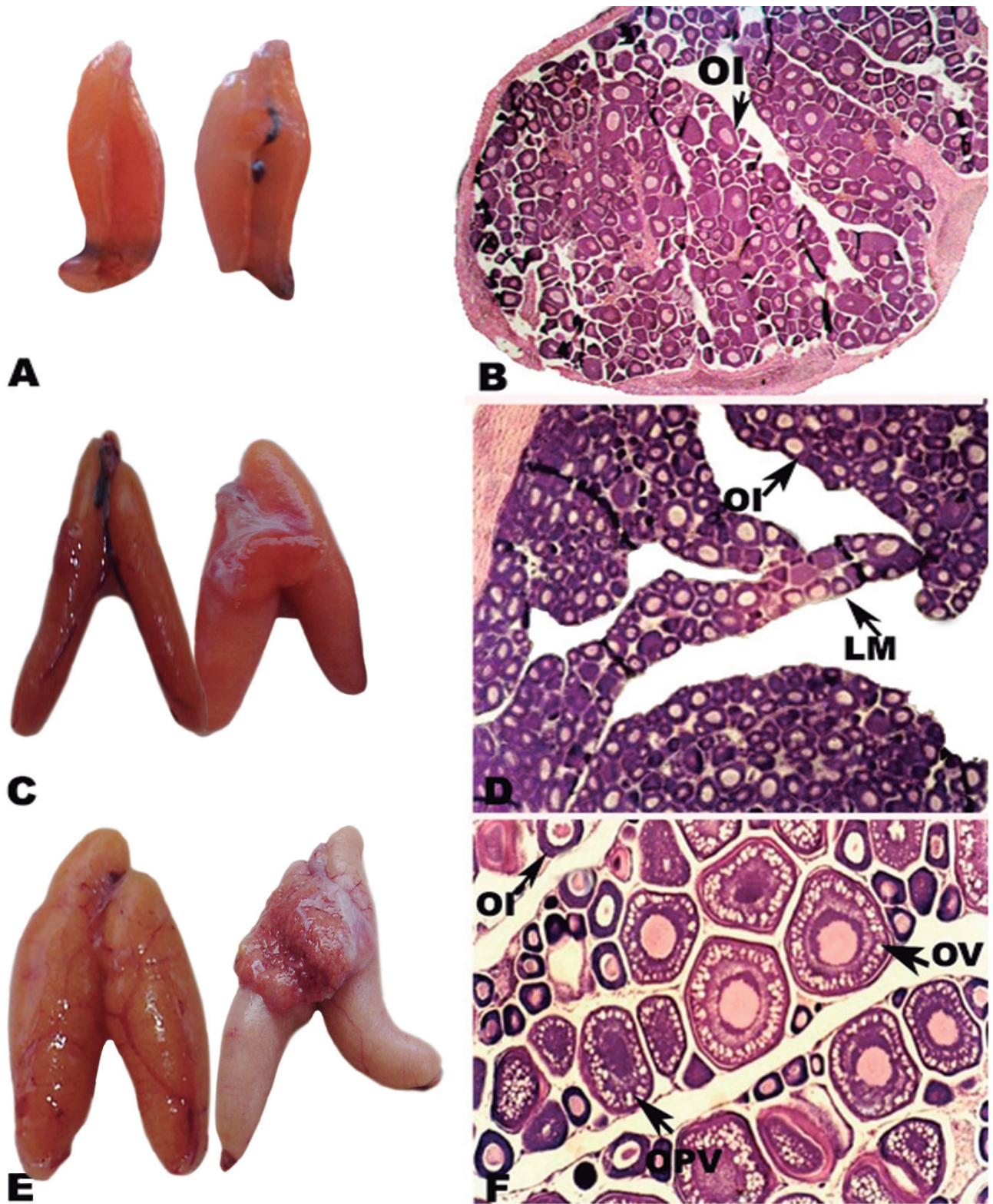


Figura 1.- Fotografía macroscópica y microscópica de estadios de madurez gonadal de *Merluccius gayi peruanus*.
A-B: Virginal; C-D: Reposo; E-F: En maduración.
OI: Ovocitos inmaduros, OPV: Ovocitos pre vitelogenados, OV: Ovocito vitelogenado, LM: Lamela

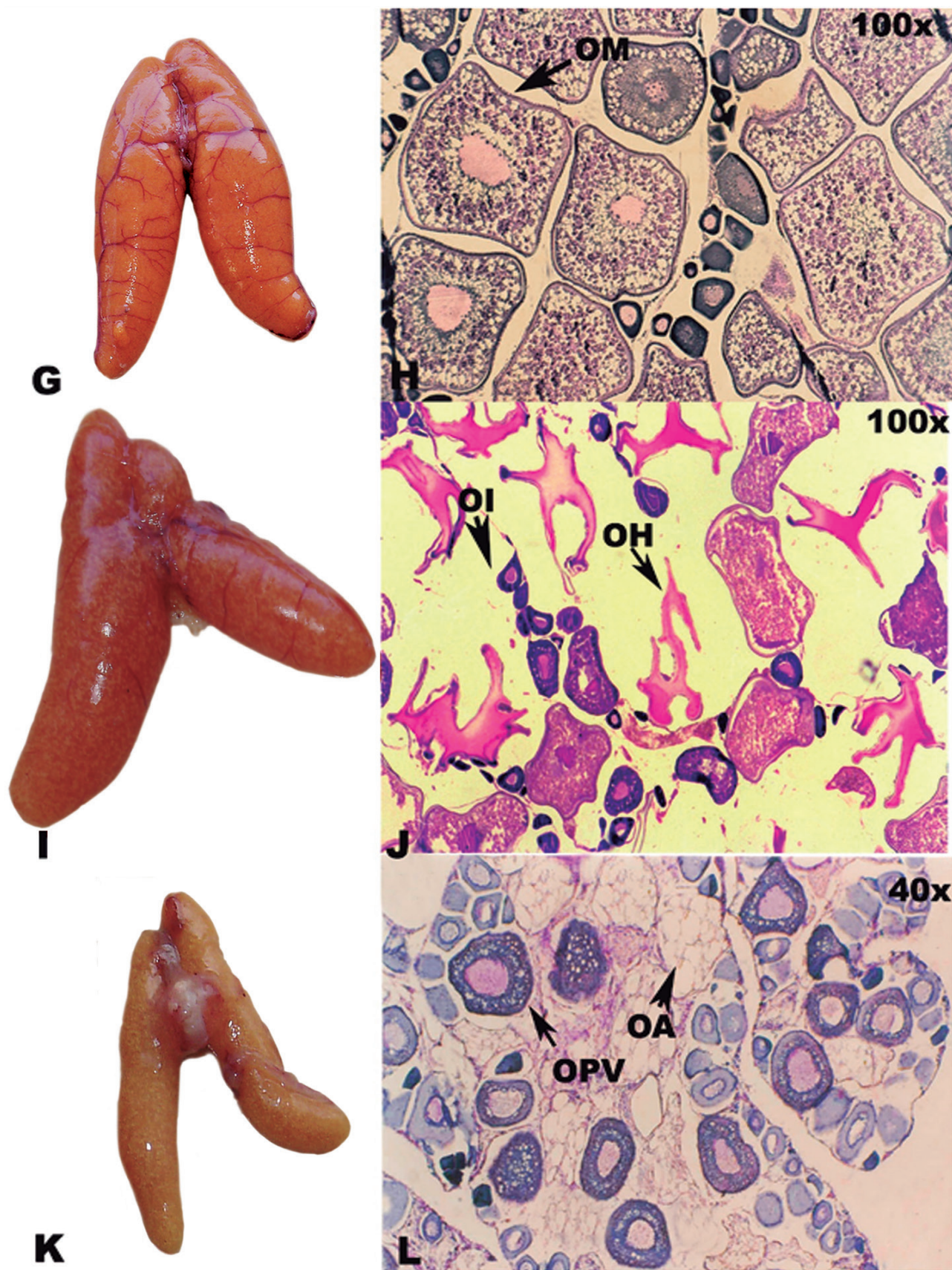


Figura 2.- Fotografía macroscópica y microscópica de estadios de madurez gonadal de *Merluccius gayi peruanus*.

G-H: Maduro; I-J: Desovante; K-L: Recuperación.

OI: Ovocito inmaduro, OPV: Ovocito pre vitelogenado, OM: ovocito maduro, OH: Ovocito hidratado, OA: Ovocito atrésico

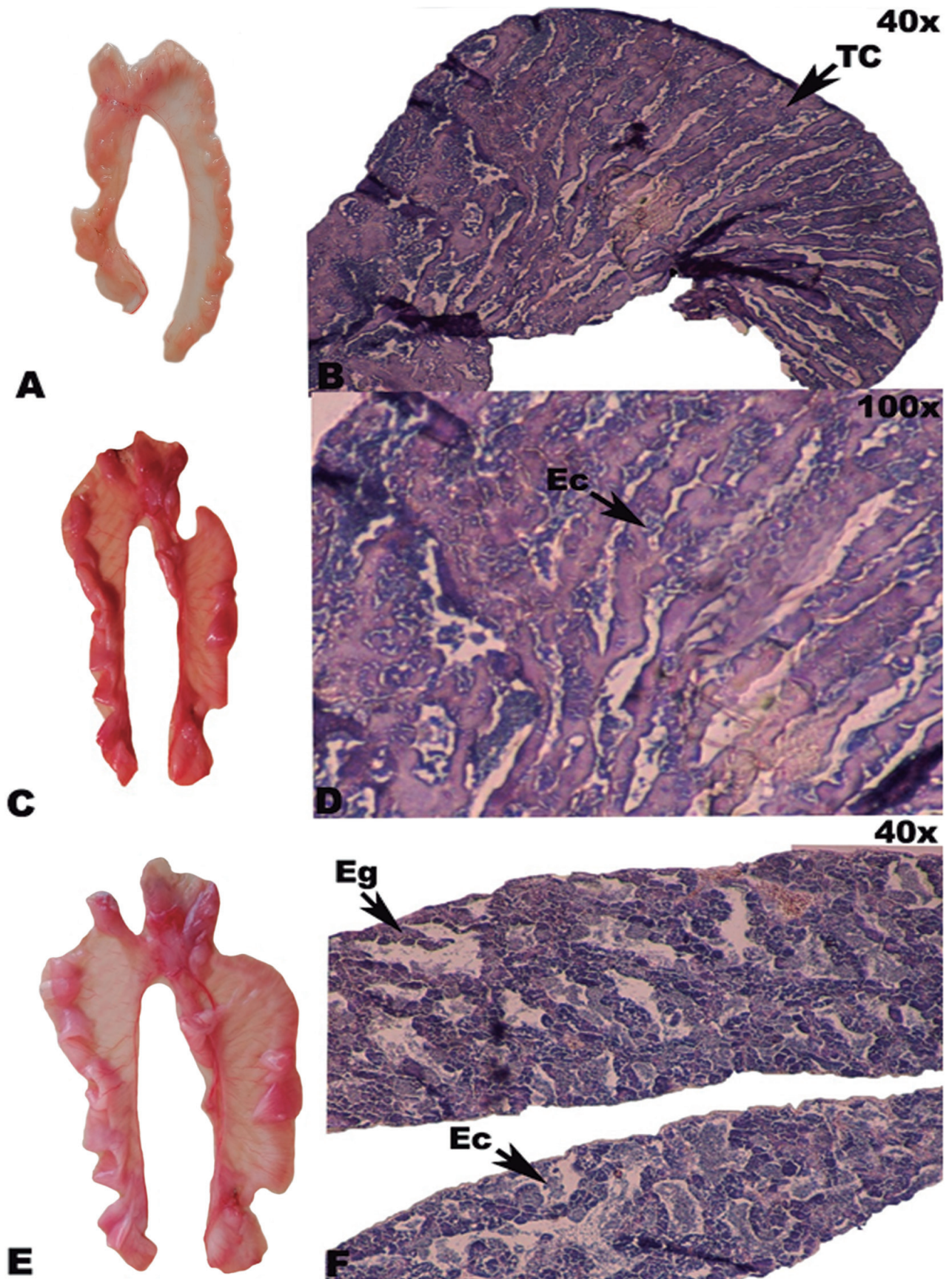


Figura 4.- Fotografía macroscópica y microscópica de estadios de madurez gonadal de *Merluccius gayi peruanus*.

A-B: Virginal; C-D: Reposo; E-F: En maduración.

Eg: Espermatogonios, Ec: Espermatocitos, TC: Tejido conectivo

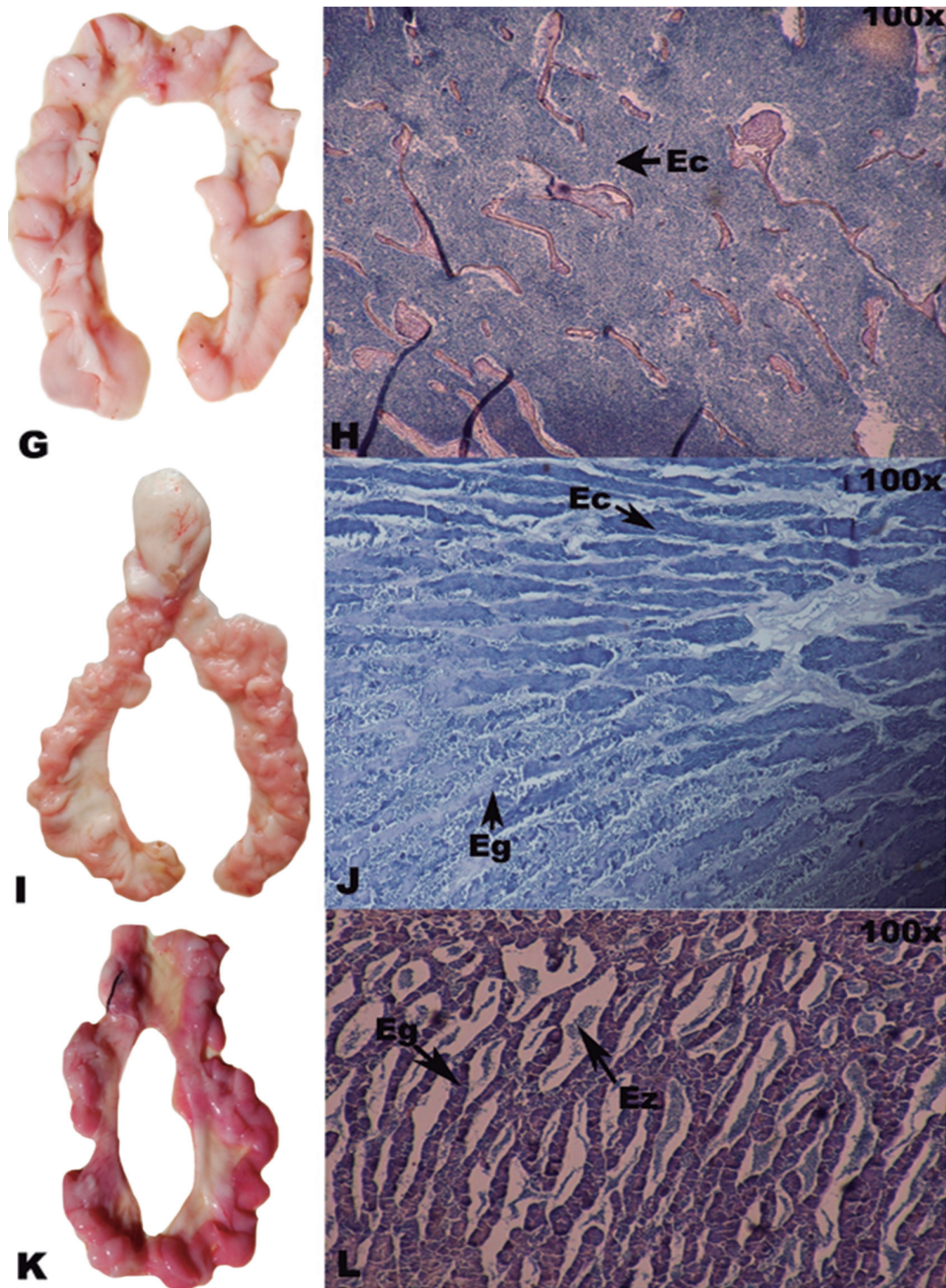


Figura 5.- Fotografía macroscópica y microscópica de estadios de madurez gonadal de *Merluccius gayi peruanus*.
G-H: Maduro; I-J: Expulsante; K-L: Post-expulsante.
Eg: Espermatogonios, Ec: Espermatocitos, Ez: espermatozoides

MADURO (ESTADIO III)

Características macroscópicas: Los testículos maduros son los de fácil identificación por su color blanco y homogéneo en todos los lóbulos, sin zonas traslúcidas o semi traslúcidas. Son de aspecto turgente debido al grado de llenura de los túbulos (Fig. 5-G).

Características microscópicas: Los túbulos están muy desarrollados y llenos de espermatozoides. Es posible que la zona de espermatogonios no sea posible ser observada por el grado de desarrollo de estos túbulos (Fig. 5-H).

EXPULSANTE (ESTADIO IV)

Características macroscópicas: La identificación de este estadio puede hacerse externamente mediante una simple presión abdominal o testicular produciéndose la expulsión del líquido espermático. En ocasiones éste puede fluir sin el mayor esfuerzo. Sin embargo, se puede encontrar testículos en condición de reciente expulsión o finalizando la expulsión, en cuyo caso los testículos pueden tener regiones rosáceas y lóbulos blancos y desarrollados (Fig. 5-I).

Características microscópicas: En este estadio es posible encontrar, en el mismo testículo, túbulos completamente llenos de espermatozoides y túbulos semi-vacíos o con restos de espermatozoides (Fig. 5-J), mostrando una afinidad altamente basófila (coloración azul-morada).

POST-EXPULSANTE (ESTADIO V)

Características macroscópicas: Este estadio es el homólogo a la recuperación que se presenta en las hembras. Macroscópicamente, puede confundirse con el estadio en madurez (II), sin embargo, este testículo tiene lóbulos desarrollados, flácidos, con escasas zonas blanquecinas y aspecto rojizo (Fig. 5-K).

Características microscópicas: En los machos no existe la atresia por lo que la característica microscópica que identifica a este estadio son los restos de espermatozoides que quedan en los túbulos. Es posible observar vasos sanguíneos distribuidos homogéneamente (Fig. 5-L).

4. DISCUSIÓN

La mayoría de los índices reproductivos se estiman con información de individuos hembras, excepto la proporción sexual donde únicamente se toma en cuenta la diferenciación de los sexos, tarea que se realiza con frecuencia durante los muestreos biológicos, como parte del programa de seguimiento de la pesquería

demersal. Por tal motivo, una adecuada catalogación de los estadios de madurez es de suma importancia para brindar la base técnica apropiada para el manejo pesquero del recurso.

En este trabajo los distintos grados de desarrollo del ovocito de la merluza, incluyendo estructuras que evidencian el desove como los folículos post-ovulatorios (FPO en sus distintas edades) y tipos de atresia ovocitaria, indicadores del fin de la estación de desove, siguen el modelo propuesto por HUNTER y GOLDBERG (1980) y HUNTER y MACEWICZ (1985).

En la literatura, la descripción de las escalas macroscópicas validadas, suele estar acompañada de una descripción histológica correspondiente a cada estadio de madurez. Este trabajo se basó en las descripciones histológicas realizadas por PEREA et al. (1998) e incorporó el estudio microscópico de machos.

Las características macroscópicas descritas para cada estadio de madurez se basan en color, turgencia, grado de vascularización y, en ocasiones, tamaño de los ovocitos. Sin embargo, con la finalidad de identificar el estadio IV (fase 1 = hidratado), es necesario realizar un corte en la región central o cerca al poro genital y observar en el ovario abierto la presencia de ovocitos hidratados; mientras que el grosor de la pared ovárica permite diferenciar el estadio reposo del virginal. Esto no se ha descrito en escalas de madurez gonadal de otras especies de merluza (ANGELESCU et al. 1958, GONCALVES et al. 2004).

En el caso de los machos, y de acuerdo a los análisis microscópicos, las zonas traslúcidas corresponden a áreas inmaduras o de crecimiento, mientras que las blanquecinas son de maduración, las cuales dependiendo del grado de llenura, se convierten en áreas donde se almacenan los espermatozoides. Las zonas ligeramente rosadas o rojizas son indicadores de expulsión y reabsorción de células sexuales masculinas. Las variaciones de estas características macroscópicas, permiten diferenciar los estadios de madurez gonadal. Los testículos no tienen una amplia variabilidad cromática, por lo que en la catalogación, únicamente se debe tomar en cuenta las características anteriormente mencionadas.

Las escalas con numerosos estadios resultan poco prácticas para la determinación de la condición reproductiva de los recursos (KJESBU et al. 2003). Contar con escalas de madurez gonadal validadas histológicamente, propias para cada especie, es fundamental por la relevancia que tienen durante los muestreos biológicos permanentes, estas escalas deben permitir diferenciar claramente los estadios de madurez porque con ellos se estiman los índices reproductivos para el manejo adecuado y sostenible de los recursos.

La condición poblacional de explotación o sobre-explotación de muchas especies de uso industrial y artesanal, como el caso de merluza, genera la necesidad de contar con información reproductiva precisa para determinar las tallas de primera madurez o desove (necesarios para normar la talla mínima de captura) y establecer el inicio y fin de los periodos más importantes de desove (vedas reproductivas).

5. REFERENCIAS

- ANGELESCU V, GNERI FS, NANI A. 1958. La merluza del mar argentino (biología y taxonomía). Argent. Secr. Mar. Serv. Hidrog. Naval Publice H1004: 1-224.
- GONCALVES P, CUNHA E, COSTA A. 2004. Escalas de maturacao microscópica e macroscópica das gonadas femininas de pescada (*Merluccius merluccius*). Relat. Cient. Tec IPIMAR, Serie digital (<http://ipimariniap.ipimar.pt>) .21. 27pp.
- HUNTER JR, GOLDBERG S. 1980. Spawning incidence and batch fecundity in northern anchovy, *Engraulis mordax*. Fish. Bull. 77: 641-652.
- HUNTER JR, MACEWICZ BJ. 1985. Measurement of spawning frequency in multiple spawning fishes. In: R. Lasker (Ed.). An egg production method for estimating spawning biomass of pelagic fish: Application to the northern anchovy, *Engraulis mordax*. NOAA tech. Rep. NMFS. 36: 79-94.
- JOHANSEN AC. 1919. On the large spring – spawning sea – herring (*Clupea harengus l.*) in the north – west European waters. Medd. Fra. Komm. Havunders, Ser. Fiskeri Bind. 5(8): 1-56.
- KJESBU OS, HUNTER JR, WITTHAMES PR. 2003. Report of the working group on Modern approaches to assess maturity and fecundity of warm- and cold-water fish and squids. Institute of Marine Research. Fiskeri og Havet 12: 7-9.
- PEREA A, BUITRÓN B, MECKLENBURG E. 1998. Condición reproductiva y maduración temprana de la merluza *Merluccius gayi peruanus*. Crucero BIC José Olaya Balandra. 9806-07. Inf. Inst. Mar Perú: 138: 56-62.