INIDEP

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO PESQUERO

INFORME DE INVESTIGACIÓN

Número	Páginas	Fecha de aprobación
039 /	/ 20	04 JUL 2019

Dirección: DIRECCIÓN DE PESQUERIAS DE INVERTEBRADOS, PECES PELAGICOS Y AMBIENTE MARINO

Programa / Gabinete: Gabinete de Ecología Reproductiva de Organismos Marinos

Actividad: Biología reproductiva

DETERMINACIÓN DEL PERIODO REPRODUCTIVO Y MECANISMO DE PUESTA DE *Sebastes oculatus* (CABRILLA) EN LA PLATAFORMA CONTINENTAL ARGENTINA

La cabrilla o escrófalo (*Sebastes oculatus*) ha sido descripta como un pez que presenta fecundación interna con una única parición y ovoviviparidad. Dado que es escasa la información sobre la biología reproductiva de esta especie, principalmente en aguas de la plataforma continental argentina es que el presente informe tiene como objetivo reconocer las fases de desarrollo gonadal de *Sebastes oculatus* sobre la base de estudios macroscópicos e histológicos de las gónadas femeninas y masculinas, determinar el patrón de desarrollo ovocitario y el mecanismo de puesta de la especie durante un ciclo anual. Las muestras fueron colectadas por observadores a bordo de buques comerciales y en campañas de investigación, entre septiembre de 2016 y octubre de 2017. Los resultados obtenidos permiten concluir que la maduración comienza a finales del invierno y continúa durante la primavera, mientras que la expulsión de las larvas ocurre en primavera y comienzos del verano. La fecundación es interna determinada con un desarrollo de ovocitos de tipo sincrónico de grupo, siendo el ovoviviparismo de tipo lecitotrófico. Los machos maduran antes que las hembras por lo que posiblemente la cópula ocurra en otoño y las hembras conserven el esperma hasta la fecundación en el ovario, aunque esto no pudo verificarse. La fecundidad potencial se encontró entre 73.028 y 357.546 ovocitos para hembras entre 30 cm y 40 cm LT.

Citar indicando la fuente. El contenido no debe ser reproducido total o parcialmente sin la expresa conformidad del INIDEP

	Institución	Cargo
SOLICITADO POR		

PREPARADO POR

Firma:

Nombre: RODRIGUES, KARINA

APROBADO POR

Jefe de Programa / Gabinete

Dr. MARCELO PAJARO
A/C DIRECCION
Pesquerías de Invertebrados
Peces Pelágicos y Ambiente Marino
Director de área

Director Nacional de Investigación

CL (RE) HÉCTOR MARCELO LOBBOSCO
INTERVENTOR
INIDEP
Director del INIDEP

COPIA ELECTRÓNICA INIDEP

DETERMINACIÓN DEL PERIODO REPRODUCTIVO Y MECANISMO DE PUESTA DE *Sebastes oculatus* (CABRILLA) EN LA PLATAFORMA CONTINENTAL ARGENTINA

Karina Rodrigues[1,2]

[1] Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP)

[2]Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras (IIMyC) - Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

COPIA ELECTRÓNICA INIDEP

INTRODUCCIÓN

El conjunto de características reproductivas que los individuos intentarán manifestar para dejar descendencia constituye la estrategia reproductiva de una especie (Wootton, 1984). La selección natural puede favorecer, en un ambiente particular, con sus requerimientos numerosos y contrapuestos, el ciclo vital que haya tenido mayor éxito al dejar un número final más alto de descendientes (Begon *et al*., 1999). En este sentido, la mayoría de los peces marinos pertenecen al gremio de desovantes pelágicos: no poseen cuidado parental, los sexos son separados y la fertilización es externa, liberando y dispersando gran cantidad de pequeños huevos nutricionalmente muy pobres en el ambiente pelágico (Balon, 1984; Bone *et al*., 1995; Jobling, 1995). Sin embargo, existe una gran variedad de excepciones a este plan general, las que incluyen hermafroditismo secuencial, simultáneo y partenogénesis, en lo que respecta al sistema de género; y ovoviviparidad y viviparidad, dependiendo del tipo de cuidado materno (Balon,1975). A la vez, el desove puede ser total (o isócrono), cuando los ovocitos o espermatozoides liberados por un pez en una temporada se desarrollan de manera sincrónica; o parcial (o heterócrono), en el caso contrario. Este último caso conduce a un alargamiento de la estación reproductiva (Agger *et al*., 1974), y a un aumento en las probabilidades de éxito reproductivo en sistemas cambiantes y/o heterogéneos. En general, los peces de aguas frías son desovantes totales que liberan sus gametas en cortos períodos de tiempo, y suelen presentar fecundidad determinada (presencia de ovocitos, dentro de un mismo ovario, en el mismo estado vitelogénico) (Hunter y Golberg, 1980; Hunter *et al*., 1985; Hunter y Macewicz, 1985; Murúa y Saborido-Rey, 2003).

La cabrilla o escrófalo (*Sebastes oculatus*) ha sido descripta como un pez que presenta fecundación interna con una única parición y ovoviviparidad (Sánchez y Acha, 1988). Esta especie se distribuye en el Atlántico sur desde el golfo San Matías hasta las costas de Perú, incluyendo las Islas Malvinas (Rocha-Olivares *et al*., 1999; Galván *et al*., 2009). Presenta dos fenotipos cromáticos en el Mar Argentino, segregados batimétricamente, el morfotipo “oscuro”, que habita

aguas costeras <50 m, y el morfotipo “claro”, que habita aguas más profundas >80–100 m (Veneruset *al*., 2013).

Dado que los estudios reproductivos en peces, tales como la determinación de la talla de primera madurez, la duración de la estación de desove y la fecundidad, requieren el conocimiento del estado de desarrollo gonadal de cada individuo, la determinación de las fases de madurez sexual es de suma importancia. Los métodos utilizados para el reconocimiento de las fases de madurez varían desde la histología, el más detallado pero más complejo, hasta la inspección visual macroscópica según la apariencia externa de la gónada. Por este motivo, el objetivo principal del presente trabajo es reconocer las fases de desarrollo gonadal de *Sebastes oculatus* en la plataforma continental argentina sobre la base de estudios macroscópicos e histológicos de las gónadas femeninas y masculinas, también se determinará el patrón de desarrollo ovocitario y el mecanismo de puesta de la especie durante un ciclo anual.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se trabajó con muestras colectadas por observadores a bordo de buques comerciales y en campañas de investigación. En la tabla 1 se presenta un resumen del número de individuos recolectados, mientras que en la figura 1 se muestra la localización de los lances de pesca donde se obtuvieron las muestras.

Tabla 1: *Número de machos y hembras de cabrilla colectados durante las campañas de investigación y en buques comerciales entre septiembre-octubre de 2016 y octubre de 2017.*

PROCEDENCIA	AÑO	PERIODO	Nº HEMBRAS	Nº MACHOS
Campaña (EH 0116)	2016	Septiembre-Octubre	4	7
Buque comercial	2016	Octubre	3	0
Buque comercial	2016	Noviembre	44	47
Campaña (EH 0117)	2017	Enero	1	2
Buque comercial	2017	Enero	8	15
Buque comercial	2017	Febrero	5	4
Buque comercial	2017	Marzo	12	21
Buque comercial	2017	Abril	8	6
Buque comercial	2017	Mayo	5	5
Buque comercial	2017	Junio	13	10
Buque comercial	2017	Julio	7	8
Buque comercial	2017	Agosto	50	59
Buque comercial	2017	Septiembre	35	49
Buque comercial	2017	Octubre	10	6
TOTAL			**205**	**239**

COPIA ELECTRÓNICA INIDEP

En todos los muestreos se registró el sexo, longitud (Lt), peso total (Pt), peso eviscerado (Pe), peso del hígado y peso de las gónadas. La clasificación del estadio de madurez se realizó siguiendo el criterio de Gunderson *et al*., (1980), y se corroboró a partir de cortes histológicos del tejido gonadal. En total se colectaron 56 testículos y 192 ovarios, se fijaron en formol al 10%, posteriormente se tomaron pequeñas muestras de cada gónada y se deshidrataron utilizando metanol, se aclararon en xilol y se incluyeron en parafina. Se efectuaron cortes de aproximadamente 4 μm de espesor con un micrótomo, y la coloración se llevó a cabo con la técnica de hematoxilina - eosina.

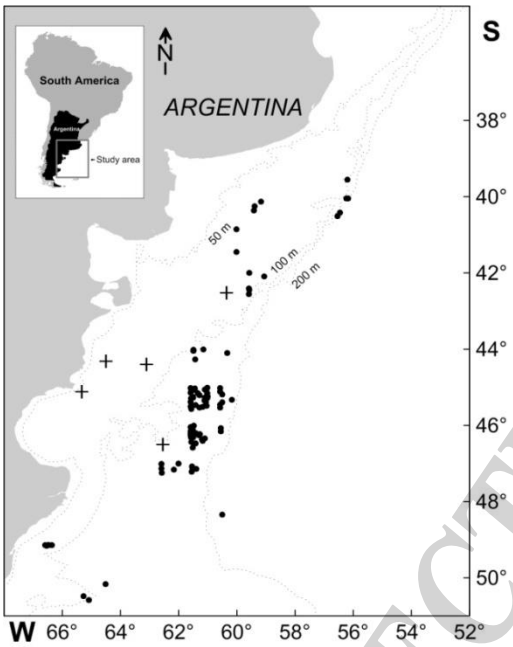


Figura 1. *Ubicación geográfica en la que se capturaron los ejemplares de cabrilla utilizados en el presente estudio, en buques comerciales (círculos) y de investigación (cruces).*

A partir de los datos colectados se determinó el índice gonadosomático (IGS) o coeficiente de madurez, es decir, el peso de las gónadas expresado como el porcentaje del peso corporal, de modo de identificar el momento de la puesta. También se realizó la determinación del índice hepatosomático como una medida de las reservas energéticas acumuladas en el hígado.

$$IGS = \frac{\text{Peso de las gónadas}}{\text{Peso eviscerado}} \times 100 \qquad IHS = \frac{\text{Peso del hígado}}{\text{Peso eviscerado}} \times 100$$

COPIA ELECTRÓNICA INIDEP

Para determinar el patrón de desarrollo ovocitario, se seleccionaron ovarios maduros (con y sin huevos fecundados) se tomaron muestras representativas de los diferentes grupos ovocitarios que componen estos estadios (n=1182 en un total de 3 ejemplares) y se efectuaron mediciones del diámetro máximo en un estereomicroscopio utilizando un aumento de 2X y el programa analizador de imágenes Micrometrics™ SE Premium Versión 2.8. De esta manera se estableció la distribución de tallas ovocitarias en el momento previo a la liberación de las larvas, con el propósito de describir el patrón de crecimiento ovocitario de la especie. Con el fin de determinar si la cabrilla tiene un tipo de viviparismo lecitotrófico o matrotrófico, es decir si la nutrición de los embriones ocurre solo a expensas del huevo o si hay aporte materno extra, se estimó el peso seco de los ovocitos maduros y de las larvas sueltas en el ovario. Se seleccionaron 100 ovocitos y larvas de cada hembra, se secaron en una estufa a 60 °C durante 24 h. Posteriormente, se determinó el peso de cada muestra con una balanza analítica (± 0,1 mg).

El número de ovocitos que potencialmente serán ovulados durante la época de reproducción (fecundidad potencial) se determina antes de la ovulación. Para este cálculo se seleccionaron 8 ovarios en maduración avanzada (de octubre y noviembre), descartando a partir del análisis histológico aquellas gónadas que presentaban folículos post-ovulatorios (FPOs), larvas o atresias. Las estimaciones se realizaron mediante el método gravimétrico (Hunter & Goldberg, 1980) y se analizó la relación con la talla y peso total (sin ovarios) mediante análisis de regresión.

RESULTADOS

Se establecieron los estadios de madurez para hembras (Tabla 2) y machos (Tabla 3) de cabrilla a partir de los cortes histológicos del tejido gonadal, y de la descripción realizada por Gunderson *et al.*, 1980. Esta descripción se agrupó en 5 estadios macroscópicos basándose en la escala de madurez propuesta para peces óseos por Macchi y Acha (1998): I. Juvenil o inmaduro; II. Maduración; III. Puesta (en el caso de cabrilla en este estadio se consideraron las hembras con ovarios que presentaban larvas con ojos); IV Post-puesta; V. Reposo o inactivo.

COPIA ELECTRÓNICA INIDEP

Tabla 2. Estadios macroscópicos de maduración gonadal de hembras de cabrilla. Descripción gonadal e histológica.

Estadio macroscópico hembras	Descripción gonadal	Descripción histológica
1 Inmaduro	Ovario pequeño y translucido o amarillento.	Ovogonias y ovocitos previtelogénicos, algunos con alvéolos corticales. Diámetro ovocitario menor a 180 µ. (Fig 2)
2 Maduración	**Vitelogénesis.** Ovario firme, con ovocitos amarillos opacos (Fig. 3).	Ovocitos con glóbulos de vitelo. La gota oleosa puede estar visible. Diámetros entre 180 y 650 µ.(Fig. 4)
	Fertilización. Ovario pierde firmeza, ovocitos amarillentos y translúcidos.	Huevos fertilizados y ovulados dentro de la cavidad del ovario. El vitelo se ve como una masa uniforme y se observa gota oleosa. Diámetros entre 800 y 1100 µ.
3 Larva con ojos	Ovario blando, huevos translúcidos con puntos negros o larvas visibles (Fig. 5 y 6).	Presencia de larvas desarrolladas con ojos pigmentados. Usualmente la gota oleosa está presente y el vitelo puede estar o no. Diámetros de huevos con larva entre 1100 y 1600 µ (Fig. 7 y 8).
4 Post-puesta	Ovario grande y flácido con un color púrpura rojizo, amarillento o gris oscuro (Fig. 9).	Ovocitos en crecimiento primario no muy asociados. Extensa red de vasos sanguíneos. Folículos postovulatorios, ovocitosatrésicos y larvas residuales (Fig. 10).
5 Inactivo	Ovario firme, gris o rosado, algunos con manchas negras (Fig. 11).	Ovocitos previtelogénicos y con alvéolos corticales (Fig. 12). La pared del ovario engrosada.

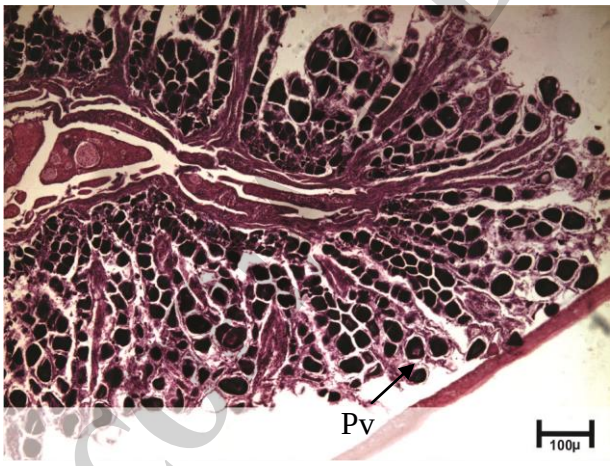


Figura 2. Ovario en estadio juvenil, con ovocitosprevitelogénicos (Pv). Estos ovocitos son de pequeño tamaño y poseen un citoplasma fuertemente basófilo (violeta). El núcleo es central y la relación entre el diámetro del núcleo y el citoplasma (N:C) es aproximadamente 0,5.

COPIA ELECTRÓNICA INIDEP

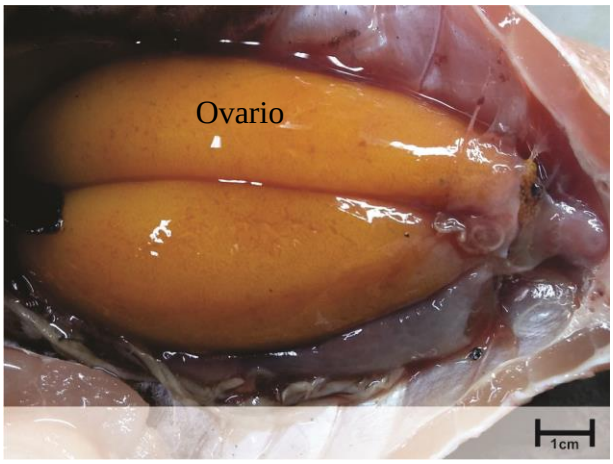


Figura 3. Ovario en maduración, con ovocitosvitelados amarillos opacos.

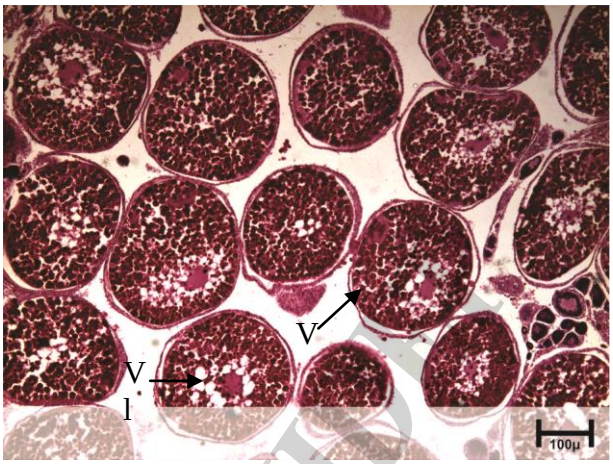


Figura 4. Ovario en maduración. Los ovocitos incorporaron vitelo sintetizado en el hígado en forma de glóbulos (V). Se observan alrededor del núcleo unas vesículas lipídicas incoloras (Vl).

Figura 5. Larvas (L) saliendo del ovario de la hembra (estadio 3).

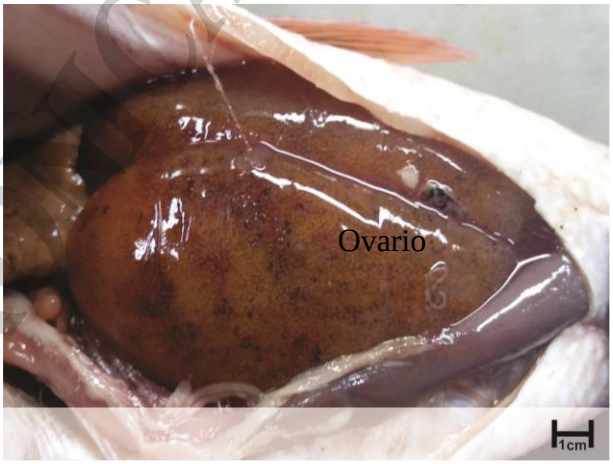


Figura 6. Ovario con huevos translúcidos, con larvas visibles (puntos negros).

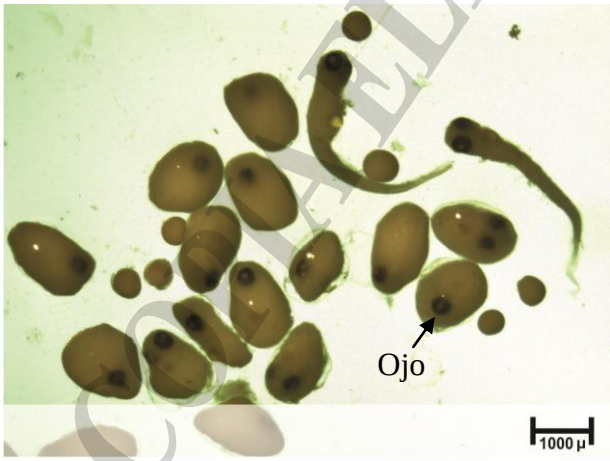


Figura 7. Imagen de lupa de larvas dentro de huevos y libres en el ovario (estadio 3). Se observan los ojos pigmentados en el huevo.

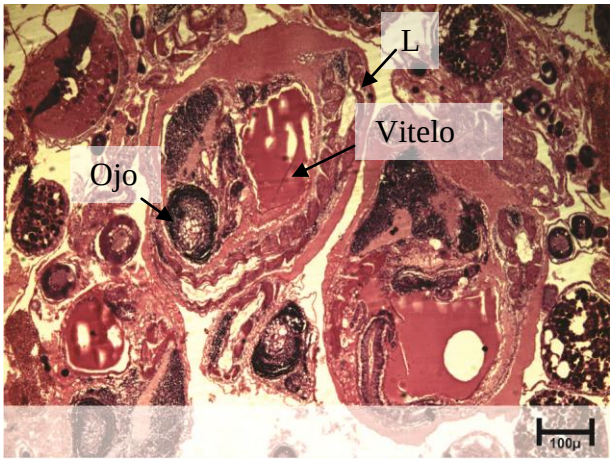


Figura 8. Corte microscópico de larva (L) con ojos pigmentados dentro del huevo en el ovario. Se observan restos de vitelo.

COPIA ELECTRÓNICA NIDIP

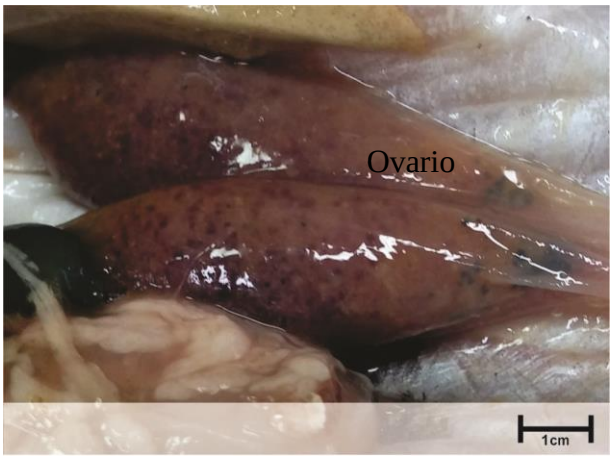


Figura 9. Ovario en post-puesta. Se observan pigmentos de larvas residuales.

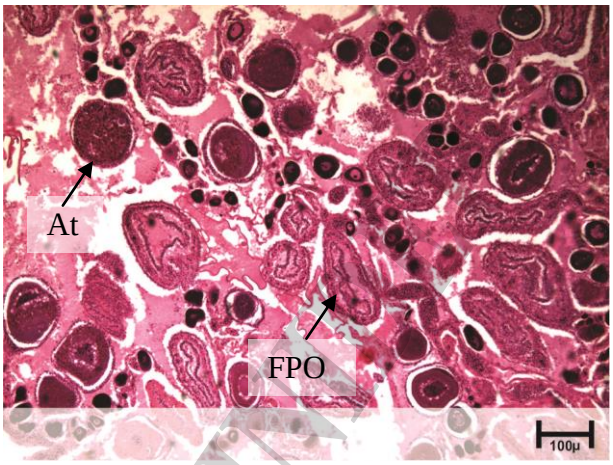


Figura 10. Corte histológico de estadio de post-puesta. Se observan foliculos post-ovularorios (FPO) y ovocitos atrésicos (At).

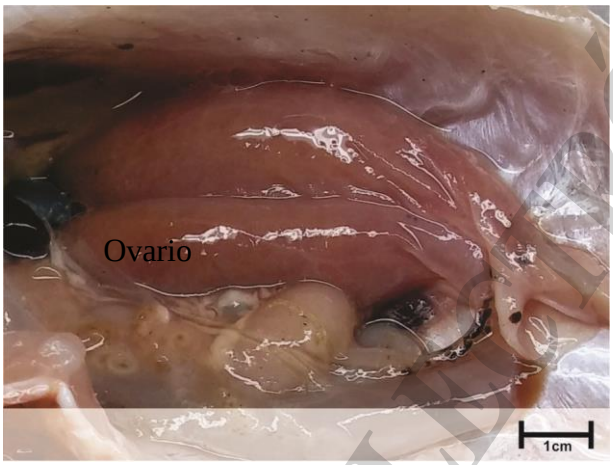


Figura 11. Ovario de hembra inactiva sexualmente.

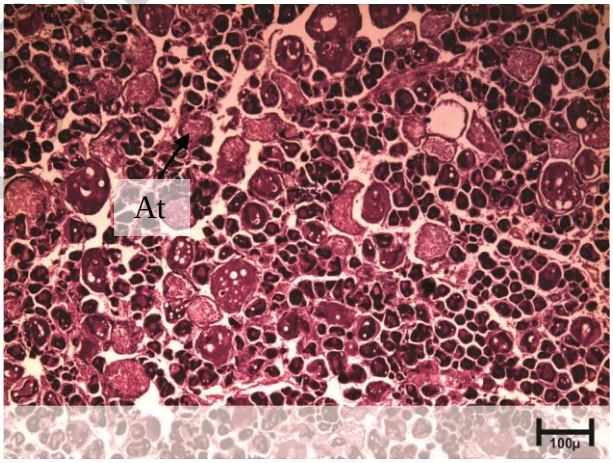


Figura 12. Corte histológico de ovario de hembra inactiva. Se observan ovocitos previtelogénicos y algunas atresicos (At).

COPIA ELECTRÓNICA

Tabla 3. Estadios macroscópicos de maduración gonadal de machos de cabrilla. Descripción gonadal e histológica.

Estadio macroscópico machos	Descripción de la gónada	Descripción histológica
1 Inmaduro	Testículos acintados, translúcidos o blancos translúcidos.	Cistos formados con espermatogonias.
2 Maduración	Testículos grandes, algo redondeados en la sección transversal, blancos (Fig. 13).	Cistos espermáticos en todo el testículo. El proceso de espermatogénesis continua y las espermatogonias dan lugar a espermatocitos I y II. Luego a espermátidas y espermatozoides (Fig. 14).
3 Fluyente	Testículos grandes blancos, puede liberar esperma con presión abdominal (Fig. 15).	Conducto espermático y lumen llenos de espermatozoides (Fig. 16). La espermatogénesis cesa en la periferia.
4 Postpuesta	Testículo acintado, triangular en corte transversal, color marrón. El corte de testículos frescos no presenta esperma fluyente (Fig. 17).	Abundantes células germinales en la periferia. Espermatozoides residuales (Fig. 18).
5 Inactivo	Testículo acintado, pequeño, color marrón (Fig. 19).	Las células germinales se alinean en los túbulos espermáticos (Fig. 20).

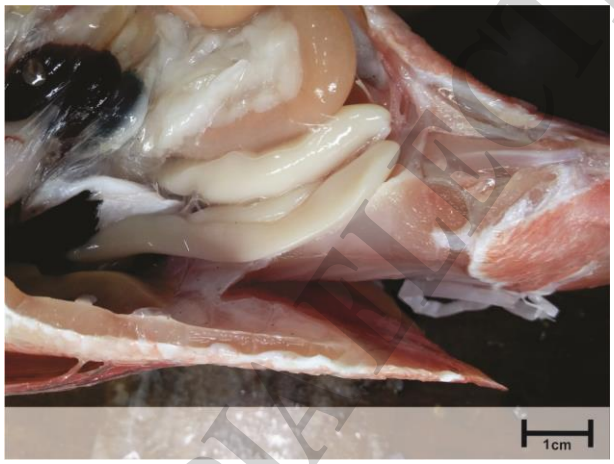


Figura 13. Testículos en maduración, algo redondeados, blancos.

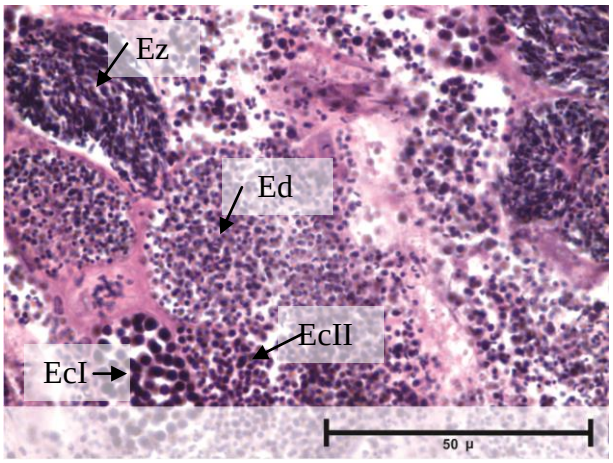


Figura 14. Los espermatocitos I (EcI) son esféricos, miden aproximadamente 5 µ, poseen un núcleo basófilo. Los espermatocitos II (EcII), son similares pero de menor tamaño, aproximadamente 2,5µ. Las espermátidas (Ed) miden menos de 2 µ. Los espermatozoides (Ez) presentan una cabeza cónica aplanada de 2,5 µ de largo.

COPIA ELECTRÓNICA INIDEP

Figura 15. Testículos grandes, blancos, ocupan gran parte de la cavidad abdominal. Con abundante esperma que fluye con presión abdominal.

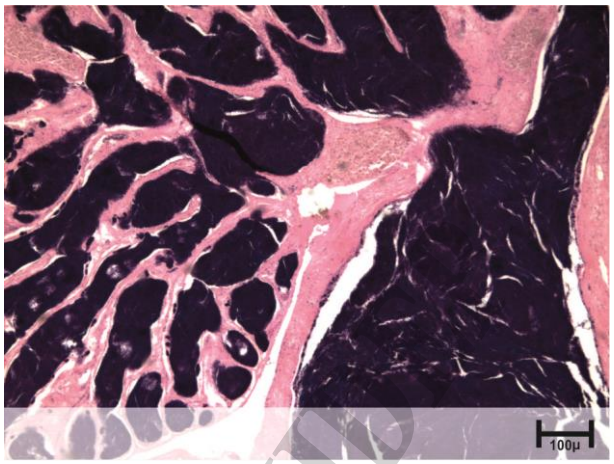


Figura 16. Testículo fluyente, conducto espermático y lumen llenos de espermatozoides (Ez).

Figura 17. Testículo post-evacuado o en post-puesta. Acintado, triangular en corte transversal, color marrón.

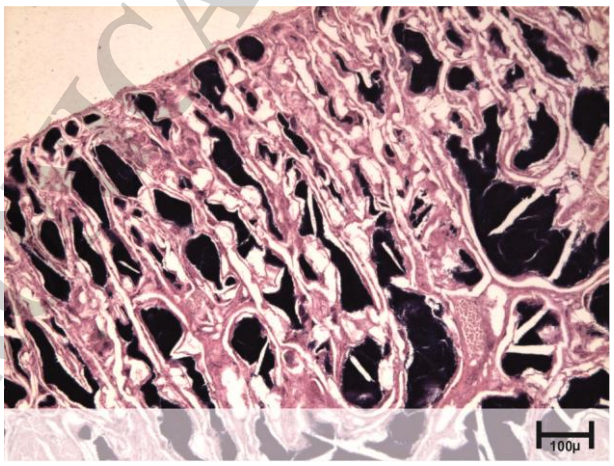


Figura 18. Testículo post-evacuado o en post-puesta. Disminución notoria del número de espermatozoides. Aumenta considerablemente la luz en el túbulo. No se observan células en diferentes fases de espermatogénesis.

Figura 19. Testículo inactivo, pequeño, color marrón.

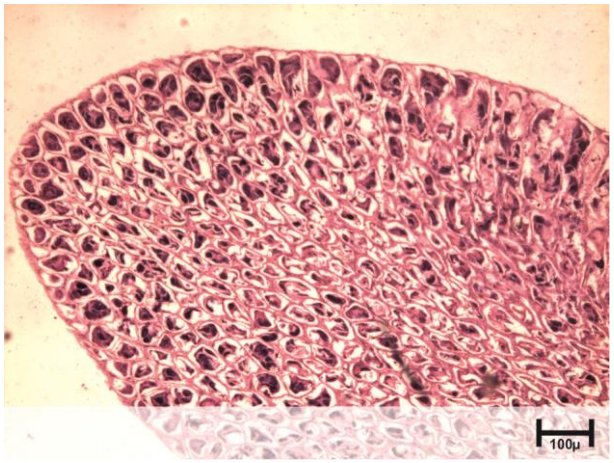


Figura 20. Se observan los cistos casi vacios, con restos de espermatozoides.

CD ELECTRÓNICA INIDEP

Debido al bajo número de ejemplares entre septiembre y octubre de 2016, el análisis de las variables reproductivas durante el ciclo anual se realizó a partir de noviembre de dicho año y concluyó en octubre de 2017.

El análisis de la distribución de los estadios macroscópicos de madurez gonadal durante un ciclo anual evidenció que las hembras en maduración se registraron principalmente entre mayo y noviembre, y se observó presencia de larvas en sus ovarios en noviembre y enero (Figura 21). Cabe aclarar que en el mes de febrero hubo un bajo número de muestras, que en el caso de las hembras correspondieron a juveniles. La machos en maduración predominaron entre marzo y noviembre, observándose individuos fluyentes en junio, octubre y noviembre (Figura 22). El predominio de individuos en postpuesta y reposo (> 50%) ocurrió, en el caso de las hembras, entre noviembre y mayo, mientras que en los machos se observó en enero y febrero (Figuras 21 y 22).

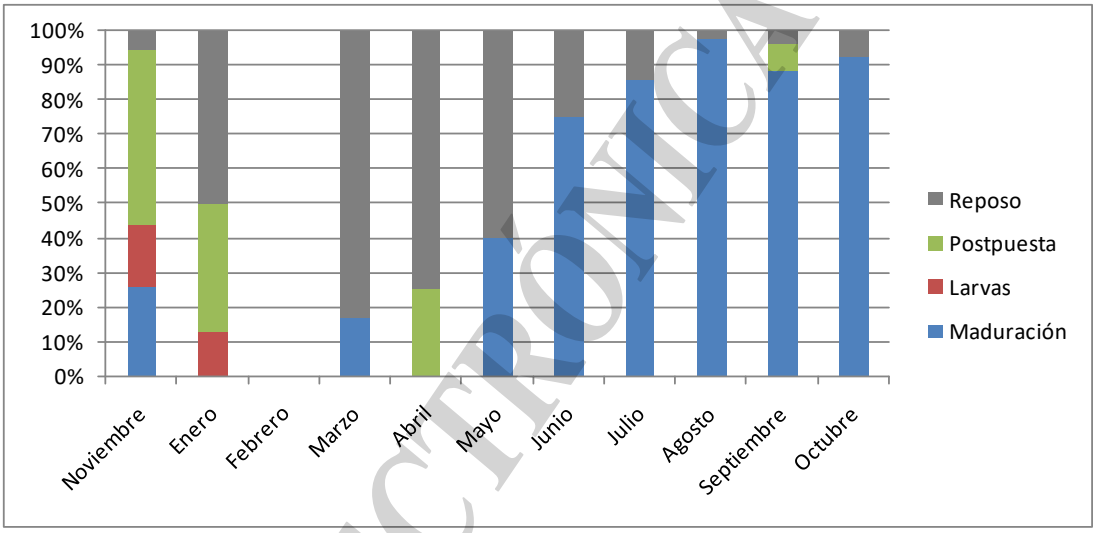


Figura 21. Porcentaje de hembras adultas de cabrilla en distintos estadios de madurez para los diferentes meses analizados.

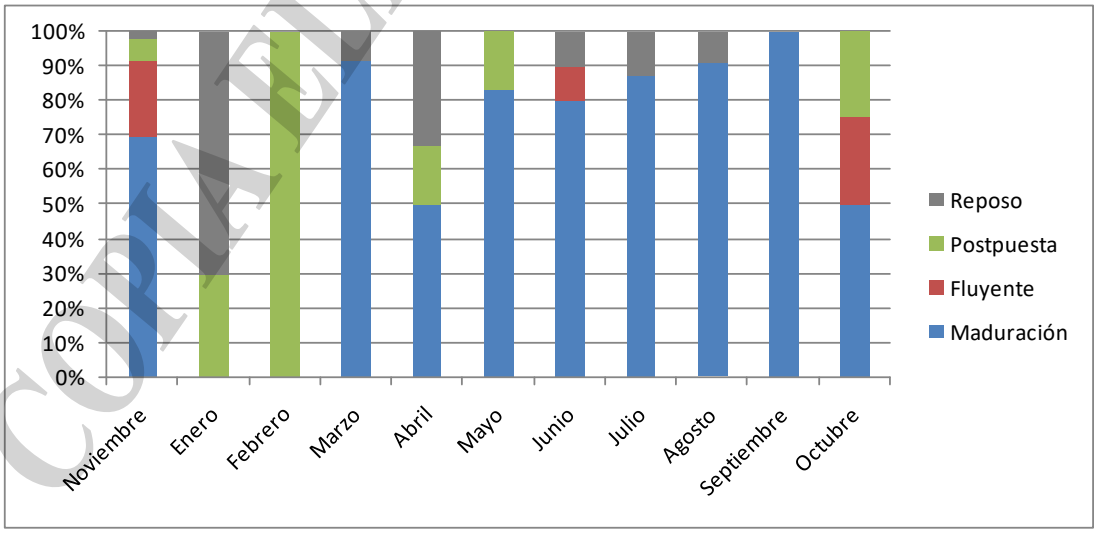


Figura 22. Porcentaje de machos adultas de cabrilla en distintos estadios de madurez para los diferentes meses analizados.

COPIA ELECTRÓNICA INIDEP

La curva gonadosomática para hembras (Figura 23), muestra que entre agosto y noviembre se encuentran los valores más altos de IGS, alcanzando en octubre el mayor valor (7,8); mientras que en el caso de los machos (Figura 23) los mayores IGS se registraron entre marzo y julio. Se observa una curva bimodal, un pico entre marzo y abril (0,77), y otro en junio (0,78). Es decir que los machos estarían madurando antes que las hembras.

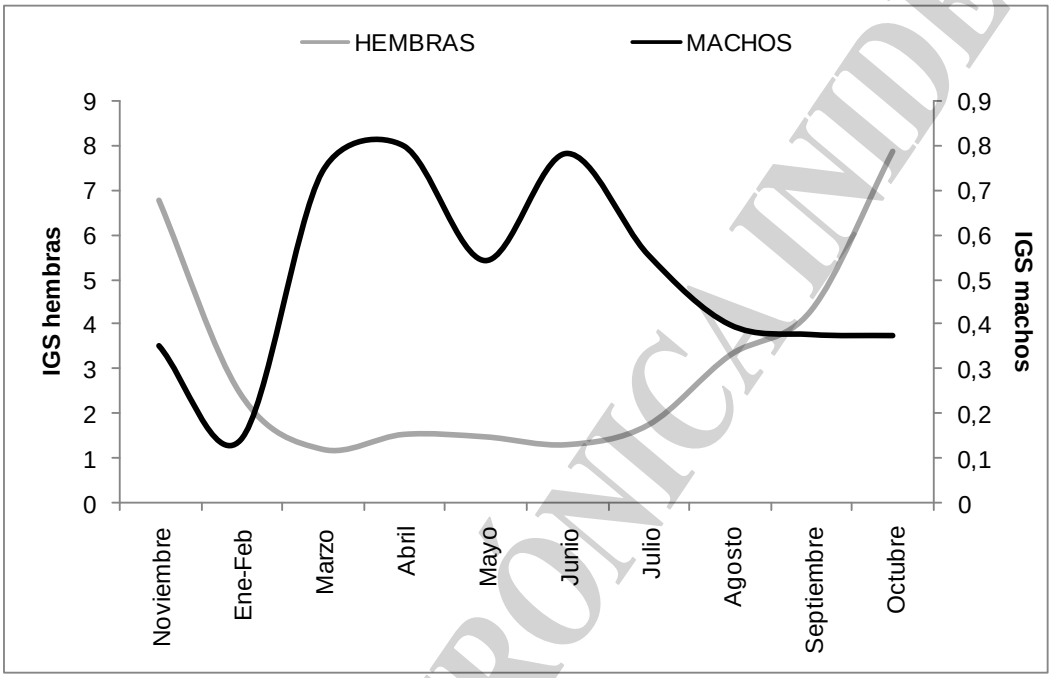


Figura 23. Valores de índice gonadosomático (IGS) de hembras y machos adultos de cabrilla durante un ciclo anual.

Los índices hepatosomáticos en general fueron estables durante el ciclo anual con valores próximos a 2 (Figura 24), en los machos solo se observó un pico en junio (3,40) y otro en hembras durante octubre (3,82), coincidiendo con los momentos de altos índices gonadosomáticos.

COPIA ELECTRONICA INIDEP

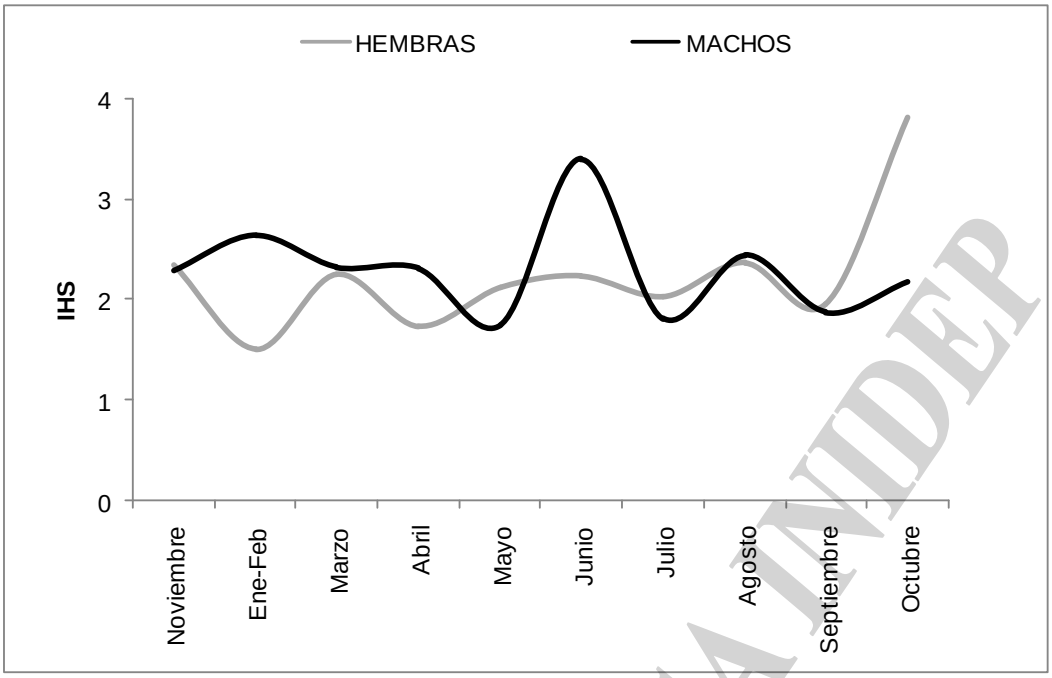


Figura 24. Valores de índice hepatosomático (IHS) de hembras y machos adultos de cabrilla durante un ciclo anual.

Distribución de diámetros ovocitarios

El análisis de la distribución de diámetros ovocitarios durante la fase de madurez previa al desove evidenció la existencia de dos grupos principales dentro del conjunto de células germinales (Figura 25). En el caso de considerar las hembras que presentan huevos con larvas en su interior se pueden ver 3 grupos.

En octubre y noviembre el primer grupo, entre 12,5 y 180 µm, corresponde a ovocitos previtelogénicos. El segundo grupo (entre 470 y 800 µm en octubre y 850 y 1100 µm en noviembre) está constituido por los ovocitos en vitelogénesis.

En el ejemplar que posee huevos con larva pueden observarse el grupo de previtelogénicos (entre 15 y 287 µm), el que está vitelado (337 y 637 µm) y el último con huevos embrionados (entre 1137 y 1587 µm) (Figura 25 y 26).

COPIA ELECTRÓNICA INIDEP

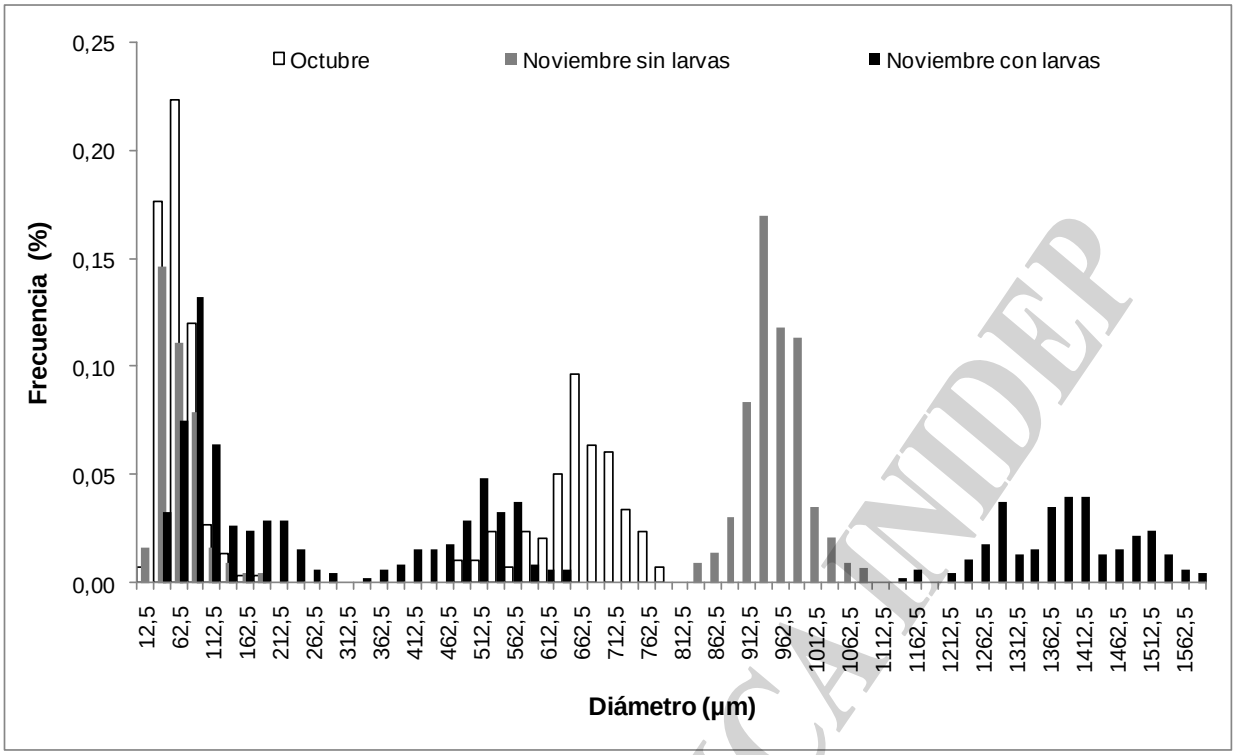


Fig. 25. Distribución de frecuencias de diámetros ovocitarios en ovarios en maduración (octubre), maduros con ovocitos previtelogenéticos y vitelados (noviembre sin larvas) y fecundados, con larvas en su interior (noviembre con larvas).

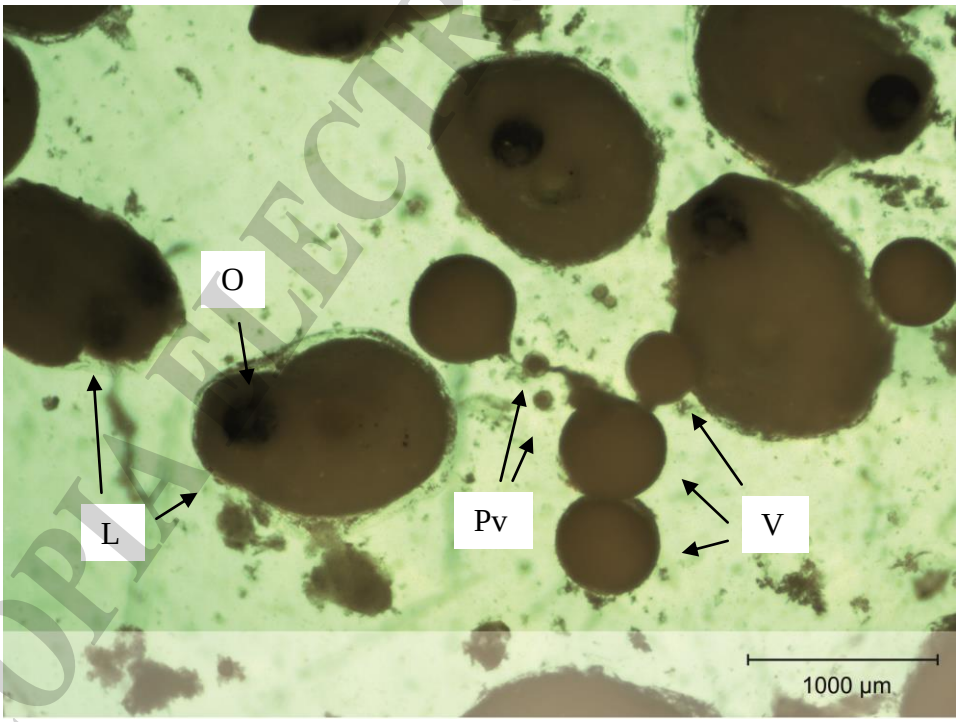


Figura 26. Imagen de esteromicroscópio en la que se observan ovocitos previtelogénicos (Pv), vitelados (V) y con larvas en su interior (L). Puede distinguirse claramente el ojo de la larva (O).

COPIA ELECTRÓNICA INIDEP

Se analizó el peso seco de 100 ovocitos vitelados de 8 hembras en maduración avanzada y 100 larvas libres en el ovario de 6 hembras, en todos los casos capturadas en noviembre, observándose que los rangos de peso eran similares. Los ovocitos se encontraron entre 3,91 g y 9,52 g, mientras que las larvas estuvieron entre 3,31g y 9,33 g (Figura 27).

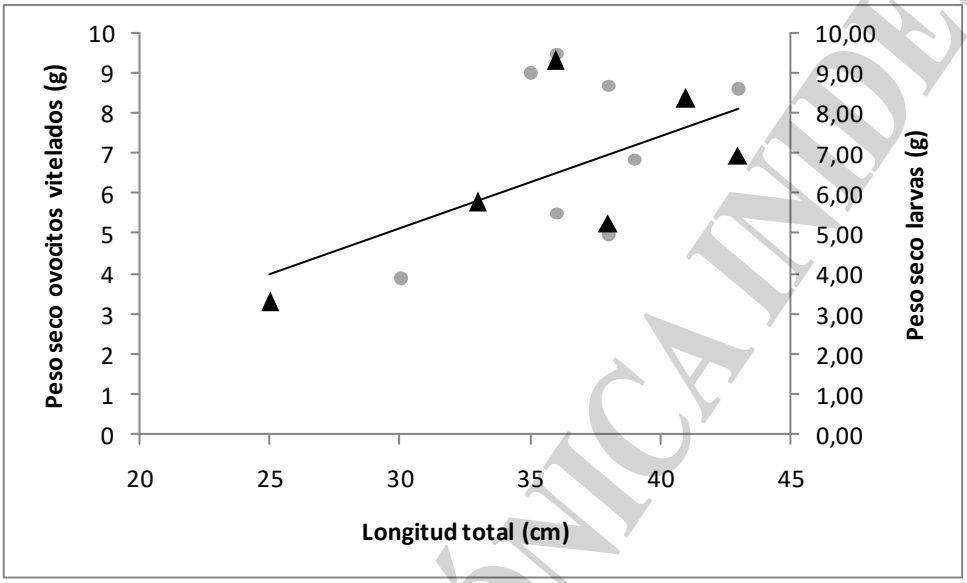
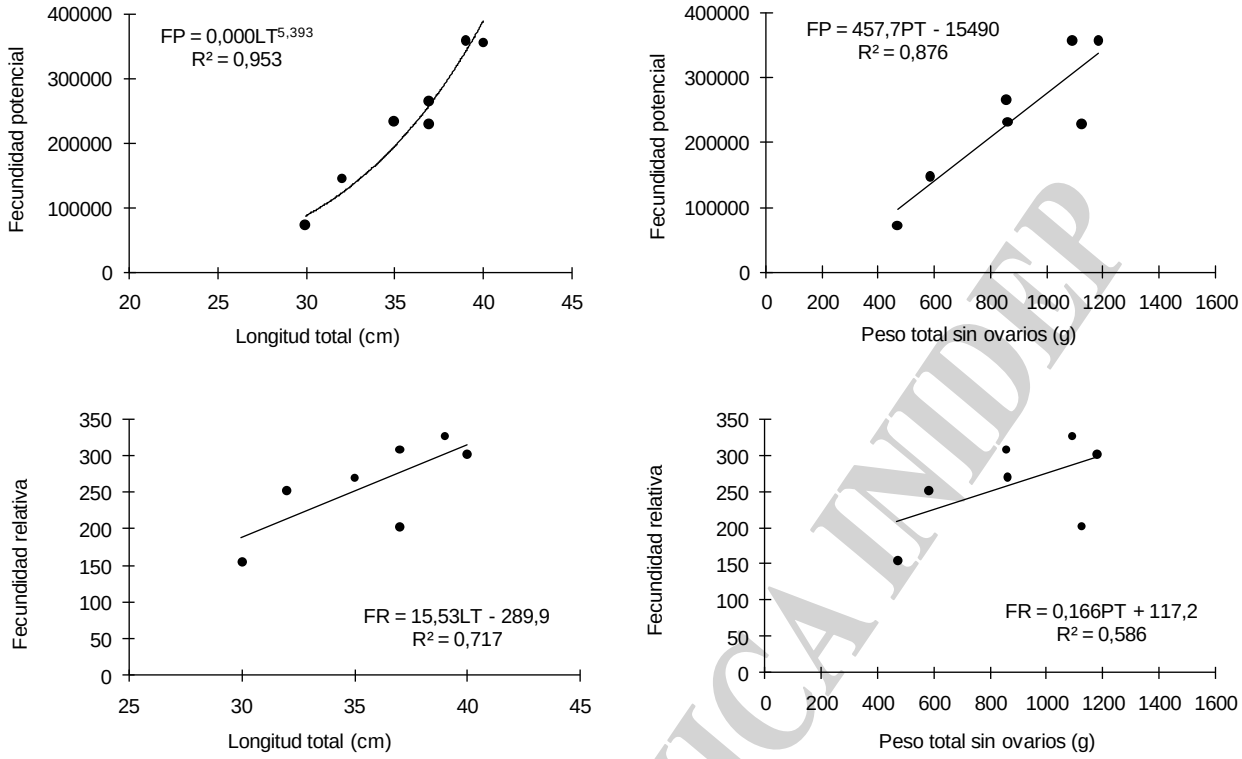


Figura 27. Peso seco de los ovocitos vitelados (círculo gris) y larvas sueltas (triángulo negro) en hembras de cabrilla en función de la longitud total.

Fecundidad

La fecundidad potencial de la cabrilla estimada a partir de hembras con ovocitos en maduración avanzada (de octubre y noviembre), se encontró entre 73.028 y 357.546 ovocitos para hembras entre 30 cm y 40 cm LT, obteniéndose un mejor ajuste al modelo potencial en relación con la longitud total, un ajuste lineal con el peso sin ovarios (Figura 28). La fecundidad relativa, para el rango de tallas antes mencionado, varió entre 156 y 328 ovocitos por gramo de hembra (sin ovarios) y se observaron relaciones lineales positivas con la longitud y el peso total sin ovarios (Figura 28).

COPIA ELECTRÓNICA INIDEP



DISCUSIÓN

El conocimiento de las características reproductivas en los peces es de fundamental importancia para lograr un mejor manejo de los recursos pesqueros. El examen de las gónadas, tanto macroscópico como histológico, contribuye a la determinación del periodo reproductivo y el tipo de desove que adopta una determinada especie (West, 1990).En el Atlántico Sudoccidental, los estudios histológicos de muchos peces de importancia comercial, han permitido establecer el tipo de desove y la duración de la época reproductiva.

La oviparidad del género *Sebastes* ha sido ampliamente documentada en la literatura (Eigenmann, 1892; Moser*et al*., 1977; Sánchez y Acha, 1988; Wourms 1991), y fue corroborada en el presente trabajo. A partir del análisis histológico de las gónadas en distintos estadios de madurez se determinó que la actividad reproductiva de la cabrilla acontece entre fines del invierno y la primavera en aguas de la plataforma continental argentina. El análisis del ciclo anual evidenció que las hembras están en su mayoría maduras entre junio y octubre, con presencia de larvas en noviembre y enero, mientras que en los machos el estadio de maduración se observó en gran parte del año (excepto en enero y febrero). Encontrándose machos fluyentes principalmente en octubre y noviembre.

En la mayoría de las especies con puesta estacional, el índice gonadosomático (IGS) cambia notoriamente en las sucesivas etapas del desarrollo gonadal y es una herramienta muy útil para delimitar la época de puesta. Por otra parte, el índice hepatosomático (IHS) permite cuantificar los cambios en el peso del hígado, debidos fundamentalmente a la acumulación de

COPIA ELECTRÓNICA INIDEP

lípidos y a la síntesis de vitelogenina, precursora del vitelo almacenado en los ovocitos durante la vitelogénesis. Es por ello que el IHS se utiliza con frecuencia como indicador de la condición o nivel de reservas del organismo. En el presente trabajo el análisis del IGS mostró que el aumento del tamaño gonadal en relación al peso total en los machos ocurre tempranamente en otoño, registrándose los mayores valores de este índice en los periodos marzo-junio, mientras que en las hembras el incremento del IGS se dio posteriormente, en octubre-noviembre. En concordancia con estos resultados, el índice hepatosomático de los machos fue más elevado en junio, mientras que en las hembras lo fue en octubre. Estos resultados estarían indicando que la fecundación ocurre bastante antes que parición, y coincide con las observaciones de Marcinkevicius (2009) y Marcinkevicius (2015). Estos autores mencionan que la fecundación se produciría entre agosto y noviembre, y la parición entre los meses de septiembre y diciembre. Esto a su vez coincide con el patrón temporal de presencia de larvas de cabrilla en el golfo San José, dado que comienzan a aparecer en el plancton a principios de la primavera, y por un período de tiempo de aproximadamente 2 meses (Villanueva Gomila, 2015). Los resultados hallados también concuerdan con los registrados por Sánchez y Acha (1988) en aguas de plataforma, ellos observaron que la liberación de las larvas se extendería desde octubre hasta finales de enero. Estos autores también postularon que las hembras grávidas se desplazarían hacia el sur a medida que avanza la temporada reproductiva.

En cuanto a la frecuencia de diámetros ovocitarios, se observó el desarrollo sincrónico de una camada de embriones avanzados junto con ovocitos previtelogénicos y en vitelogénesis temprana, tal como lo mencionan Sánchez y Acha (1988). No se registró presencia de larvas junto con ovocitos en vitelogénesis avanzada, lo que estaría indicando quela fecundación es interna con una única parición, tal como mencionan Sánchez y Acha (1988) y Marcinkevicius (2009).

Las especies del género *Sebastes* han sido consideradas ovovivíparas, dado que el tamaño inicial del huevo es pequeño, así como la larva al nacer, y la fecundidad es grande (Phillips, 1964; Moser*et al*., 1977; Boehlert*et al*., 1982), sin embargo estudios energéticos han demostrado que los embriones de dos especies del Pacífico (*S. melanops* y *S. schlegeli*) reciben alguna forma de nutrición materna durante los últimos estados de gestación, por lo que son vivíparas. En el caso de *S. oculatus*, se analizó la variación entre el peso seco de los ovocitos en maduración avanzada y las larvas libres en el ovario. Los resultados hallados muestran que los pesos fueron similares, lo que supone que el embrión se desarrolla completamente antes de su expulsión a expensas del vitelo, es decir sería un viviparismo lecitotrófico. Se observó que dentro de los huevos las larvas tienen un desarrollo bastante avanzado, en algunos casos con restos de vitelo. Saborido Rey (1994) mencionó que las especies de *Sebastes* que habitan Flemish Cap están catalogadas como vivíparas lecitotróficas, los embriones carecen de vitelo o está muy reducido al momento de la puesta, el aparato digestivo está bien desarrollado y la boca está abierta.

COPIA ELECTRÓNICA INIDEP

El análisis de los estadios de madurez durante un ciclo anual, el estudio microscópico de las gónadas y la determinación del IGS permitieron establecer el periodo reproductivo de *S. oculatus*, así como el tipo de desove. Se concluye que la maduración comienza a finales del invierno y continúa durante la primavera, mientras que la liberación de las larvas ocurre en primavera y comienzos del verano. La fecundación es interna y la fecundidad determinada, con un desarrollo de ovocitos de tipo sincrónico de grupo, siendo el tipo de viviparismo lecitotrófico. Los machos maduran antes que las hembras, y posiblemente la cópula ocurra en otoño, posteriormente las hembras conservarían el esperma hasta el momento de la fecundación dentro del ovario, aunque esto no pudo verificarse.

Según Magnússon y Magnússon (1995) todas las especies del género *Sebastes* son vivíparas, y el desove se caracteriza por la puesta o extrusión de 40.000 a 400.000 larvas pelágicas anualmente. En el presente trabajo la fecundidad potencial de la cabrilla estuvo entre 73.028 y 357.546 ovocitos para hembras entre 30 y 40 cm de longitud total. El único registro hallado en esta especie fue realizado por medio de técnicas estereométricas, y arrojó un valor de 180.000 embriones producido por una hembra de 28 cm de longitud estándar (Sánchez y Acha, 1988). Por otra parte, los valores de fecundidad estimados se encontraron en el rango reportado para otras especies de *Sebastes*, tales como *S. alutus* (31.000-305.000 por Major y Shippen (1970) y *S. marinus,* ahora denominada *S. norvergicus,* (22.800-350.000 por Raitt y Hall (1967) y 34.500-212.000 por Saborido Rey *et al*. (2015)).

En el futuro se propone continuar con estudios de fecundidad, calidad ovocitaria y composición proximal de los tejidos maternos, los cuales son de suma importancia para determinar cómo la condición fisiológica de los reproductores y sus características morfológicas pueden afectar la el potencial reproductivo de la especie.

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi agradecimiento al personal del Programa de Observadores a Bordo de Buques Comerciales del Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP) por la recolección de las muestras utilizadas en el presente informe. Agradezco también a los técnicos Marta Estrada y Hugo Brachetta por la preparación de los cortes histológicos.

BIBLIOGRAFÍA

Agger P., Bagge O., Hansen O., Hoffman E., Holden M. J., Kesteven G. L., Knudsen H., Raitt D. F. S., Saville A. & Williams T., 1974. Manual of Fisheries Science Part 2 – Methods of resource investigation and their application. FAO Fisheries Technical Paper 115, 255p.

Balon E.K., 1975. Reproductive guilds of fishes: A proposal and definition. Journal of the Fisheries Research Board of Canada, 32 (6): 821–864.

COPIA ELECTRÓNICA INIDEP

Balon E.K., 1984. Patterns in the evolution of reproductive styles in fishes. En: Potts G.W. & Wootton R.J. (eds) Fish reproduction: strategies and tactics. Academic Press, Londres, 35-53.

Begon M., Harper J. & Townsed C., 1999. Ecología, individuos, poblaciones y comunidades. España. Ed. Omega, Barcelona, 1148 pp.

Boehlert G.W., Barss W.H. & Lamberson P.B., 1982.Fecundity of the widow rockfish, *Sebastes entomelas*, off the coast of Oregon. Fish Bull 80: 881−884

Bone Q., Marshal N.B. & Blaxter J.H.S., 1995. Biology of Fishes, 2nd Ed. Blackie Academic & Professional, Londres, 253 pp.

Eigenmann C. H., 1892. The fishes of San Diego, California. Proc. U.S. Natl. Mus. 15: 123-178.

Galván D.E.,Venerus L.A. & Irigoyen A.J., 2009. The reef-fish fauna of the Northern Patagonian gulfs of Argentina, Southwestern Atlantic. Open Fish Science Journal, 2, 90–98.

Gunderson D.R., Callahan P. & Goiney B., 1980.Maturation and fecundity of four species of *Sebastes*. Mar. Fish. Rev., 42: 74-79.

Hunter J.R. & Goldberg S.R., 1980.Spawning incidence and batch fecundity in northern anchovy, *Engraulis mordax*. Fishery Bulletin, 77 (3): 641-653.

Hunter J.R., Lo N.C.H. & Leong R.J.H., 1985.Batch fecundity in multiple spawning fishes. In Lasker R.M. (ed). An egg production method for estimating spawning biomass of pelagics fish: Application to the northern anchovy, *Engraulis mordax*. NOAA Technical Report NMFS, 36: 67-77.

Hunter J.R. & Macewicz B.J., 1985.Rates of atresia in the ovary of captive and wild northern anchovy, *Engraulis mordax*. Fishery Bulletin, 83: 119-136.

Jobling M., 1995. Environmental Biology of Fishes.Chapman y Hall.Fish and Fisheries series, London, 455 pp.

Macchi G.J. & Acha E.M., 1998. Aspectos reproductivos de las principales especies de peces en la Zona Común de Pesca Argentino-Uruguaya y en El Rincón. Noviembre, 1994. En: Lasta, C.A. (Ed), Resultados de una campaña de evaluación de recursos demersales costeros de la provincia de Buenos Aires y del Litoral Uruguayo. Noviembre, 1994. INIDEP Informe Técnico, 21: 67-89.

Magnússon J. & Magnússon J.V., 1995. Oceanic redfish (*Sebastes mentella*) in the Irminger Sea and adjacent waters. Sci. Mar. 59: 241–254.

Major R.L. & Shippen H.H.m 1970. Synopsis of biological data on Pacific Ocean perch *Sebastodes alutus*. FAO Fish. Synop. 79, 38pp.

Marcinkevicius M.S., 2009. Ciclo Reproductivo del escrófalo, *Sebastes oculatus*. 2da Conferencia Latinoamericana sobre Cultivo de Peces Nativos, Chascomús, Argentina.

Marcinkevicius M.S., 2015. Análisis histológico del desarrollo gonadal del Mero Austral, *Sebastes*

COPIA ELECTRÓNICA INIDEP

oculatus. 4° Simposio Argentino de Ictiología, Mar del Plata Argentina.

Moser H.G., Ahlstrom, E.H. & Sandknop E.M., 1977.Guide to the identification of scorpionfish larvae (Family Scorpaenidae) in the Eastern Pacific with comparative notes on species of *Sebastes* and *Helicolenus* from other oceans. NOAA Tech. Rep. NMFS 402, 71 pp.

Murua H. & Saborido Rey F., 2003. Female reproductive strategies of marine fish species of the North Atlantic.Journal of Northwest Atlantic Fishery Science, 33: 23-31.

Raitt D.F.S. & Hall W.B., 1967. On the fecundity of the redfish. J. Cons. perm. int. Explor. Mer 31: 237-245.

Rocha-Olivares A., Rosenblatt R.H. & Vetter R.D., 1999. Cryptic species of rockfishes (Sebastes; Scorpaenidae) in the southern hemisphere inferred from mitochondrial lineages. J. Hered. 90, 404–411.

Saborido Rey, J.F., 1994. El género *Sebastes* Cuvier, 1829 (Pisces, Scopaenidae) en el Atlántico Norte: Identificación de especies y poblaciones mediante métodos morfométricos; crecimiento y reproducción de las poblaciones en Flemish Cap. Tesis Doctoral, Universidad Autónoma de Madrid, España, 277 pp.

Saborido-Rey F., Domínguez-Petit R., Garabana D. & Sigurðsson Þ., 2015. Fecundity of *Sebastes mentella* and *Sebastes norvegicus* in the Irminger Sea and Icelandic waters. Ciencias marinas, 41(2): 107-124. https://dx.doi.org/10.7773/cm.v41i2.2500

Sánchez R. P. &A cha M., 1988. Development and occurrence of embryos, larvae and juveniles of *Sebastesoculatus* with reference to two Southwest Atlantic Scorpaenids: *Helicolenus dactylopterus lahillei* and *Pontinus rathbuni*. Meeresforschungen, 32: 107–133.

Villanueva Gomila G.L., 2015. Estrategias reproductivas de las especies de peces óseos más conspicuas y abundantes en los arrecifes rocosos costeros de la Patagonia norte. Tesis Doctoral, Universidad de Buenos Aires, 159 pp.

Venerus L.A., Ciancio J.E., Riva Rossi C., Gilbert-Horvath E.A., Gosztonyi A.E. & Garza J.C., 2013. Genetic structure and different color morphotypes suggest the occurrence and bathymetric segregation of two incipient species of *Sebastes* off Argentina. Naturwissenschaften, 100: 645–658.

West G., 1990. Methods of Assessing Ovarian Development in Fishes: a Review. Australian Journal of Marine and Freshwater Research 41: 199-222.

Wootton R.J., 1990. Tactics and Strategies in fish reproduction. En Potts G.W. & Wotton R.J. (Eds), Fish Reproduction: Strategies and Tactics. Academic Press, London, 1-12 pp.

COPIA ELECTRÓNICA INIDEP