

CICLO REPRODUCTIVO ESTACIONAL  
DE *SEBASTES CAPENSIS* GMELIN, 1829 (PISCES, SCORPAENIDAE)  
DE BAHIA DE SAN VICENTE, CHILE

Seasonal reproductive cycle of *Sebastes capensis* Gmelin, 1829  
(Pisces, Scorpaenidae) from San Vicente Bay, Chile

EMILIO ALVEAL R. Y RUTH QUINTANA P.\*

RESUMEN

La "cabrilla española", *Sebastes capensis* Gmelin, 1829 de la Bahía de San Vicente (Chile) posee fecundación interna, originando larvas natátiles libres. Esta especie presenta un ciclo reproductivo anual. Los machos muestran un alto índice gonádico entre febrero y abril y las hembras dan a luz larvas entre octubre y febrero. Se estudiaron ovarios y testículos a través de un año, comenzando en 1983, sobre la base del índice gonádico y del diagnóstico histológico.

SUMMARY

The "cabrilla española" (= Chilean rockfish), *Sebastes capensis* Gmelin, 1829 from San Vicente Bay (Chile) has internal fertilization. Females give birth to free swimming larvae. This species shows an annual reproductive cycle. Males have a high gonadic index between February and April and females give birth to larvae between October and February. Ovaries and testes were studied through the year beginning in August 1983 based on the gonadic index and histological diagnostic.

INTRODUCCION

El género *Sebastes* está representado en Chile por una sola especie *Sebastes capensis* (Chen, 1971; Kong, 1980 y Alveal *et al.* 1983) siendo ésta una de las pocas especies ovovivíparas de la ictiofauna chilena.

*Sebastes capensis* está considerado como una especie de importancia económica, de ahí que era necesario conocer su biología, y por sobre todo su comportamiento reproductivo, con el objeto de evitar a futuro la extracción de dicha

especie en la época en que se presentan las hembras grávidas, a punto de emitir sus embriones al medio.

El presente estudio entrega el comportamiento reproductivo de *S. capensis* durante un año, a través del estudio mensual del índice gonádico (Moser, 1967b) y del análisis histológico mensual de ovarios y testículos.

A través del método histológico, se logró determinar una escala de madurez sexual de 5 estadios, tanto para machos como para hembras. Ello permitió determinar la época en que el macho fertiliza a la hembra, y el período de postura de los embriones, el cual abarcaría alrededor de 5 meses a contar de julio.

\*Departamento de Biología y Tecnología del Mar. Pontificia Universidad Católica de Chile. Sede Regional Talcahuano. Casilla 127. Talcahuano, Chile.

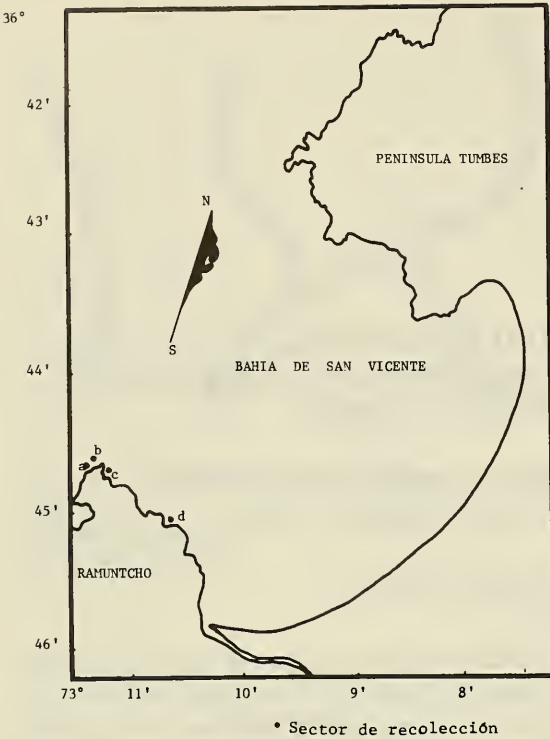


Fig. 1. Lugares de recolección de *Sebastes capensis*.

## MATERIALES Y METODOS

Los especímenes se obtuvieron a través de los desembarques de la pesca artesanal y mediante buceo en la Bahía de San Vicente (Fig. 1).

Se capturó un total de 225 especímenes de *Sebastes capensis*, 67 machos y 158 hembras, cuyos rangos de longitud estándar variaron entre 209 y 390 mm. El muestreo abarca un período de 12 meses a contar de agosto de 1983.

El índice gonádico se calculó para cada espécimen de acuerdo con la siguiente fórmula (Moser, 1967b)

$$[(\text{Peso gónada}) / (\text{longitud estándar})^3] \times 10^7$$

para así hacerlo comparable con estudios de otros *Sebastes* del hemisferio norte.

El índice gonádico en hembras se determinó para tres categorías de ovarios (Moser, *Op. cit.*):

- i. Ovarios desovados
- ii. Ovarios con oocitos en maduración
- iii. Ovarios con embriones en desarrollo

El diámetro de los oocitos y embriones, se midió con un micrómetro ocular, en un microscopio estereoscópico. Los ovarios que contenían oocitos con un diámetro menor a 0.2 mm se consideraron como ovarios desovados (Moser, *op. cit.*).

Las gónadas fueron pesadas con 0,1 gr. de aproximación y fijadas en formol al 10%.

Para el estudio histológico, se seleccionaron gónadas en base al grado de desarrollo de las mismas y a todas las tallas disponibles, considerando para ello una escala macroscópica de madurez sexual (Alveal, *et al.*, 1983). Luego se sometieron a las técnicas usuales en cortes histológicos. Sin embargo, para deshidratar e incluir, se usó cloroformo como solvente de la parafina (Bucke, 1972). Los cortes de ovarios y testículos tienen un espesor de 10 micras, y fueron teñidos con hematoxilina de Ehrlich y eosina.

Se tomó microfotografías, a través de un microscopio E. Leitz Ortholux, equipado con cámara fotográfica Orthomat.

## RESULTADOS

### *Histología general del ovario*

Cada ovario está compuesto de estroma y tejido ovígero protegido por un ovisaco de paredes delgadas y muscular. En la región posterior, ambos ovisacos se unen y forman el oviducto que desemboca en la base de la papila urogenital, la cual es de forma triangular.

En la sección transversal se observa el estroma, dispuesto como una serie de lamelas sujetas dorsalmente al ovisaco, por el "hilum" a través de un tronco fibromuscular, que se extiende desde el "hilum" y que contiene a la arteria y vena del ovario, que se ramifica para surtir a las lamelas y al tejido ovígero. La superficie de estas lamelas está cubierta por oocitos en diferentes estados de maduración.

### *Estados de madurez sexual en hembras*

- I. Ovarios inactivos en regresión: Abundante

presencia de oocitos primarios. El citoplasma es fuertemente basófilo y homogéneo, el núcleo es grande y adopta más o menos la forma del oocito y, se localiza en el centro de éste. Presenta un nucléolo central y/o varios nucléolos periféricos. Estos oocitos tienen entre 40-80 micras de diámetro. En menor proporción es posible encontrar también folículos vacíos (Fig. 2).

## II.

Ovarios previtelogénicos: Los oocitos tienden a alargarse y adoptan una forma más o menos elíptica. Claras y pequeñas vacuolas lipídicas comienzan a desarrollarse en la periferia del citoplasma. Estos oocitos tienen entre 90-185 micras de diámetro. El núcleo en este estado tiene entre 40-80 micras. Los nucléolos son periféricos. A consecuencia del desarrollo de vacuolas el citoplasma se hace menos basófilo (Fig. 3).

## III.

Ovarios vitelogénicos: Los oocitos presentan gránulos de vitelo, el núcleo que es más grande adquiere una forma irregular, y se ubica en el centro del oocito, los nucléolos se encuentran muy cerca de la pared nuclear. En este estado el folículo comienza a desarrollarse y consta de la "teca", zona granulosa, zona radiada, y una profusa red de capilares que se interpone entre la zona granulosa y la teca.

Los oocitos, en este estado aumentan más de tamaño, entre 114-384 micras de diámetro, debido al incremento que producen los gránulos de vitelo, que son esféricos y se dirigen hacia el interior del citoplasma, ocupando casi la totalidad de éste. Algunas vacuolas permanecen todavía entre los gránulos de vitelo; pero la mayoría de ellas han sido desplazadas hacia la periferia (Fig. 4).

## IV.

Ovarios maduros: El grado de vitelogénesis es más avanzado, es decir, comprende el estado de madurez total. Las muestras no presentan estados más avanzados de oocitos en maduración e incluye la migración del material nuclear a la periferia. El oocito tiene entre 291-690 micras de diámetro. Los gránulos de vitelo se agrandan mucho más y alcanzan hasta 17 micras de diámetro. Las células de la zona

granulosa del folículo, se vacuola y muestra evidencias de agotamiento. La desintegración de los gránulos de vitelo comienza en la periferia del oocito y prosigue centralmente. Los folículos de los oocitos más avanzados sufren una desintegración estructural. La zona radiada desarrolla estriaciones radiales (Fig. 5).

## V.

Ovarios embriogénicos o en predeseove: Después de la ovulación y fertilización, el desarrollo de los embriones es de vida libre en la cavidad del ovario, agolpados en el fluido ovárico, protegidos cada uno de ellos por una cápsula transparente (membrana externa). Un espacio perivitelino separa al embrión de la membrana vitelina o radiada. El estroma que rodea al embrión está compuesto de folículos vacíos. La red de capilares que existe entre la teca y la granulosa permanece intacto y lleno de eritrocitos. A medida que los embriones se desarrollan, las capas epiteliales del folículo se colapsan y se oscurece el lumen folicular, pero la red de capilares permanece intacta. Cuando los embriones alcanzan el estado de formación de los ojos, un segundo grupo de oocitos es reclutado de oocitos residuales de 90 micras de diámetro, que están siempre presentes en el ovario (Fig. 6).

### *Histología general de los testículos*

El espermioducto, corre a lo largo de la superficie dorsal de cada testículo. Anteriormente este ducto se introduce bajo la superficie de cada uno de ellos, pero posteriormente es más superficial. Ambos ductos emergen en la región posterior de los testículos y, se unen en la base de la papila urogenital, la cual es cilíndrica.

Al examen microscópico, cada testículo está encerrado en un mesotelio escamoso, dentro del cual existe una túnica fibrosa, la cual es más gruesa en la superficie dorsal del testículo y, encierra a la arteria y vena espermática y al espermioducto. Desde este último aparecen radiados los ductos eferentes (tienen en conjunto una forma más o menos triangular), los cuales se ramifican profusamente para formar una zona de paquetes compactos de túbu-

Fig. 2. Fotomicrografía de un corte de ovario inactivo, donde se muestran los oocitos inactivos, con su núcleo central (N) y los nucléolos periféricos (n) y el citoplasma fuertemente basófilo (C).

Fig. 3. Fotomicrografía de un corte de ovario previtelogénico, donde se observan las vacuolas lipídicas (V) en la periferia del citoplasma (C).

Fig. 4. Fotomicrografía de un corte de ovario vitelogénico, donde se aprecian los gránulos de vitelo (GV) distribuidos en el citoplasma. Es posible observar al igual el folículo (F) que rodea el oocito, con su zona granulosa (ZG), zona radiada (ZR) y la teca (T).

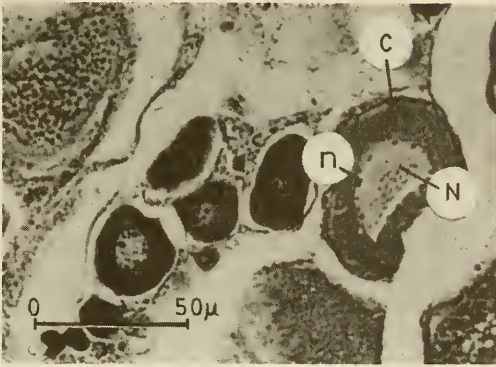
Fig. 5a. Fotomicrografía de un corte de ovario maduro donde los gránulos de vitelo (GV) aumentan su tamaño y están distribuidos uniformemente en el citoplasma. Se observa el folículo que rodea al oocito, con su zona radiada, zona granulosa y la teca.

Fig. 5b. Fotomicrografía de un corte de ovario maduro que muestra oocitos ya fecundados, donde es posible apreciar la fusión de las gotas oleosas en una gota única, grande (GO) y corte del embrión (E).

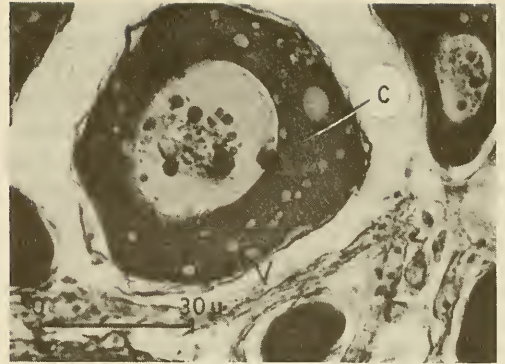
Fig. 6a. Fotomicrografía de ovario embriogénico o en predesove, donde es posible apreciar en la región anterior del embrión la bolsa vitelina (BV), el notocordo (NT) y el cordón nervioso (CN) y en la región caudal la aleta dorsal (D) y anal (A).

Fig. 6b. Fotomicrografía de ovario en postdesove, que muestra las lamelas ovígeras (LO) con su lumen (L), donde en sus paredes se denota bastante capilarización (CA).

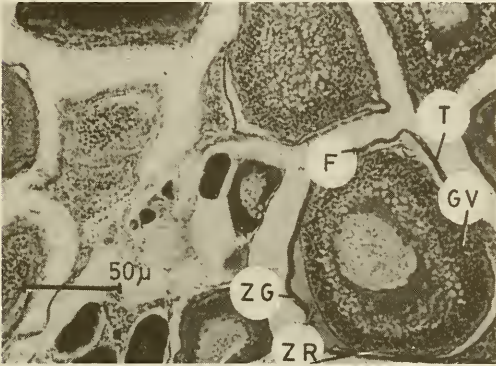
Fig. 6c. Fotomicrografía con gran aumento, donde se aprecian las paredes de las lamelas ovígeras (LO) y abundante capilarización.



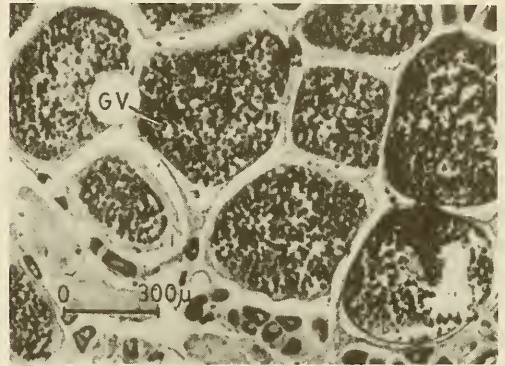
2



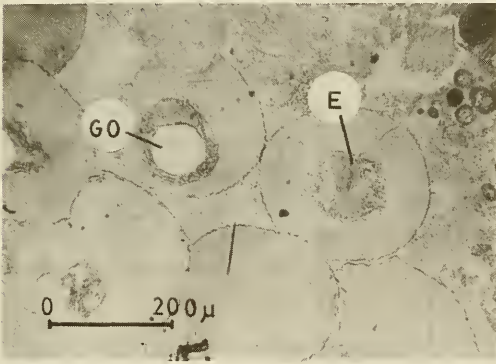
3



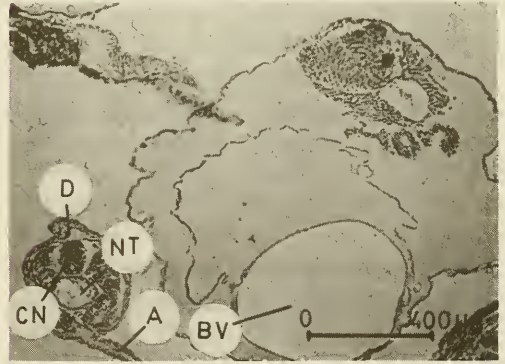
4



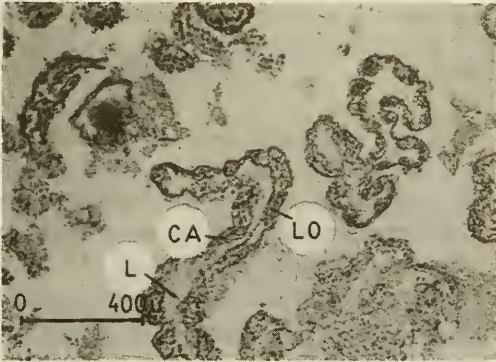
5a



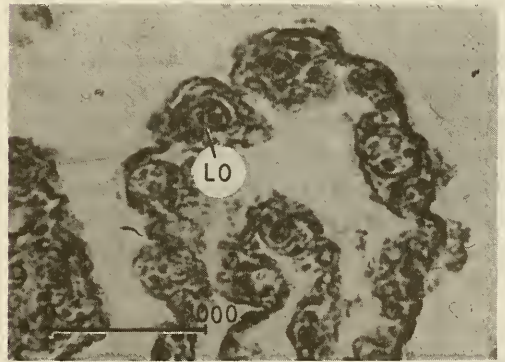
5b



6a



6b



6c

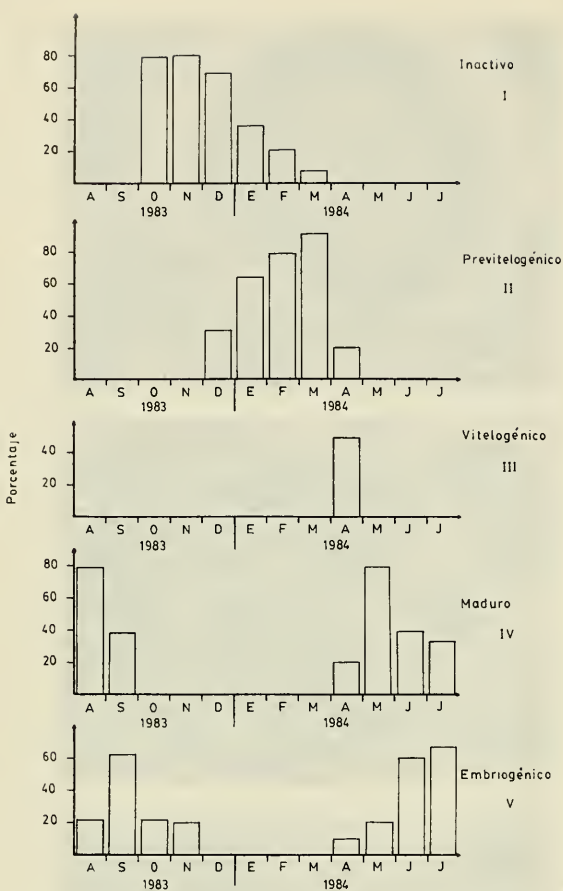


Fig. 7. Cambios mensuales de la frecuencia porcentual de los estados ováricos de *Sebastes capensis* en San Vicente, Chile.

los seminíferos, que están alineados perpendicularmente al borde del testículo (Fig. 10).

*Estados de madurez sexual en machos*

I. Inactivos o en recuperación: Los espacios intertubulares están llenos de tejido conectivo y comienza la renovación del epitelio germinal. En los túbulos seminíferos hay una multiplicación de cistos, no hay presencia de lumen ni de espermatozoides. Proliferan las espermatogonias y se observan además, espermatoцитos I y II (Fig. 11).

II. Espermiogénesis temprana: Se observan cistos con espermatogonias, espermatoцитos y es-

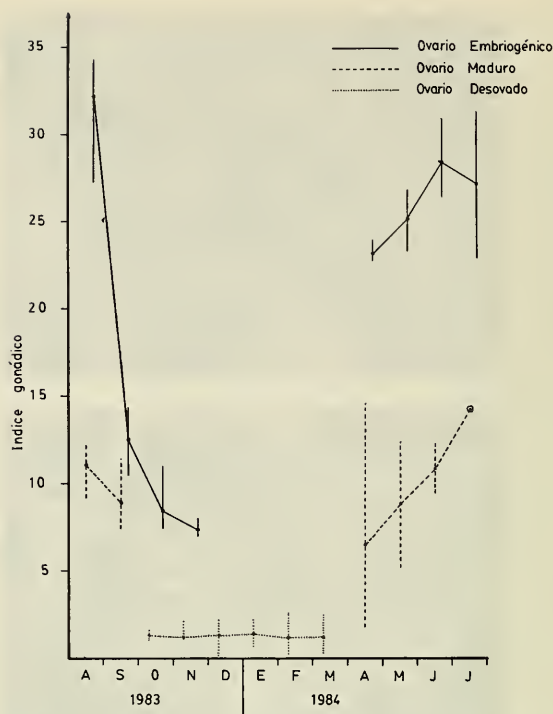


Fig. 8. Índice gonádico promedio en hembras de *Sebastes capensis* en San Vicente, Chile. Las líneas verticales indican los rangos del índice gonádico.

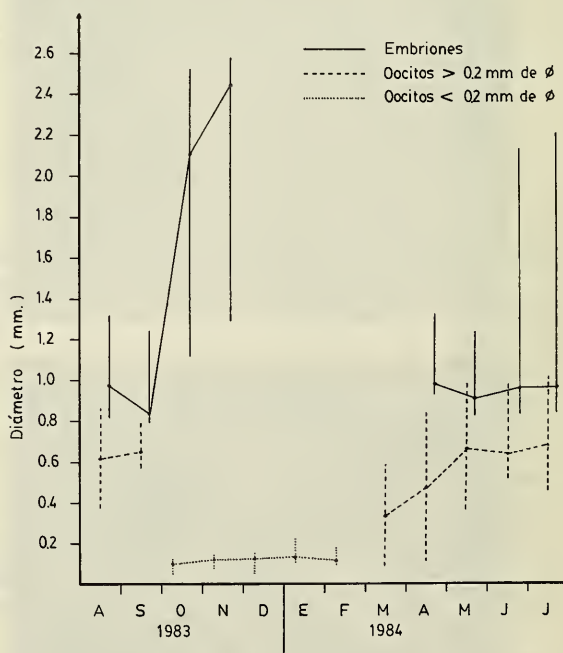


Fig. 9. Diámetro promedio de oocitos y embriones de *Sebastes capensis* en San Vicente, Chile. Las líneas verticales indican el rango del diámetro.

permátidas, en diferentes estados de desarrollo. El tejido conectivo intertubular comienza a reducirse y a romperse en algunos lugares para dar paso al espermatozoide hacia el lumen. Las células germinales comienzan a madurar (Fig. 12).

### III.

Espermiogénesis activa: En este estado, el lumen, aparece lleno de espermatozoides, y alrededor de él, hay voluminosos cistos, bien delimitados que contienen células germinales en varias fases de desarrollo. En esta fase los machos, se supone, que fecundarían a la hembra (Fig. 13).

### IV.

Espermiogénesis tardía: En este estado, el lumen aparece con espermatozoides, pero los cistos que rodean al lumen, son más delgados y se presentan aplastados (Fig. 14).

### V.

Fin de la espermiogénesis: En esta fase, el tejido conectivo está colapsado. Las paredes de los túbulos se hacen más gruesas y el diámetro de ellos, más pequeño. Se observan además, espermios maduros residuales, que no fueron expulsados durante la fertilización (Fig. 15).

En relación a los diferentes estados de madurez sexual de los machos a través de los meses, se da a conocer en la figura 16, y los valores del índice gonádico para los machos a través de los meses en la figura 17.

## DISCUSION Y CONCLUSIONES

*Sebastes capensis*, es una especie ovovivípara la cual inicia sus actividades reproductivas por una "cópula", que resulta en fecundación interna (Chen, 1971).

En todas las especies del género *Sebastes*, la copulación ocurre antes que el oocito alcance su estado final de desarrollo (Chen, *Op. cit.*). En este caso se comprobó que ocurre el mismo comportamiento en *S. capensis*, ya que cuando los oocitos se encuentran maduros o sufriendo vitelogénesis; es mayor el porcentaje de machos que se encuentran en estados iniciales de espermiogénesis.

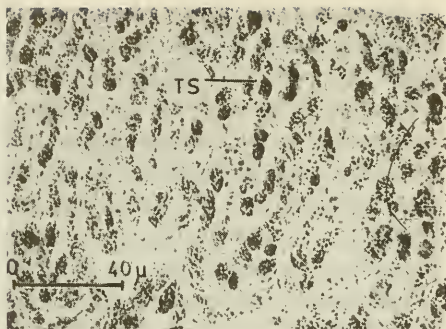
Magnusson (1955); Moser (1967)b, plantean que en los representantes del género *Sebastes*, los machos y hembras difieren temporalmente en su ciclo reproductivo, donde los machos maduran más temprano que las hembras. Durante el período de observación, se puede indicar que *S. capensis* para el área estudiada mantiene el mismo comportamiento, ya que el mayor porcentaje de machos maduros se encuentra entre los meses de enero a abril, en cambio las hembras durante estos meses se encuentran en estados inactivos y previtelogénicos (figs. 7, 8, 9, 16, 17).

Moser (*Op. cit.*), señala que el "peak" máximo del índice gonádico para los machos del género *Sebastes*, ocurre en el verano, para las especies que gestan y liberan larvas durante el invierno. Este mismo comportamiento ocurre en *S. capensis*, que presenta su "peak" máximo en febrero. En cambio en las hembras ocurre entre otoño e invierno, cuando aparecen el mayor porcentaje con desarrollo de embriones.

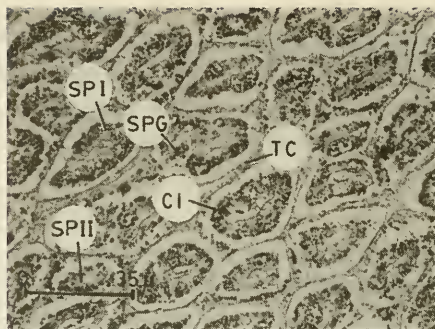
Sobre la base del estudio histológico, se encontró que cuando el ovario presentaba oocitos maduros, en forma simultánea, estaban presentes en menor proporción oocitos inmaduros, previtelogénicos, vitelogénicos y embriones. Esto nos indicaría que el desove de *S. capensis* es parcial.

Moser (1967)a, plantea que después de la ovulación y fertilización el desarrollo de los embriones es libre en la cavidad del ovario, embebidos en un fluido ovárico. El presente estudio concuerda con este planteamiento, ya que los embriones están libres dentro de la cavidad ovárica al lado de las lamelas ovígeras, teniendo una alimentación vitelina a través del saco vitelino. Por lo tanto, el ovario llega a constituir un "útero", lugar éste, donde se nutren los embriones. Moser (*Op. cit.*), plantea que la red de capilares que existe entre la teca y la zona granulosa del folículo vacío, es un excelente mecanismo de intercambio de gases para el embrión, esto se corrobora por la notable vascularización que presentan las lamelas observadas en *S. capensis*.

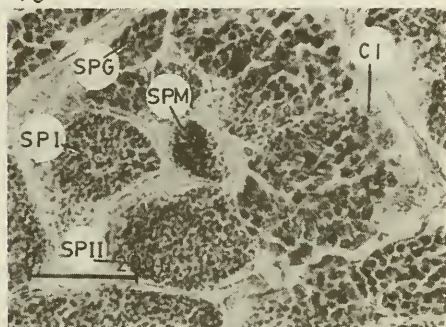
En las hembras, los valores del índice gonádico son más bajos durante octubre a marzo, que sería el período de postdesove. Un signifi-



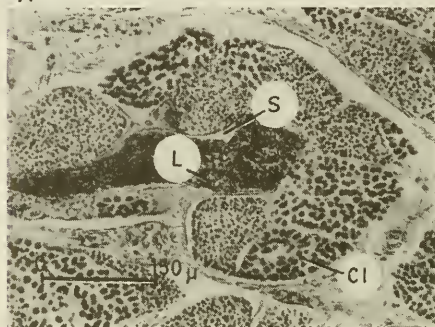
10



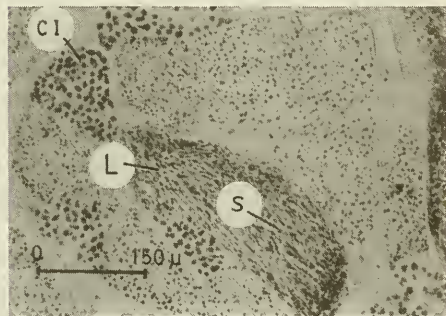
11



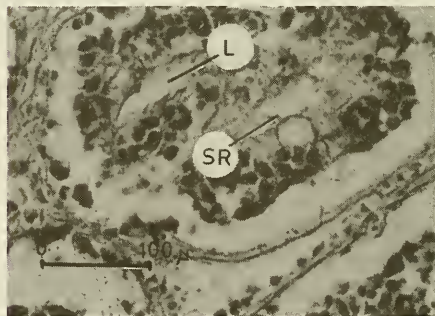
12



13



14



15

Fig. 10. Fotomicrografía de un corte transversal de testículo, en el que se observa la zona de túbulos seminíferos (TS) alineados perpendicularmente al borde del testículo.

Fig. 11. Fotomicrografía de testículo inactivo en donde se observa la multiplicación de cistos (CI), abundante tejido conectivo (TC), y espermatogonias (SPG), espermatocitos I y II (SPI, SPII).

Fig. 12. Fotomicrografía de testículo en espermiogénesis temprana, observándose los cistos (CI) con espermatogonias (SPG), espermatocitos (SPI, SPII) y espermatidas (SPM).

Fig. 13. Fotomicrografía de testículo en espermiogénesis activa, el lumen (L) aparece lleno de espermatozoides (S) y alrededor de él voluminosos cistos (CI) bien delimitados.

Fig. 14. Fotomicrografía de testículo en espermiogénesis tardía, el lumen (L) aparece lleno de espermios (S) y los cistos (CI) son más delgados.

Fig. 15. Fotomicrografía de testículo en el fin de la espermiogénesis en el lumen (L) se observan espermios residuales (SR).



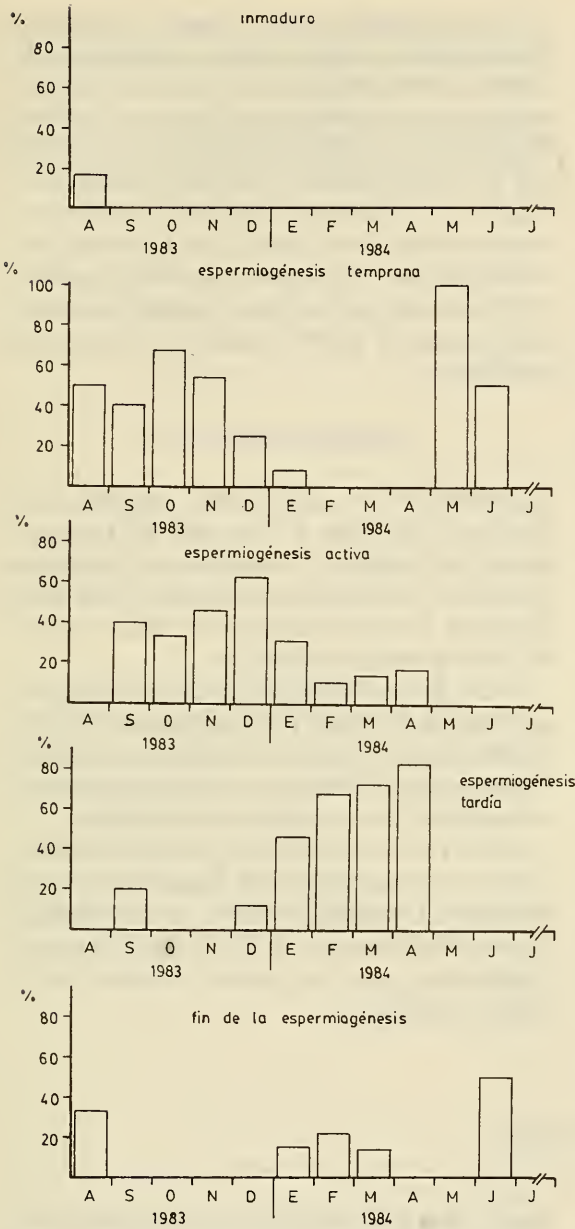


Fig. 16. Cambios mensuales de la frecuencia porcentual de los estados testiculares de *Sebastes capensis* en San Vicente, Chile.

cativo aumento del índice gonádico comienza de abril hacia adelante, que es provocado por el inicio de la vitelogénesis y el desarrollo de embriones en algunos casos. Los valores más altos del índice gonádico se encuentran en los meses de invierno cuando el mayor de las hembras están grávidas, y con oocitos en maduración.

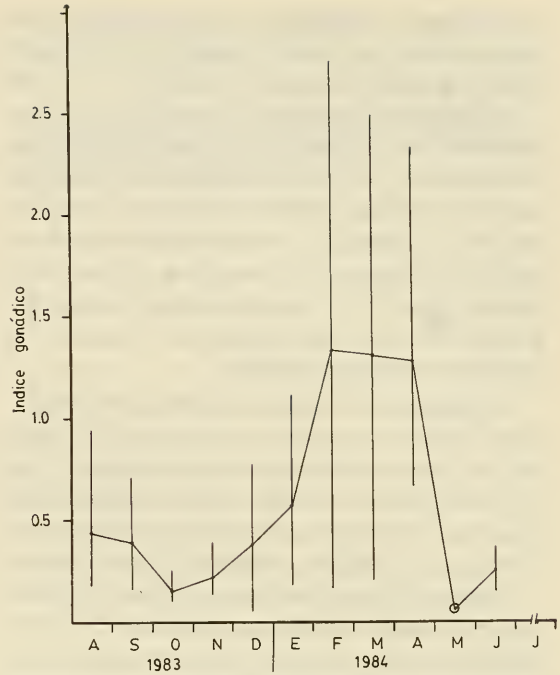


Fig. 17. Índice gonádico promedio en machos de *Sebastes capensis* en San Vicente, Chile. Las líneas verticales indican el rango del índice gonádico.

Al comparar el índice gonádico en machos, éste permanece con los valores bajos en los meses de invierno y primavera y, ello coincide con el análisis histológico, que revela que los machos se encuentran en los inicios de la espermiogénesis. El marcado incremento en el peso y talla de los testículos a principios del verano, que se ve reflejado con el índice gonádico alto, demuestra el aumento en la proliferación de células durante la espermiogénesis. El índice gonádico permanece con los valores altos durante los meses de verano, encontrándose su valor máximo en el mes de febrero, y continuando hasta el otoño, cuando se encuentran los testículos en espermiogénesis activa. El índice gonádico decrece en otoño, lo que reflejaría el fin de la espermiogénesis, y la descarga de espermios durante la "cópula".

Chen (1971) Moser (1967)a, basados en estudios de *Sebastes* de California, indican que los *Sebastes* presentarían un desove anual, durante un período amplio de 2-5 meses. A través del presente estudio se estimó que *S. capensis* del área estudiada, sigue el comportamien-

to dado para el género, en el sentido de que presentaría un desove anual y parcial que abarcaría alrededor de 5 meses.

Durante el período de postdesove, el diámetro de los oocitos no sobrepasa a los 0,2 mm de diámetro y éstos corresponderían a oocitos infértiles (Moser, 1967b; Oliva *et al.* 1983). En el verano comienza a incrementarse gradualmente el diámetro de los oocitos, a causa de la vitelogenénesis, y se mantiene este comportamiento hasta el otoño, cuando aparecen las primeras hembras grávidas.

El ejemplar de menor talla en que se determinó maduración avanzada fue de 209 mm, de longitud estándar para las hembras y de 217 mm para los machos, esto nos estaría indicando las tallas aproximadas de primera madurez para *S. capensis* en Bahía de San Vicente.

A pesar de los esfuerzos por obtener especímenes durante el transcurso del año de observación, durante ciertos meses, en especial en aquellos que se refieren a la época de emisión de embriones (julio-noviembre) no fue posible coleccionar un mayor número de ejemplares. Esta escasez de especímenes podría deberse como resultado de una migración de la especie, a un área de desove o alimentación desconocida por nosotros. Esta hipótesis es confirmada por Moiseev *et al.* para *Sebastes aulutus* del Mar del Norte, pero difiere de lo planteado por Miller *et al.* (1967) que indica que la mayoría de las especies de *Sebastes* son de vida secundaria.

Por otra parte, la masa gonadal de las hembras grávidas, ocupa casi la totalidad de la cavidad peritoneal, lo que indicaría que las hembras no se alimentarían durante la época de gestación, con ello se explicaría en parte el que no fuera posible su captura mediante línea de mano. Ante esta situación se procedió a bucear el área de captura y los resultados fueron negativos, ya que no fue posible encontrar ejemplares, lo que nos hace suponer entonces que *S. capensis* podría emigrar a aguas más profundas.

### AGRADECIMIENTOS

Agradecemos en forma muy especial a los Sres.: José Morillas A., Docente del Departamento de Biología y Tecnología del Mar de la Pontificia Universidad Católica de Chile, Sede Regional Talcahuano, por su valioso aporte en el diagnóstico histológico.

Al Sr. Darío Dittus M., Docente del Departamento de Biología y Tecnología del Mar de la Pontificia Universidad Católica de Chile, Sede Regional Talcahuano, por su valiosa cooperación en la confección de las figuras.

Al Sr. Hernán Cortés M., Técnico del Laboratorio de Histología del Departamento de Biología y Tecnología del Mar, de la Pontificia Universidad Católica de Chile, Sede Regional Talcahuano, por sus aportes técnicos en el trabajo histológico.

### BIBLIOGRAFIA

- Alveal, E.; M. Leible; E. Muñoz y Salazar, R. 1983. Taxonomía de la o las especies del género *Sebastes* (*Sebastes*) en Chile. Proyecto D.I.U.C. 21/81 Pontificia Universidad Católica de Chile, Sede Regional Talcahuano. 1-52.
- Alveal, E.; A. Arrizaga y Morillas, J. 1983. Madurez sexual en *Sebastes* sp. de Bahía San Vicente, Mems. Asoc. Lat. Am. Acuicult., A.L.A. 5 (1): 1-62.
- Bucke, D. 1972. Some histological techniques applicable to fish tissues, in: Diseases of Fish, Ed. L.E. Maw-desley Thomas. Symp. Zool. Lond., 30: 153-189.
- Chen, L. 1971. Systematic, variation, distribution and biology of rockfishes of the subgenus *Sebastes* (Pisces Scorpaenidae, *Sebastes*). Bull. Scripps. Inst. Ocean. Calif.: 73-97.
- Kong, I., 1981. Revisión de las especies chilenas de *Sebastes* (Osteichthyes Scorpaeniformes, Scorpaenidae). Tesis mimeografiada, 1-145.
- Magnusson, J. 1955. Mikroskopisch-anatomische Untersuchungen zur Fortpflanzungs-biologie des Rotbarsches (*Sebastes marinus* Linné). Z. Zellforschung. 43: 121-167.
- Miller, J.D. Odegar and Gotshall, D. 1967. Life history and catch analysis of the blue rockfish (*Sebastes mystinus*) off central California, 1961-1965. Calif. Dept. Fish and Game, MRO ref. 67-14: 1-130.
- Moiseev, P.; I. Paraketsov. 1961. Information on the ecology of rockfishes (Family Scorpaenidae) of the northern part of the Pacific Ocean. Voprosy Ikhtologii 1 (1): 39-45 English translation Ser. N° 358. Fish. Res. Bd. Canada. 1-10.

Moser, H.G. a. 1967. Reproduction and Developmental of *Sebastes paucispinis* and comparison with other rockfishes off Southern California. *Copeia* (4): 773-797.

Moser, H.G. b. 1967. Seasonal histological changes in the gonads of *Sebastes paucispinis* Ayres, and Ovovivipa-

rous teleost (Family Scorpaenidae). *The Wistar Inst. Press.* 123 (4): 229-353.

Oliva, J.W.; Carbajal y Tresierra, A. 1982. Reproducción e histología de gónadas en peces. Universidad Nacional de Trujillo. Depto. de Ciencias, Sección de Recursos Acuáticos. Trujillo, Perú. 1-93.