

**OBSERVACIONES SOBRE EL CICLO REPRODUCTIVO  
DEL MERO, *Acanthistius brasilianus*  
(SERRANIDAE, PISCES) (1)**

por

PATRICIA DELL' ARCIPRETE \*, HARALDO ERNESTO CHRISTIANSEN \*  
Y JUAN MARTÍN DÍAZ DE ASTARLOA \*\*

Palabras clave: mero, *Acanthistius brasilianus*, ciclo reproductivo.  
Key words: sea-bass, *Acanthistius brasilianus*, reproductive cycle.

**SUMMARY**

**Observations on the reproductive cycle of the sea-bass, *Acanthistius brasilianus* (Serranidae, Pisces).**

The present paper deals with the study of the reproductive cycle of the sea-bass (*Acanthistius brasilianus*, Pisces, Serranidae). Its main objective is getting some advance in the understanding of the gonad cycle of the sea-bass and the comprehension of its mode of reproduction. The study is emphasized on the females because it is thought that they permit a better analysis in this first stage of the research work.

Some basic aspects, such as the anatomical and the histological description of the gonads, the study of ovocyte maturation phases and the development of ovary maturity scales were into account. The gonad cycle was analyzed throughout the year by means of different approaches: histological analysis of ovary preparations and by following the statistical structure of percentage frequencies of ovocyte diameters, and those of the ovary maturity stages, and gonad indexes. The different phases of regression of the post-ovulatory follicles are also considered. Finally, the length at first maturity was calculated; and the spawning mechanism of this species is described.

A total of 6.311 individuals have been sampled between April 1981 and July 1983. They were taken from research cruises (BIP "Capitán Cánepa" and "Dr. E. L. Holmberg" from the INIDEP) and from commercial landings in Mar del Plata port.

According to the information obtained, we arrived at the following conclusions:

- 1) The different stages that characterize the ovocytes during the maturation process are:
  - I. Reserve stock, with diameters under 55  $\mu$ .
  - II. Initial growing stage, with diameters between 55 and 175  $\mu$ .

(1) Contribución INIDEP N° 573.

\* Investigadores del INIDEP.

\*\* Becario de la CIC, Provincia de Buenos Aires.

- III. Incipient maturation stage, with diameters ranging between 175 and 385  $\mu$ .
- IV. Advanced maturation stage, with diameters of 385 - 535  $\mu$ .
- V. Total maturation stage, with diameters over 535  $\mu$ .
- 2) The different phases of the reproductive cycle of the sea-bass (in females) may be summarized in an ovary maturity scale of seven stages:
1. Not differentiated
  2. Juvenile
  3. Pre-spawning
  4. Spawning
  - 5/3. Partial spawning
  5. Post-spawning
  6. Reversion
- 3) The analysis of the ovocytes frequency distributions showed a more or less homogeneous period that extends from February to June, with a maximum between 85 and 145  $\mu$ , and a rapid growing phase with an evident diversity in its modal distribution that corresponds to the July-December period in which we can see a displacement of modes from 115 to 535  $\mu$ .
- 4) The histological analysis of the ovary stages demonstrated that:
- the sea-bass has a fractional or multiple spawning. In order of vitellogenic generations the species would have four spawnings;
  - the spawnings, into the same period, and in an individual level, are intermittent and synchronical, but at a sample level they are asynchronical.
- 5) The frequency of the ovary maturity stages, in relation to the months of the year, confirmed that the species begins the pre-spawning activity in July and spawns from October to December. In January the sea-bass enters the post-spawning stage and then, the gonadal reversion extends to June.
- 6) The statistical study of the gonad indexes lead us to conclude that there is a period of stabilization at low levels which extends from January to July and corresponds to post-spawning and gonadal reversion stages; the pre-spawning period extends from July to September in males and from July to October in females; the spawning period extends until December in both sexes.
- 7) The length at first sexual maturity was observed in the class interval of 29 cm, both for males and females.
- 8) Because of its spawning mechanism, the sea-bass is defined as a multiple (partial) spawner. This species spawns at least four times between October and December.

## INTRODUCCION

El mero, *Acanthistius brasiliensis* (Valenciennes, 1828), es un serránido endémico de la plataforma del Atlántico sudoccidental que presenta sexos separados.

Los miembros de la Familia Serranidae se caracterizan por presentar una gran diversidad en sus mecanismos reproductivos, registrándose distintos patrones estructurales y funcionales de sexualidad: algunas especies tienen sexos separados, otras son hermafroditas sincrónicas y otras hermafroditas protoginas (Smith, 1965).

El presente trabajo es la continuación de la línea de investigación iniciada por Ciechowski y Cassia en 1976 sobre las características de la reproducción y épocas de desove de la especie. El objetivo principal es el avance en el conocimiento del ciclo gonadal del mero y la comprensión de sus mecanismos reproductivos, enfatizándose el estudio en las hembras por considerarse que permiten un mejor análisis en esta primera etapa de investigación. Para tales fines se han cubierto, como primer paso, los aspectos básicos esenciales, tales como la descripción anatómica e histológica de las gonadas y la confección de escalas de maduración ovocitaria y de madurez gonadal.

Sobre la base de la información precedente se analiza el ciclo gonadal a lo largo del año según distintos enfoques: análisis histológico de cortes de ovarios y seguimiento de las frecuencias porcentuales de los diámetros ovocitarios, los estadios de madurez gonadal y los índices gonadales.

Dado que a partir de la caracterización histológica de la involución de los folículos postovulatorios en función del tiempo, es factible estimar la frecuencia del desove de la población natural y el número de ovocitos liberados por desove o *batch fecundity* (Hunter y Goldberg, 1980; Christiansen y Cousseau, 1985), se hace aquí la descripción de las distintas fases de regresión de los folículos en esta especie. La detección de los mismos es, además, base fundamental para la comprensión del ritmo reproductivo.

Por último, se estima el largo de primera madurez para el mero (talla a la cual la mitad de los individuos de una clase de talla ya se han reproducido). La importancia práctica de su determinación, de aplicación pesquera, radica en el establecimiento de la talla mínima aconsejable a

ser capturada, asegurando que los individuos se hayan reproducido al menos una vez.

## MATERIAL Y METODOS

Los estudios fueron llevados a cabo con ejemplares seleccionados de muestras mensuales (6.311 individuos en total) en el período abril 1981 - julio 1983 obtenidas del desembarque comercial del puerto de Mar del Plata y de las campañas de investigación realizadas por los BIP del INIDEP "Capitán Cánepa" y "Dr. E. L. Holmberg" y proceden tanto de la plataforma bonaerense como de la norpatagónica.

De cada uno de los ejemplares se han tomado los siguientes datos: largo total, peso total, sexo, peso gonadal y hepático, grado de repleción estomacal y se extrajeron otolitos y escamas para la determinación de la edad. Se observaron además las siguientes características de las gonadas: color, consistencia, irrigación y tamaño relativo en la cavidad abdominal y otras observaciones en ovarios, tales como visualización de ovocitos y de canal ovárico. Esta información se aplicó para definir los estadios de madurez gonadal a nivel macroscópico.

Se guardaron en formol neutralizado al 10 % entre 13 y 25 ovarios por muestra, elegidos al azar. Ha sido empleada la técnica usual de inclusión en parafina y tinción con hematoxilina y eosina para la obtención de 255 preparados histológicos de ovarios.

Para estudiar el ritmo de crecimiento ovocitario dentro de un mismo ovario de mero, se seleccionaron 5 hembras al azar en maduración avanzada cuyo largo estuviera comprendido entre los 32 y 37 cm, restringiéndose así la posible variabilidad por tallas. De cada uno de los ovarios derecho e izquierdo, se tomaron muestras de las porciones cefálica, media y caudal. Pequeñas alícuotas de las muestras eran luego montadas entre porta y cubreobjetos (asumiéndose como uniforme la deformación que este último provoca).

Las mediciones se efectuaron con un proyector de perfil Leitz TP 300 a 50 aumentos con luz transmitida. Sobre cada ovocito se midió el mayor de dos ejes perpendiculares fijos. Se midieron 350 ovocitos por zona. Por lo tanto, por individuo se obtuvieron 6 muestras y se midieron 2.100 ovocitos en total. No se tomaron en cuenta los ovocitos de reserva por su tendencia a la defor-

mación y a la agregación. Se aplicó el Test G de interacción o heterogeneidad (Sokal y Rohlf, 1979) para testear la homogeneidad de las distribuciones de frecuencia de los diámetros ovocitarios, agrupados en intervalos de clase de 20  $\mu$ .

Para obtener una secuencia temporal de la maduración ovocitaria por medio del análisis de los diámetros ovocitarios, se seleccionaron al azar 10 hembras adultas (largo total mayor a 30 cm) de cada muestra mensual. De cada gonada se midieron 500 ovocitos de la zona media del ovario derecho, siguiendo la metodología anterior, con la única excepción que el material a medir era colocado en cubetas, sin cubreobjetos. Los datos obtenidos de cada uno de los 10 ejemplares de la muestra mensual fueron agrupados en intervalos de clase de 30  $\mu$  y promediados; de esta manera se obtuvo la secuencia de la maduración ovocitaria mes a mes. De los 10 ejemplares por mes, se eligió un ovario que presentara el diagrama de frecuencia de diámetros ovocitarios más representativo del conjunto, con el fin de realizar el análisis microscópico a través de corte histológico, para poder analizar posteriormente los datos biométricos por medio de los diagnósticos histológicos.

Se calculó el índice gonadal mensual promedio para cada sexo y en base a individuos adultos cuyo largo total estuviera comprendido entre los 30 y los 50 cm.

Para el cálculo del largo de primera madurez se aplicó el modelo lineal predictivo inverso (Hernández y Cordo, 1986). El gráfico del porcentaje de individuos maduros por intervalo de clase de 1 cm versus el largo total se realizó en base a las determinaciones macroscópicas de la madurez gonadal efectuadas entre abril de 1981 y 1982. Puesto que el modelo sólo considera la parte ascendente de la curva, y para los fines comparativos entre sexos, se trabajó con el rango de tallas comprendido entre los 26 y 35 cm.

---

## RESULTADOS

---

### ANATOMÍA MACROSCÓPICA DE LAS GONADAS

#### Testículos

Son órganos pares que poseen una desembocadura común. Sus formas varían según el grado

de madurez: en estado de "reposo" son alargados ocupando poco más de la mitad de la cavidad general del cuerpo y su sección transversal es más bien triangular; cuando maduran ocupan progresivamente más espacio en la cavidad abdominal, se hacen muy voluminosos con lobulaciones irregulares.

Los mesorquios se fijan a ellos, así como los mesovarios lo hacen a los ovarios, por el borde dorsolateral interno de cada uno de los testículos en toda su longitud.

Se hallan ubicados dorsolateralmente dentro de la cavidad general del cuerpo en sentido longitudinal. Sus extremos anteriores se hallan en contacto con la parte fúndica del estómago; por el dorso se relacionan anteriormente y en forma parcial con la vejiga natatoria y posteriormente con el riñón; ventralmente se adhieren al intestino en casi toda su longitud. En su máximo desarrollo, los lóbulos hepáticos recubren cada gonada anterolateralmente.

La coloración de los testículos varía ligeramente a lo largo de todo el ciclo anual: generalmente tienen un color blanquecino, pero durante la puesta presentan un área irregular rosada cuya extensión depende, presumiblemente, del número de puestas efectuadas; no se observan evidencias claras del proceso de post-puesta el que más bien se intuye, macroscópicamente, por la mayor flaccidez y el menor desarrollo de los órganos y, en algunos casos, por un color rosado oscuro de toda la gonada.

#### Ovarios

Al igual que los testículos, son órganos pares que se unen poco antes de su desembocadura común. Son fusiformes en sentido longitudinal, flácidos a globosos según el grado de madurez. Las mayores lobulaciones se observan sobre los bordes dorsales y dorsolaterales internos. En corte transversal, son ligeramente elípticos en estado de reposo o aproximadamente circulares, en grado avanzado de madurez.

Presentan una disposición similar a la de los testículos con respecto a otras vísceras.

Los mesovarios se extienden desde el borde dorsolateral interno de cada uno de los ovarios (y a lo largo de toda su longitud) hasta la parte dorsal de la cavidad abdominal.

Los mesovarios forman una estructura que acompaña la entrada de la arteria y la salida de

la vena ováricas a partir de las cuales se desprenden vasos aferentes y eferentes, respectivamente, que se ramifican profusamente en el órgano. Estas membranas, derivadas de la peritoneal, recubren la túnica muscular que protegen ambas gonadas; una y otra constituyen una estructura delgada que permite la visualización por transparencia y aun la individualización de los ovocitos en maduración y maduros.

Entre ambos mesovarios se observa otra membrana de características similares, el mesenterio, que fija el tubo digestivo al dorso de la cavidad abdominal.

## ANATOMIA MICROSCOPICA DEL OVARIO

### Estructura histológica

En sección transversal se observa que los ovarios del mero se encuentran recubiertos por una delgada membrana de mesotelio que reviste a una túnica muscular formada por fibrocélulas en disposición fascicular.

Interiormente a la túnica muscular, el tejido conjuntivo laxo forma un nexo unitivo y adventicial a vasos sanguíneos y sirve de apoyo a las crestas o láminas ováricas que convergen a la cavidad central o lumen. Estas crestas ováricas están tapizadas por un epitelio simple donde se originan las ovogonias, que por diferenciación y crecimiento posterior se transforman en ovocitos y óvulos.

Las envolturas de los ovocitos en crecimiento y maduración comprenden una serie de membranas: primaria (membrana plasmática) y secundarias (tecal conjuntiva; granulosa o de células foliculares y pelúcida). De acuerdo con el esquema dado por Combs (1969) las membranas secundarias son retenidas en el ovario como residuos del folículo luego de la ovulación.

### Escala de maduración ovocitaria y folículos postovulatorios

El estudio histológico ha permitido reconocer las distintas características que van adquiriendo los ovocitos durante el proceso de maduración, las que definen los estadios que se describen a continuación.

**RESERVA. I.** Ovocitos muy pequeños, de diámetro menor a los 55  $\mu$ . Citoplasma escaso, muy basófilo. No vitelogénicos.

**EN CRECIMIENTO. II.** Elementos pequeños, algo ovales o esféricos. De 55 a 175  $\mu$  de diámetro mayor. Citoplasma escaso con vitelogénesis incipiente. Junto con el anterior, es el estadio predominante en imágenes histológicas de ovarios en estado de reposo gonadal (Fig. 1).

**MADURACIÓN INCIPIENTE. III.** (175 a 385  $\mu$ ). Núcleos vesiculosos, con plegamientos de la carioteaca. Citoplasma con formaciones vitelinas lipídicas vacuolares y granulares; vitelogénesis proteica incipiente. Se observan las envolturas foliculares que rodean una incipiente membrana pelúcida (Fig. 2).

**MADURACIÓN AVANZADA. IV.** Aumento de la relación volumen citoplasma/volumen del núcleo. Se hacen más evidentes los nucléolos marginales como manifestación de las actividades de síntesis que tienen lugar en los ovocitos. Citoplasma con nítida sobrecarga vitelina. Envolturas ovocitarias más prominentes. Estos ovocitos relativamente grandes (385 a 535  $\mu$ ), son fácilmente distinguibles a través de la túnica ovárica (Figs. 3 y 4).

**MADURACIÓN TOTAL. V.** Ovocitos de diámetros mayores a los 535  $\mu$ . Migración del núcleo hacia el polo animal seguida de procesos de licuefacción y homogeneización citoplasmáticos (Fig. 5).

### Folículos postovulatorios

Los folículos postovulatorios (FPO) son las estructuras constituidas por las tecas conjuntivas y el epitelio de las células foliculares. El grado de involución que estas estructuras presentan está en relación directa con el tiempo transcurrido desde el último desove y se pueden individualizar distintas fases que, en principio, llamaremos I, II y III.

**FPO en fase I.** Presentan el epitelio folicular íntegro y una luz amplia que sigue sus plegamientos; las células que lo constituyen entran en sucesivas etapas de necrobiosis conforme pasa el tiempo (Figs. 6 A y B).

**FPO en fase II.** Desaparece la formación de membrana propia del epitelio; aparecen procesos de movilización y descamación celular que llevan a la obliteración gradual de la luz, observándose en algunas células, además, fenómenos de cariorrexis y picnosis (Fig. 7).

**FPO en fase III.** La eliminación de la luz es casi total, la picnosis nuclear se hace generalizada y se manifiestan claramente signos de invo-

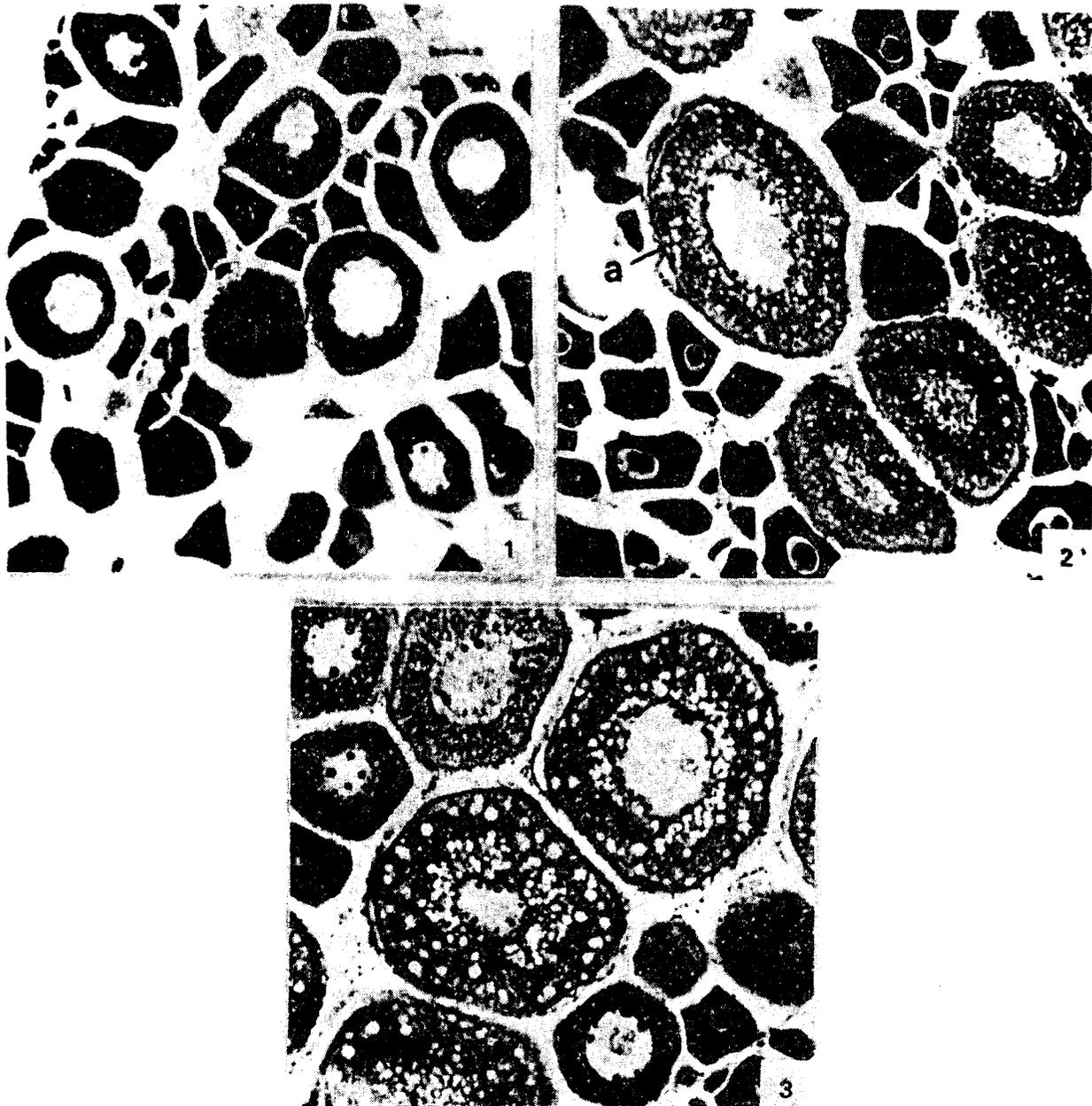


FIG. 1: Ovario en reposo (ejemplar adulto). Crestas del parénquima ovocitario compacto; se observan ovocitos en distintos grados de crecimiento con citoplasmas muy basófilos y núcleos vesiculosos. 10 ×.

FIG. 2: Ovario en maduración incipiente con ovocitos en estadio III. Núcleos más vesiculosos y citoplasma cargado de formaciones vitelinas. El epitelio folicular rodea una incipiente membrana pelúcida (a). 10 ×.

FIG. 3: Ovario en maduración avanzada. Ovocitos IV con evidente marginación de los nucléolos y presencia de componentes vitelinos. 10 ×.

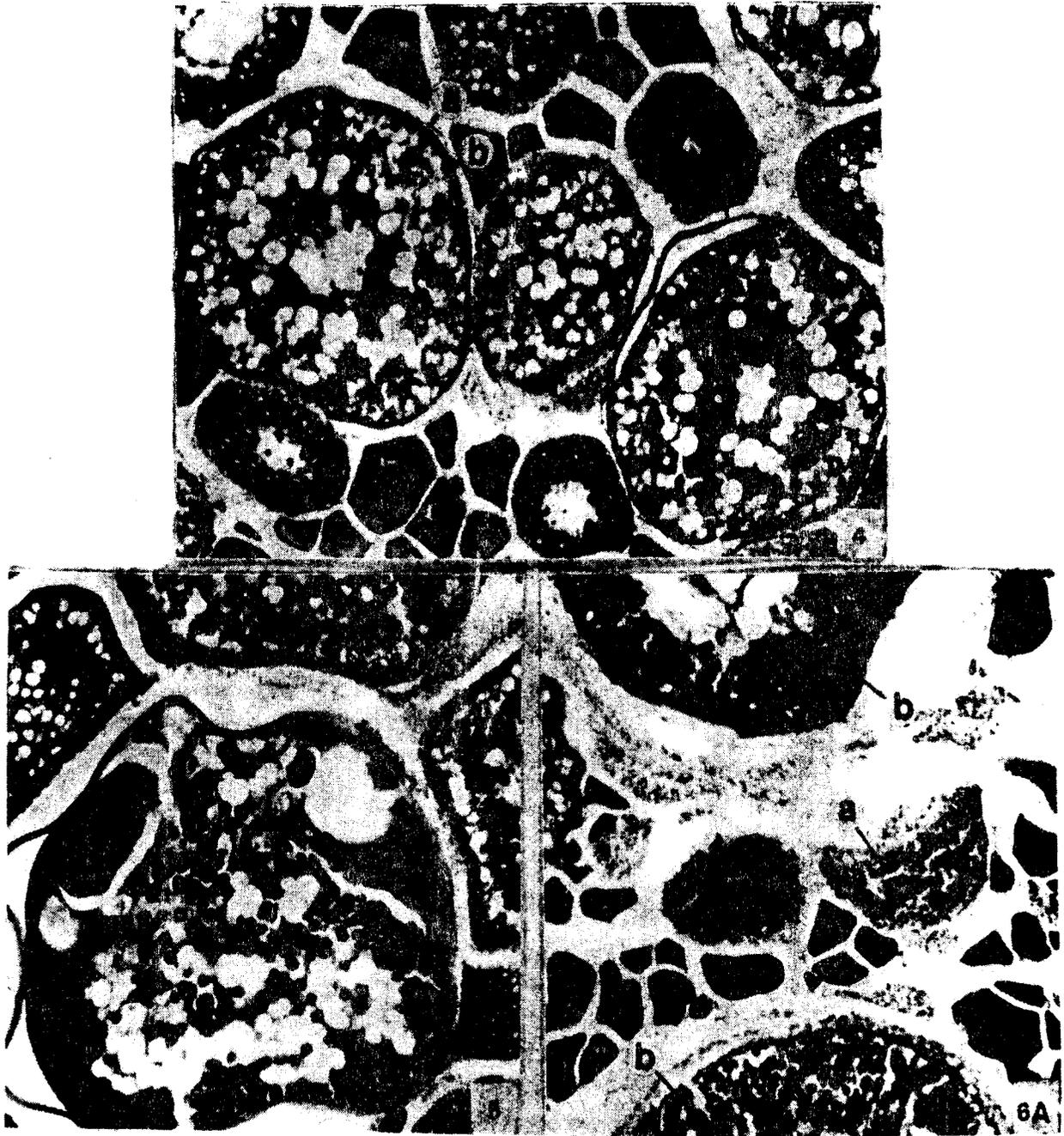


FIG. 4: Ovocitos en maduración avanzada. Las envolturas ovocitarias se hacen más prominentes distinguiéndose nítidamente la granulosa (a) y la formación pelúcida (b). 10 ×.

FIG. 5: Ovocito en maduración total; se evidencian procesos de licuefacción y homogeneización citoplasmáticos. 10 ×.

FIG. 6 A: Folículo postovulatorio en fase I (a) y ovocitos residuales en maduración avanzada (b). Imagen correspondiente a un ovario recientemente desovado. 10 ×.

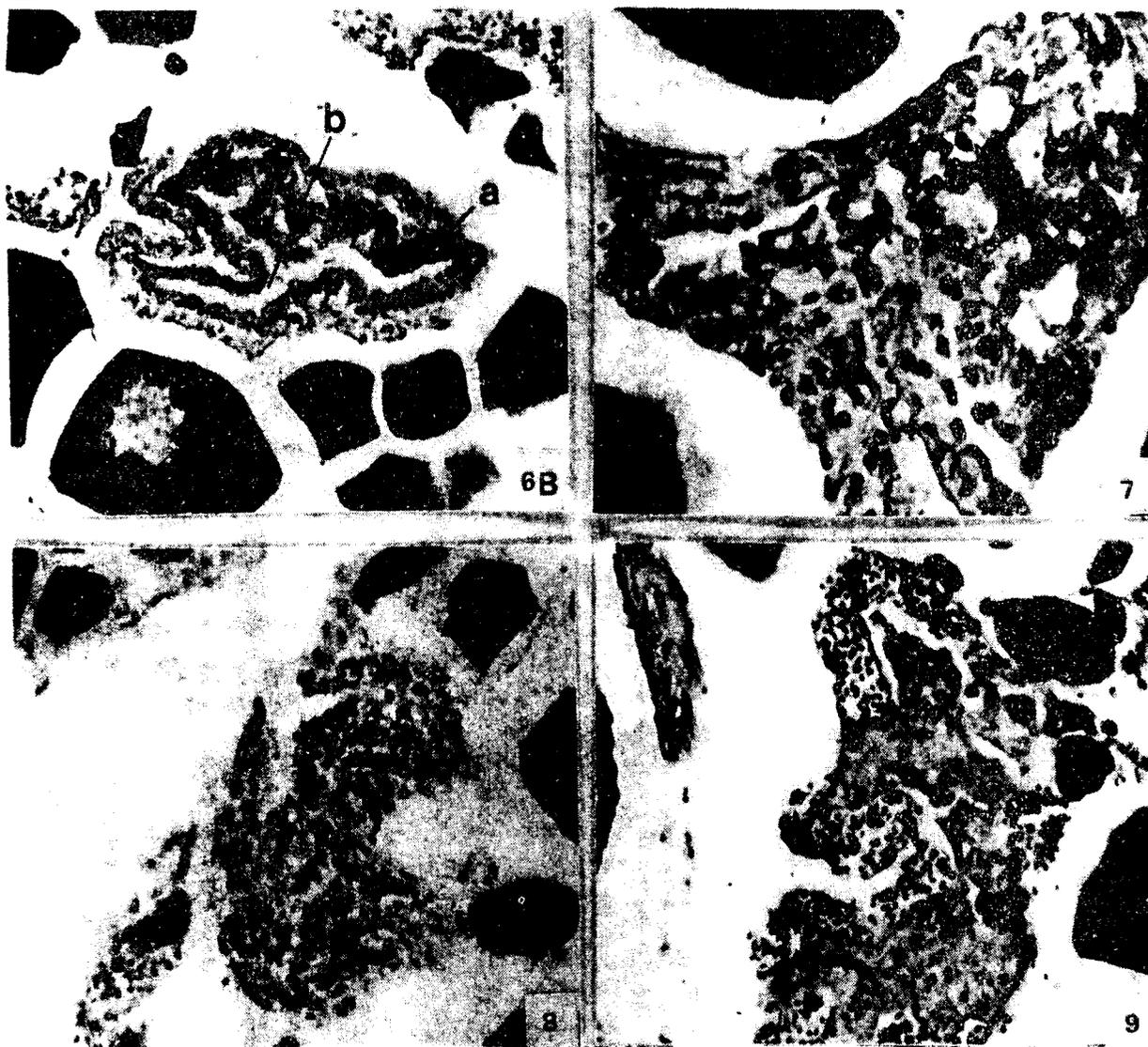


FIG. 6 B: Folículo postovulatorio en fase I (reciente): estructuración normal del epitelio (a) y conspicua luz folicular (b). 20 ×.

FIG. 7: Folículo postovulatorio en fase II. Movilización epitelial incipiente y principios de cariorrexis y picnosis. Luz folicular descamada. 40 ×.

FIG. 8: Folículo postovulatorio en fase III. Luz folicular ocupada por desechos celulares. 40 ×.

FIG. 9: Folículo postovulatorio en involución final con descamación y lisis incrementadas y asociadas con vascularizaciones evidentes. 20 ×.

lución (Fig. 8). En algunos casos se puede observar la gran vascularización que llega a hacerse congestiva y que acompaña las últimas etapas de involución de estos folículos (Fig. 9).

#### ESCALA MACROSCOPICA DE LOS ESTADIOS DE MADUREZ EN HEMBRAS

A continuación se detalla una clave de campo para el reconocimiento de los distintos estadios

de madurez sexual de las hembras de mero, por medio de las características generales externas de las gonadas<sup>2</sup>.

<sup>2</sup> Se utilizó como base una escala general de madurez sexual de peces confeccionada en el Laboratorio de Biología Pesquera de Peces, INIDEP, aplicándose además las observaciones señaladas en Material y Métodos. La presente escala ajustada al mero, de 7 puntos (incluido el de puesta parcial) puede ser aplicada a machos, pero la determinación en los mismos es menos confiable pues no existen claras evidencias externas de la puesta y postpuesta.

1. **INDIFERENCIADOS:** gonadas translúcidas, filamentosas, muy delgadas.

2. **JUVENILES:** gonadas filamentosas a tubulares de sección transversal pequeña. Rosadas, transparentes, turgentes, de mayor diámetro, no se ven ovocitos a simple vista.

3. **PREPUESTA:** las gonadas ocupan de la mitad al total de la cavidad abdominal. Ovarios de color amarillo pálido a muy intenso, irrigación profusa muy evidente; corte transversal circular a elíptico; muy voluminosos cerca del período de puesta; los ovocitos se ven a simple vista.

4. **PUESTA:** hembras fluyentes.

5/3. **PUESTA PARCIAL:** caracterizado por su similitud con el estadio 3. Al haberse expulsado los óvulos queda en la gonada el efectivo de ovocitos vitelogenéticos. Puede reconocerse por presentar una estrecha área en sentido longitudinal y ventral de color rosado y sin ovocitos, es el llamado canal ovárico que corresponde al lumen ampliado como consecuencia de la expulsión de las gametas.

5. **POSTPUESTA:** las gonadas ocupan más de la mitad de la cavidad abdominal. Ovarios morados, parcial o totalmente hemorrágicos que además presentan zonas pigmentadas como evidencia de áreas necrosadas; flácidos, ocupan la mitad de la cavidad corporal.

6. **REVERSIÓN:** en todos los casos las gonadas son translúcidas, hidrópicas, de tonalidad rosada. Los vasos sanguíneos son poco evidentes. Los ovarios ocupan de la mitad a las 3/4 partes de la cavidad general (puede ser confundido con estadio 2).

## CICLO GONADAL

El estudio del ciclo gonadal del mero se ha encarado desde distintos aspectos:

- maduración ovocitaria, determinada por análisis secuencial de los diámetros ovocitarios;
- análisis histológico cuantitativo de los estadios gonadales;
- frecuencia de los estadios de madurez gonadal;
- análisis estadístico de los índices gonadales.

## Maduración ovocitaria

Los resultados del test G de interacción o heterogeneidad (Sokal y Rohlf, 1979) no sugieren una maduración diferencial ni entre ovarios, derecho e izquierdo, ni entre zonas (cefálica, media y caudal), a pesar de que en muchas comparaciones el estadístico indicó la existencia de heterogeneidad (Fig. 10 y Tabla 1). Esta tendencia no definida de las distribuciones de frecuencias puede atribuirse a la propia variabilidad del desarrollo ovocitario. El análisis histológico lleva a concluir finalmente que el crecimiento de los ovocitos es uniforme en todas las porciones de ambas gonadas.

A continuación se analiza la secuencia de maduración ovocitaria mes a mes, correlacionando la distribución de la frecuencia porcentual de diámetros ovocitarios con sus respectivas imágenes histológicas (Fig. 11).

A lo largo del ciclo se destaca un período de "transformación lenta" que se extiende desde febrero a junio, con picos de máxima frecuencia entre los 85 y 145  $\mu$ . Esta fase de reposo gonadal (reversión) se caracteriza histológicamente por presentar crestas de parénquima ovocitario compacto, con ovocitos en distintos grados de crecimiento con citoplasmas muy basófilos y núcleos vesiculosos, pudiéndose identificar varias generaciones ovocitarias (en la Fig. 1 pueden reconocerse cuatro), las de formación más reciente se hallan asociadas al epitelio germinal que tapiza la laminilla. Esta es una etapa de gran homogeneidad, en la cual se mantiene un importante stock de ovocitos en estadios primarios de maduración que evolucionarán en la época de reproducción inmediata.

Luego de este estado de recuperación lenta, aparece un proceso de crecimiento rápido, con cierta heterogeneidad en su distribución modal. Corresponde al lapso julio - diciembre, en el cual se aprecia un corrimiento de modos de 115 hasta 535  $\mu$ .

En los meses de julio y agosto, aun presentando modos bien evidentes en los 115 y 175  $\mu$  respectivamente, se observa la presencia de un número reducido de ovocitos con diámetros superiores a los 475  $\mu$ , indicando el inicio de la vitelogénesis proteica incipiente. Estas observaciones quedan corroboradas con los diagnósticos histológicos que demostraron que en esta fase los ovarios presentaban ovogonias, ovocitos en creci-

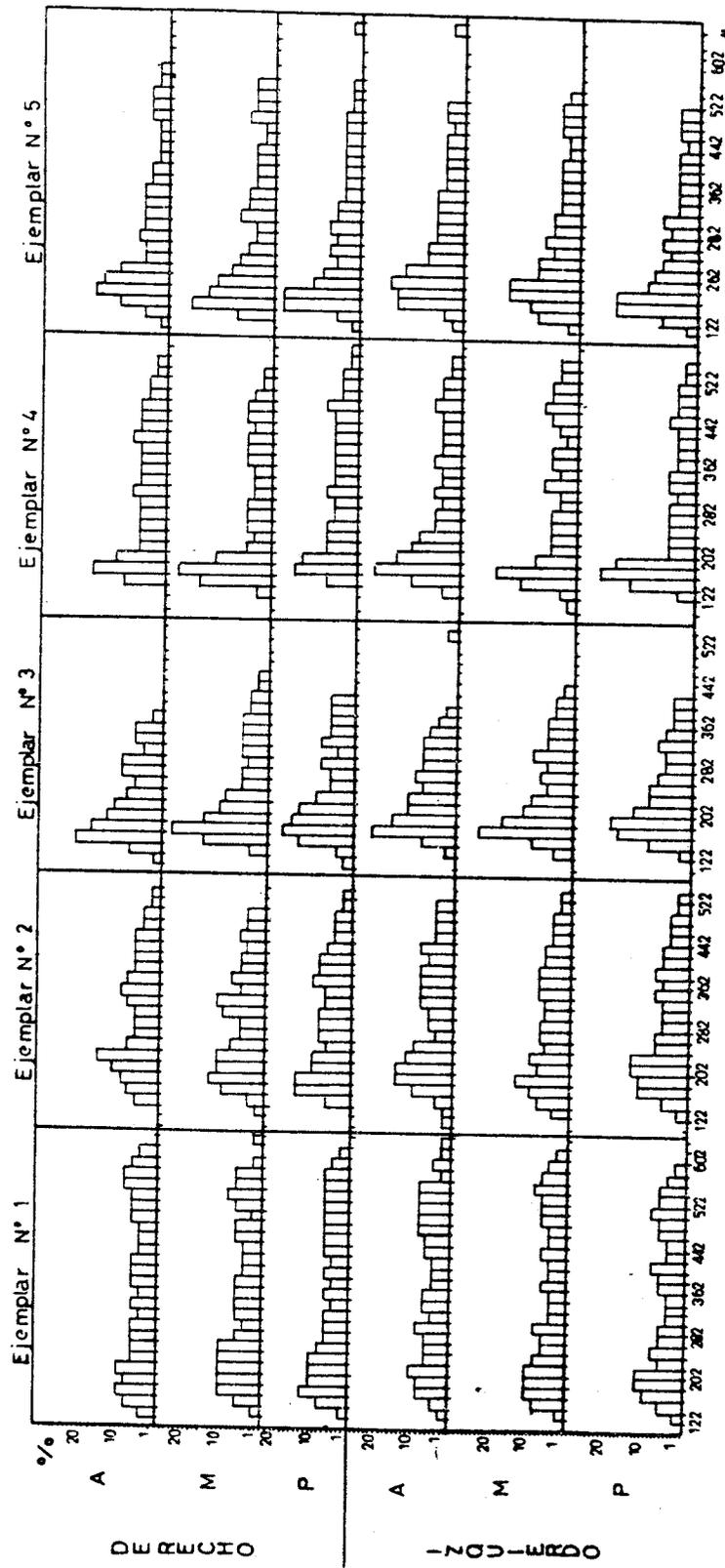


FIG. 10: Distribución de frecuencias de diámetros ovocitarios correspondientes a los ovarios derecho e izquierdo en las zonas anterior (A), media (M) y posterior (P) de cada uno de los 5 ejemplares cuyas longitudes totales son, respectivamente, 36,37, 32,36 y 33 cm.

miento, en maduración incipiente y unos pocos en maduración avanzada (Figs. 3 y 4).

Durante los meses de septiembre y octubre, va aumentando la frecuencia correspondiente a estos ovocitos, constituyéndose un segundo modo que comienza a visualizarse ligeramente en septiembre y de manera más acentuada en octubre (ovocitos en maduración muy avanzada en transición a óvulos); en ninguna de las muestras se detectaron signos de evacuación parcial.

En noviembre, se observa una disminución en la frecuencia de las ovas de mayores dimensiones debido a la pérdida producida por evacuación de parte de las mismas. Estas observaciones coinciden con las realizadas por Ciechowski y Cassia (1976), que establecieron para el mero una época de reproducción más bien corta, con la mayor intensidad en los meses de octubre y noviembre.

En diciembre aparecieron los mayores valores de diámetros ovocitarios analizados. Se destaca un modo bien notorio alrededor de los 535 y 565  $\mu$  que corresponde a los ovocitos maduros remanentes del ovario desovado que seguramente serán reabsorbidos. Asimismo aún puede apreciarse la existencia de un *stock* de reserva representado por las frecuencias ovocitarias de menores dimensiones y que sin duda constituyen la base para la próxima temporada de puesta. El análisis histológico contribuye a entender el proceso que originó esta distribución de frecuencias ovocitarias: una vez alcanzada la maduración total, ocurre el desove que da lugar a la formación de folículos postovulatorios. Simultáneamente existe una sucesión de ovocitos en maduración pertenecientes a distintas generaciones, lo cual indica que la especie madura en forma fraccionada (Fig. 12). Este proceso continúa hasta dar lugar a un "agotamiento". Sobre un parénquima ovocitario de elementos a madurar en la próxima estación de freza (ovocitos de reserva, en crecimiento y en maduración incipiente), se puede observar paralelamente la ocasional presencia de algunos ovocitos en maduración avanzada con principios citolíticos y elementos maduros (Fig. 13). Dichas células maduras entran en distintas etapas de muerte celular (Fig. 14), eventos que se caracterizan por la alteración nuclear y citoplasmática: se manifiestan fenómenos de cariólisis, fragmentación de la membrana pelúcida, hipertrofia de células de la granulosa y ulterior invasión al citoplasma de estos elementos. Los procesos de reabsorción continúan hasta la desa-

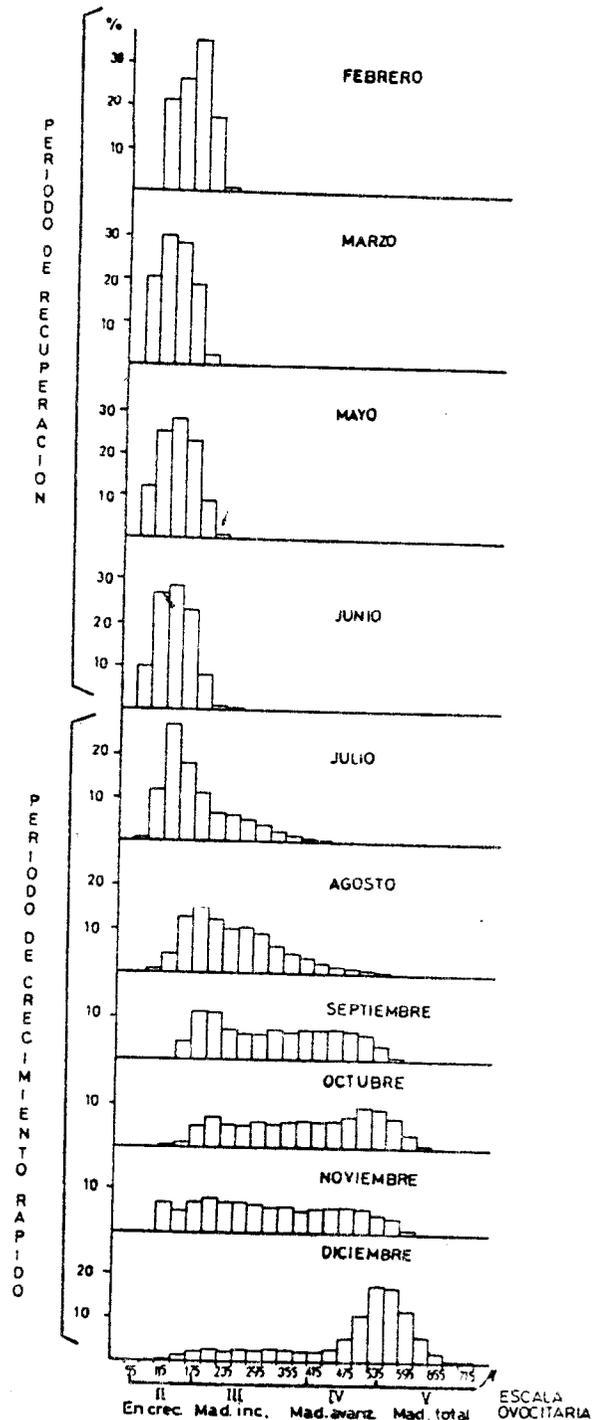


FIG. 11: Porcentajes de frecuencia de los diámetros ovocitarios del mero según una secuencia mensual y su correspondiente correlación con la escala de maduración ovocitaria.

parición de los componentes ovocitarios quedando los ovocitos del efectivo de reserva.

Yamamoto y Yamazaki (1961) definen a este tipo de comportamiento del ovario como asincrónico, pues contiene ovocitos en diferentes etapas de maduración al mismo tiempo. Utilizando la definición de Götting (1961, citado en Ciechomski y Cassia, 1976), se lo puede clasificar como perteneciente al tipo "continuo".

#### Análisis histológico cuantitativo de los estadios gonadales

Se ha calculado la proporción mensual con que se ha presentado cada estadio gonadal en el material histológico analizado con el fin de poner en evidencia la evolución temporal de los mismos (Fig. 15 A).

Se han observado folículos postovulatorios (inicio de puesta) desde el mes de septiembre

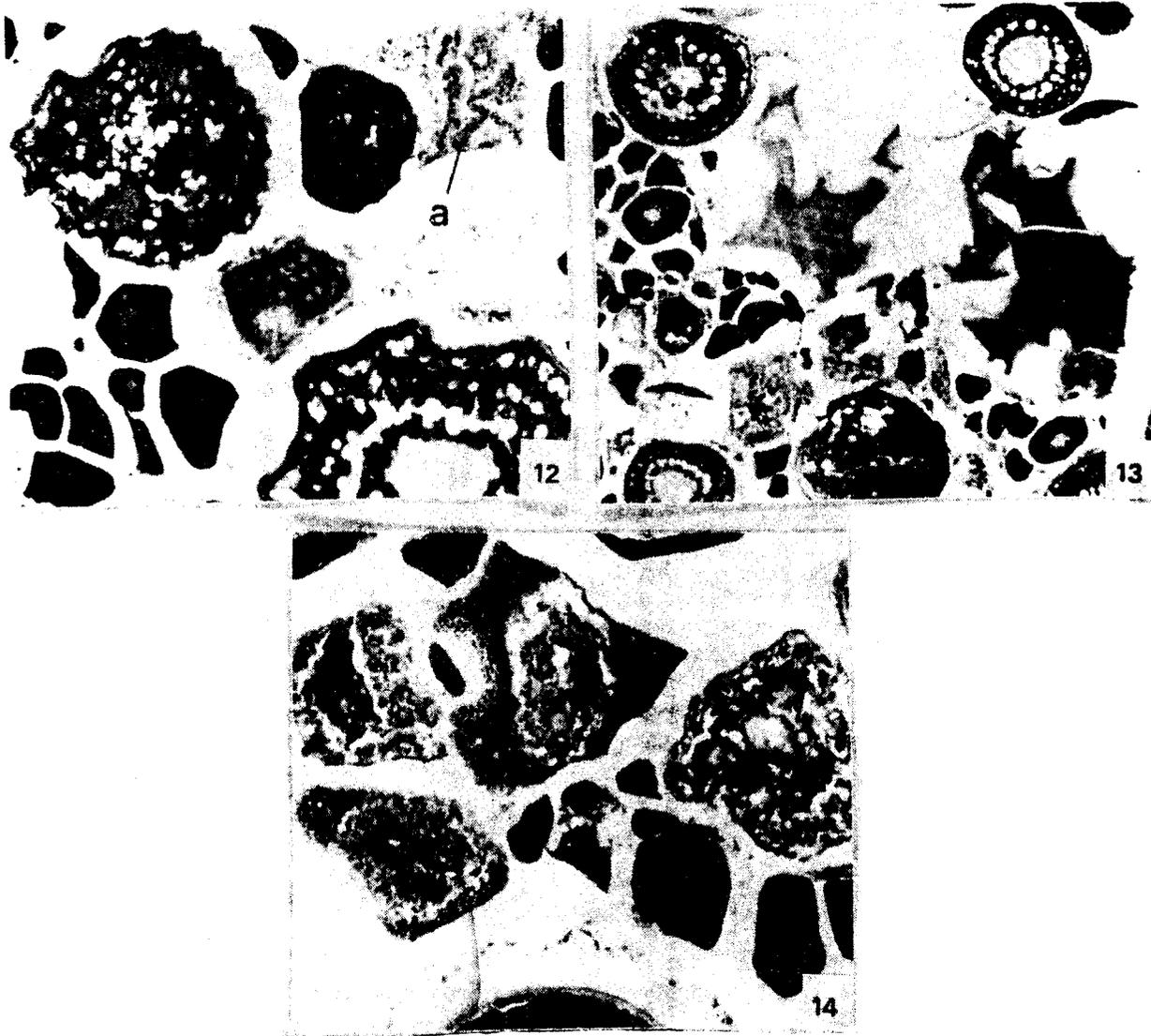


FIG. 12: Postevacuación. Presencia de un folículo postovulatorio (a) junto con ovocitos en distintos grados de madurez, como clara evidencia del desove fraccionado. 10 ×.

FIG. 13: Elementos residuales maduros en el lumen ovárico. 4 ×.

FIG. 14: Células maduras en etapa de citolisis que se manifiestan por un estado de coagulación e inicios de procesos de desintegración citoplasmáticos. 10 ×.

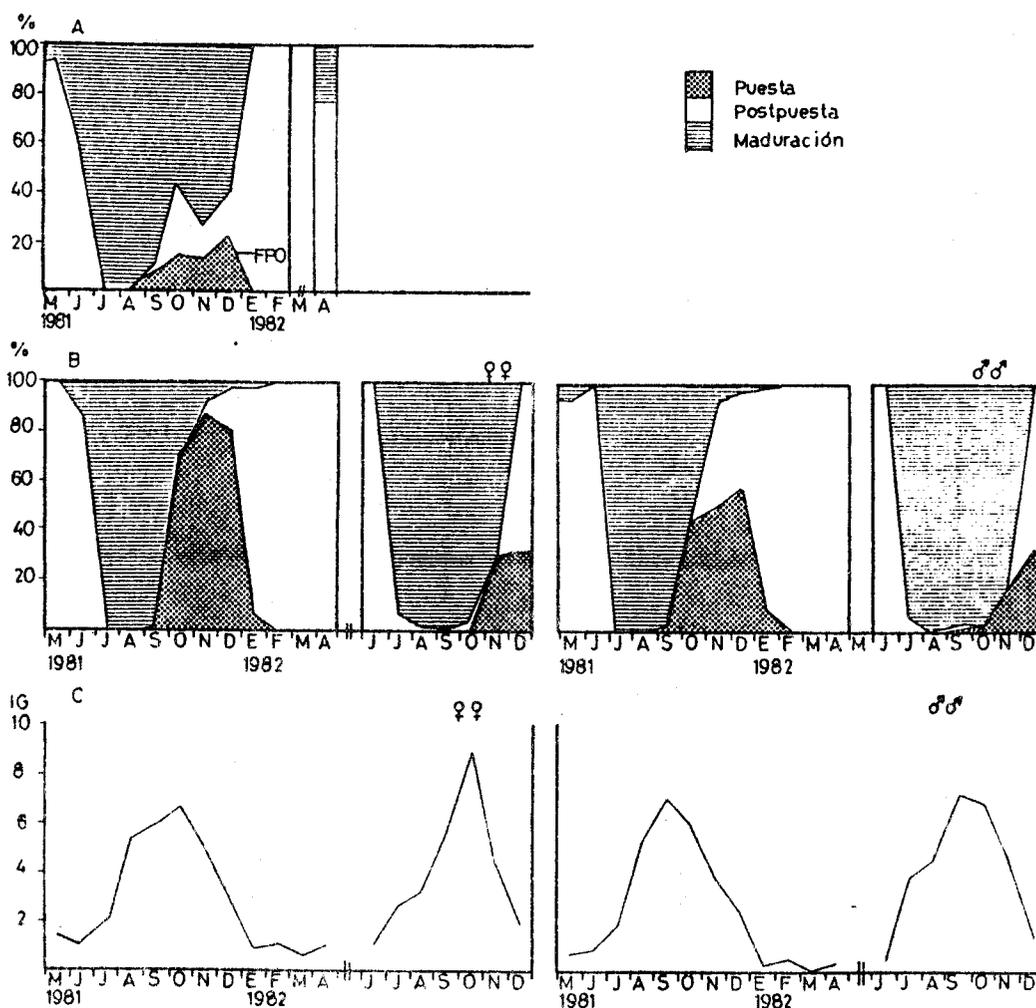


FIG. 15: Descripción del ciclo gonadal del mero enfocado desde diversos aspectos. A: Porcentajes de los distintos estadios gonadales en función del tiempo a nivel microscópico. B: Porcentajes de frecuencias mensuales de estadios de madurez gonadal en hembras y machos, a nivel macroscópico. C: Variación del índice gonadal en hembras y machos en función del tiempo (individuos adultos de 30 a 50 cm de largo total).

(5,41 %) hasta diciembre (21,62 %). En todos los casos se ha visto que la presencia de estos folículos está asociada a la de ovocitos en maduración o ya maduros sin que se presenten estados atrésicos. Este hecho marca la potencialidad para efectuar nuevas puestas dentro del mismo período reproductivo. Estas imágenes son prueba concluyente de la característica fraccional o múltiple del desove del mero, ya citado por Ciechomski y Cassia (1976). Otro hecho importante a destacar es que los folículos postovulatorios presentes en un mismo ovario se hallan todos en la misma fase, por lo que se llega a la conclusión

de que las puestas dentro de un mismo período de freza y a nivel individual son intermitentes y sincrónicas. Sin embargo, se ha visto que a nivel muestral (poblacional), los desoves son asincrónicos.

Las imágenes histológicas observadas hacen pensar, por otro lado, en sucesivas camadas de ovocitos en maduración. Lo más probable es que la especie efectúe cuatro puestas (a confirmar) con la maduración de los ovocitos vitelogenéticos para reemplazar a los ya liberados. La determinación del número de desoves en un mismo período se podrá hacer si se centra el estudio en

los folículos postovulatorios durante los meses de octubre a diciembre.

#### Frecuencia de los estadios de madurez gonadal

Para el cálculo de las proporciones de los distintos estadios de madurez gonadal por mes (años 1981 y 1982) para ambos sexos, se han considerado individuos adultos según tres categorías:

- En maduración, que corresponde a los ejemplares en estadios de madurez gonadal 3 y 6/3.
- En puesta, corresponde a los ejemplares en estadios 3/4, 4 y 5/3.
- En postpuesta, corresponde a los ejemplares en estadios 5 y 6.

En 1981 se observó una masiva preparación para la puesta durante los meses de julio, agosto y septiembre, condición que abruptamente declina a partir de octubre cuando los individuos in-

gresan en la etapa de reproducción más intensa que se extiende hasta el mes de diciembre. Ya en enero el g.ueso de los ejemplares examinados había entrado en el estadio de postpuesta y reversión gonadal que se prolonga hasta junio. Este esquema es válido tanto para hembras como para machos (Fig. 15 B).

En 1982 el patrón se repite con pocas variantes: el período de preparación para la puesta se prolonga en un mes (incluyendo a octubre) y los picos reproductivos, aquí menos evidentes, sólo se dan en noviembre a diciembre.

Existen tres importantes factores que podrían explicar la variación observada de un año a otro:

- 1) La subjetividad en el diagnóstico de los individuos que han desovado por primera vez (recordar que luego de cada puesta, a excepción de la última, no hay agotamiento total puesto que se trata de una especie con puestas parciales).

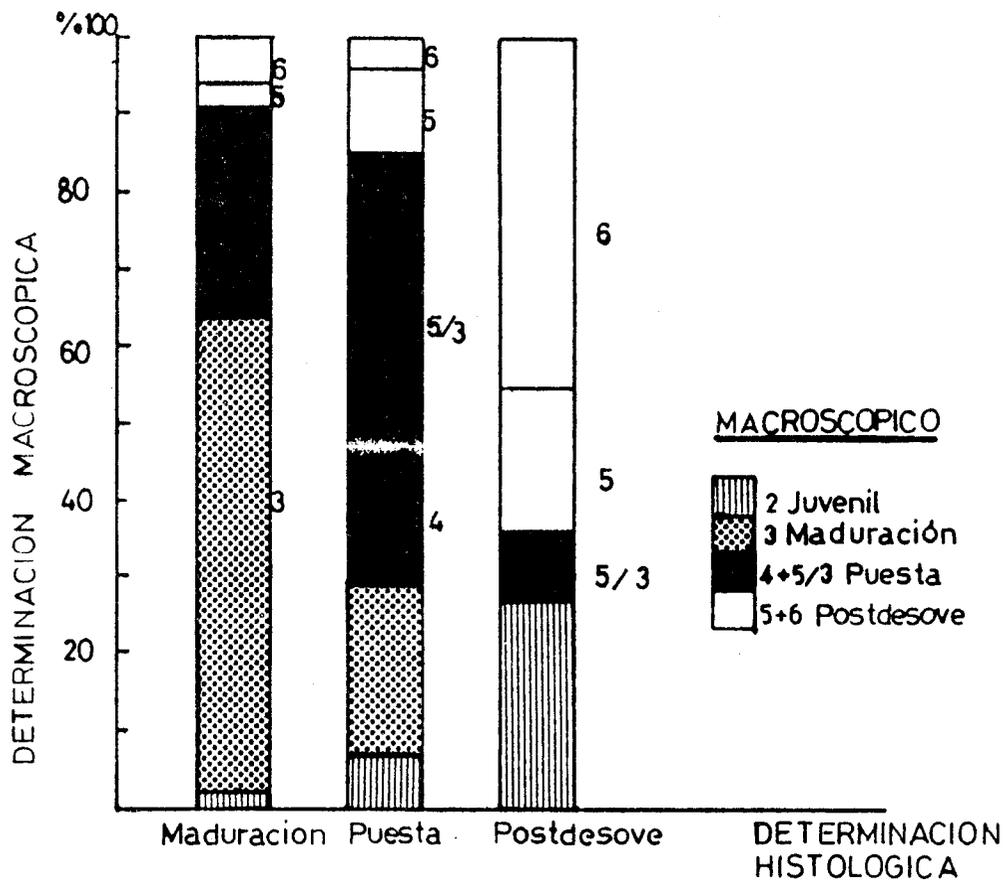


FIG. 16: Determinación de estadios de madurez gonadal por medio del análisis histológico de ovarios versus la asignación previa de estadios de madurez a nivel macroscópico.

- 2) El desconocimiento de la posición exacta de procedencia del material provisto por la pesca comercial, no pudiéndose verificar, por lo tanto, si la variación observada se debe a diferencias espacio-temporales del ciclo de maduración.
- 3) La disparidad del número de individuos examinados en cada mes.

#### *Correlación de las observaciones macro-microscópicas de los estadios de madurez gonadal*

No existe una coincidencia total entre las determinaciones histológicas y las macroscópicas de los porcentajes de los distintos estadios de madurez gonadal (Fig. 16 y Tabla 2). Esto puede deberse a distintas causas:

- 1) Diferentes tamaños muestrales empleados en cada caso.
- 2) Evidentes errores de determinación macroscópica. La principal fuente de confusión estaría dada en el caso de ovarios con desoves recientes y sin signos notorios de evacuación, de tal forma que macroscópicamente se les asigne un estadio 3 (en maduración) cuando en realidad se halla en período de puesta parcial.
- 3) El caso inverso al anterior: los ovocitos en maduración avanzada son observables a simple vista a través de la túnica ovárica. Se ven además áreas levemente hemorrágicas que podrían hacer suponer un desove reciente (por ende, estadio de puesta parcial), pero dichos "potenciales canales ováricos" sencillamente pueden deberse a golpes, camuflados por los efectos de la congelación.
- 4) Los estadios de postdesove son difíciles de reconocer macroscópicamente cuando se acaba de producir el último desove y ya no habrá, por consiguiente, una recuperación; por otra parte, al no presentarse un grosor diferencial entre la túnica del ovario de un adulto en reposo y la de un juvenil cercano a su primera reproducción, estos estadios son difícilmente diferenciables, incluso a nivel histológico.

#### **Análisis estadístico de los índices gonadales**

Uno de los más importantes indicios del estado de maduración de las gonadas es su peso

y para independizarse de la influencia del tamaño del cuerpo del pez se usa para el análisis, un índice de maduración: peso gonadal expresado como porcentaje del peso del cuerpo (Nikolsky, 1963).

Tanto en 1981 como en 1982 se ha observado la misma tendencia en la variación de los índices gonadales promedio mensuales para ambos sexos: el período de estabilización a niveles bajos (cerca de 1,5) se extiende de enero a julio y correspondería al postdesove (postpuesta y reposo o reversión gonadal); el de prepuesta de julio a septiembre en machos y de julio a octubre en hembras; el de puesta hasta diciembre en ambos sexos (Fig. 15 C). De ello se infiere que los machos alcanzan su máxima maduración un mes antes que las hembras.

#### **LARGO DE PRIMERA MADUREZ**

Los valores de las rectas de regresión obtenidos según Hernández y Cordo (1986) son los siguientes:

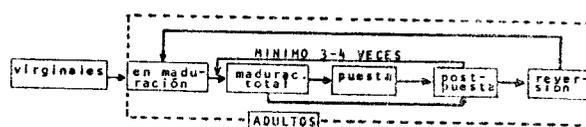
	Machos	Hembras	Total
r	0,9822	0,9730	0,9798
d	0,0952	0,0973	0,0971
c	24,9963	24,1707	24,5281
Sd	0,0064	0,0082	0,0070
Para Y = 50 %, X =	29,76	29,04	29,39
I.C.	0,46	0,61	0,50
N observado	640	600	1.240

Los valores dados corresponden a los parámetros de la recta de regresión según la fórmula:  $X = c + d \cdot Y$  (Fig. 17).

Como se observa, los largos de primera madurez para machos y para hembras recaen sobre el mismo intervalo de clase de 29 cm.

#### **MECANISMO DE PUESTA DEL MERO**

En base al análisis de la información desarrollada en los puntos anteriores, se puede esquematizar el comportamiento ovárico del mero de la siguiente manera:



En las gonadas de las hembras que van a desovar en el próximo período de freza, comienzan a madurar camadas de ovocitos a distintos tiempos, de julio a octubre. Este hecho se verifica a través del examen histológico y por los histogramas de los diámetros ovocitarios. En el inicio del

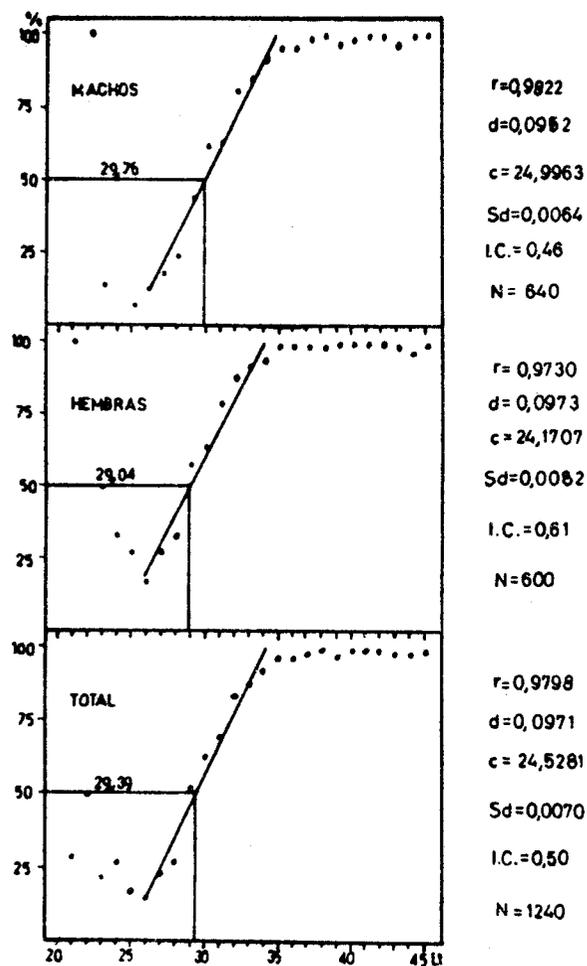


FIG. 17: Largo de primera madurez para machos, hembras y total.

período reproductivo activo (octubre), un primer grupo de óvulos es evacuado. Sus envolturas quedan retenidas en la trama ovárica constituyendo folículos postovulatorios, los que involucionarán paulatinamente. Al mismo tiempo se evidencia que un segundo grupo de ovocitos sigue su evolución para alcanzar la maduración total. Este hecho, la presencia en un mismo momento de folículos postovulatorios y de elementos en

maduración, es la prueba concluyente de la potencialidad intrínseca del ovario para producir una nueva puesta y, por consiguiente, la demostración de que la especie presenta un comportamiento reproductivo de tipo denominado "fraccionador múltiple" o de "puestas parciales". Este ciclo se repite un número de veces aún no determinado entre los meses de octubre y diciembre hasta que finalmente la gonada muestra claros signos de agotamiento: pocos ovocitos en maduración y mayor número en reabsorción. A partir de este momento se reabsorben todos los elementos vitelogenéticos, permaneciendo únicamente los ovocitos de reserva. Estos últimos caracterizan el estadio de reposo o también llamado de reversión hasta el momento en que comienzan a desarrollarse, al iniciarse el período preparación para la puesta del año siguiente.

## RESUMEN Y CONCLUSIONES

En el presente trabajo se analiza el ciclo reproductivo del mero (*Acanthistius brasiliensis*, Pisces, Serranidae), cuyo conocimiento interesa desde el punto de vista biológico-pesquero por tratarse de una especie de interés comercial.

El objetivo principal es el avance en el conocimiento del ciclo gonadal de la especie y de la comprensión de sus mecanismos reproductivos, enfatizándose el estudio en las hembras por considerarse que permiten un mejor análisis en esta primera etapa de investigación.

El estudio se encaró tomando en cuenta, como primer paso, los aspectos básicos esenciales, tales como la descripción anatómica e histológica de las gonadas y la confección de escalas de maduración ovocitaria y de madurez gonadal a nivel macroscópico. Se analiza el ciclo gonadal a lo largo del año según distintos enfoques: análisis histológico de cortes de ovarios y seguimiento de las frecuencias porcentuales de los diámetros ovocitarios, de los estadios de madurez gonadal, y los índices gonadales. Se describen las distintas fases de regresión de los folículos postovulatorios. Por último, se calcula el largo de primera madurez y se describe el mecanismo de la puesta de esta especie.

Para tales fines, se han muestreado 6 311 individuos en el período abril 1981 - julio 1983, ob-

tenidos en campañas de investigación (BIP "Capitán Cánepa" y "Dr. E. L. Holmberg" del INIDEP) y del desembarque comercial del puerto de Mar del Plata.

En base a la información obtenida, se llegó a las siguientes conclusiones:

- 1) Los diferentes estadios que caracterizan a los ovocitos durante el proceso de maduración son:

- I. Reserva, con diámetros menores a los 55  $\mu$ .
- II. En crecimiento, con diámetros entre 55 y 175  $\mu$ .
- III. Maduración incipiente, con diámetros comprendidos entre los 175 y 385  $\mu$ .
- IV. Maduración avanzada, con diámetros de 385 a 535  $\mu$ .
- V. Maduración total, con diámetros mayores a los 535  $\mu$ .

- 2) Las distintas etapas del ciclo reproductivo del mero (en hembras) queda resumida en una escala de madurez gonadal de siete estadios:

1. Indiferenciados
2. Juveniles
3. Prepuesta
4. Puesta
- 5/3. Puesta parcial
5. Postpuesta
6. Reversión

- 3) La maduración y frecuencia de los diámetros ovocitarios pone en evidencia que los mismos presentan un período más o menos homogéneo que se extiende de febrero a junio, con picos de máxima frecuencia entre los 85 y 145  $\mu$ , y una etapa de crecimiento rápido con una manifiesta diversidad en su distribución modal que corresponde al lapso julio - diciembre en el cual se ve un corrimiento de modos de 115 hasta 535  $\mu$ .

- 4) El análisis histológico de los estadios gonadales demostró que:

— El mero presenta un desove fraccional o múltiple, y dentro de una temporada efectuaría cuatro puestas.

— Las puestas dentro de un mismo período de freza, y a nivel individual, son intermitentes y sincrónicas, pero a nivel muestral son asincrónicas.

- 5) La frecuencia de los estadios de madurez gonadal, en función de los meses del año, confirmó que la especie se prepara para la puesta durante los meses de julio, agosto y septiembre. En octubre, ingresa en la etapa de reproducción más intensa que se extiende hasta el mes de diciembre, mientras que en enero, el mero entra en estadios de postpuesta y luego en reversión gonadal, el que se prolonga hasta junio.
- 6) El análisis estadístico de los índices gonadales permitió comprobar que existe un período de estabilización a niveles bajos que se extiende de enero a julio y correspondería al postdesove y reversión gonadal; el de prepuesta, de julio a septiembre en machos y de julio a octubre en hembras y el de puesta, hasta diciembre en ambos sexos.
- 7) El largo de primera madurez sexual se observó dentro del intervalo de clase de 29 cm tanto para machos como para hembras.
- 8) El mecanismo de puesta del mero evidencia un comportamiento reproductivo del tipo denominado "fraccionador múltiple" o de "puestas parciales", ya enunciado, en el cual el ciclo se repite varias veces y no menos de cuatro, entre los meses de octubre y diciembre.

---

#### AGRADECIMIENTOS

---

Los autores desean expresar su agradecimiento a la Prof. María Berta Cousseau por sus valiosos comentarios, así como por la revisión crítica del manuscrito; a la Srta. Margarita Arias y a las Sras. Teresa Carlé y Virginia Habegger por el procesamiento del material histológico; al Lic. Daniel Hernández por su asesoramiento en temas estadísticos; al Sr. Roberto Brown por las copias fotográficas y a la Sra. María Amalia Denegri y a la Lic. María Marta Ratti por su colaboración en los muestreos y en la confección de los gráficos.

## BIBLIOGRAFIA

- CIECHOMSKI, J. D. DE y CASSIA, M. C. 1976. Características de la reproducción del mero (*Acanthistius brasilianus*) en el Mar Argentino (Pisces, Serranidae). Rev. Physis (Buenos Aires), 35 (90): 27-36.
- COMBS, R. M. 1969. Embryogenesis, histology and organology of the ovary of *Brevoortia patronus*. Gulf. Res. Rep. Ocean. Springs, Mississippi, 2 (4): 333-434.
- CHRISTIANSEN, H. E. y COUSSEAU, M. B. 1971. La reproducción de la merluza en el Mar Argentino (Merlucciidae, *Merluccius merluccius hubbsi*). La reproducción en la merluza y su relación con otros aspectos biológicos de la especie. Bol. Inst. Biol. Mar. Mar del Plata, Argentina, 20: 44-74.
- GOLDSTEIN, H. y LANGE, C. 1982. Anatomía del aparato digestivo del mero, *Acanthistius brasilianus* (Valenciennes) (Pisces, Serranidae). Rev. Physis (Buenos Aires). Secc. A, 41 (100): 7-15.
- HERNÁNDEZ, D. R. y CORDO, H. D. 1986. Metodología aplicada en la estimación del largo de primera madurez sexual de la pescadilla de red y la pescadilla real. Publ. Com. Téc. Mix. Fr. Mar., 7 (1): 230-232.
- HUNTER, J. R. y GOLDBERG, S. R. 1980. Spawning incidence and batch fecundity in northern anchovy *Engraulis mordax*. Fish. Bull. (U.S.), 77 (3): 641-652.
- NIKOLSKY, G. V. 1963. The ecology of fishes. Academic Press. N.Y., 352 pp.
- SMITH, C. L. 1965. The patterns of sexuality and the classification of Serranid fishes. Am. Mus. Novitates, (2207): 1-20.
- SOKAL, R. R. y ROHLF, F. J. 1979. Biometría. Principios y métodos estadísticos en la investigación biológica. H. Blume. Ed. Madrid, 832 pp.
- YAMAMOTO, K. y YAMAZAKI, E. 1961. Rhythm of development in the oocyte of the gold fish, *Carassius auratus*. Bull. Fac. Fish. Hokkaido Univ. 12: 93-110.

TABLA 1. Estadístico Gh. D: ovario derecho; I: ovario izquierdo; A: zona anterior. M: zona media; P: zona posterior; GL: grados de libertad; VC (valor crítico) =  $\chi^2$  0.05, GL

Ej. Nº	1	2	3	4	5	G	GL	VC
D AMP	72.5763	71.8951	94.0354	86.1357	65.2699	3	52	69.132
AM—	51.6381	35.2771	69.7379	55.5062	32.2891	2	27	40.113
A—P	36.7678	38.6712	58.0633	9.8253	38.0809	2	27	40.113
—MP	21.3454	33.9150	19.8057	60.4780	27.8459	2	27	40.113
I AMP	70.4939	51.0372	43.8364	87.1492	68.2404	3	52	69.132
AM—	40.4939	40.3698	17.9132	46.7804	34.7973	2	27	40.113
A—P	33.4240	16.2545	29.1420	29.1267	44.7687	2	27	40.113
—MP	28.6448	20.1141	18.7360	52.3670	23.7780	2	27	40.113
D—I A	46.2216	22.9646	71.8795	48.2313	31.2207	2	27	40.113
M	31.8703	39.2699	18.1820	40.7058	31.2484	2	27	40.113
P	29.2273	11.6165	21.6250	61.4439	23.3687	2	27	40.113

TABLA 2. Correlación macro-microscópica de estadios de madurez gonadal.

MACRO → ↓ MICRO	2		3		4 + 5/3		5 + 6	
	N	f %	f %	f %	f %	f %		
en maduración	120	2 1,67	75 62,50	33 27,50	10 8,42			
puesta	27	2 7,41	6 22,22	15 55,56	4 14,81			
post-desove	108	29 26,85	—	10 9,26	69 63,85			