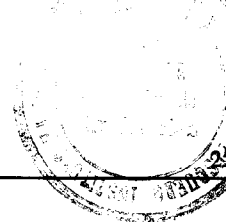


Revista de Investigación y Desarrollo Pesquero

N° 9 - Junio 1994



EL COMPORTAMIENTO REPRODUCTIVO DEL BESUGO (*Pagrus pagrus*) EN EL ECOSISTEMA COSTERO BONAERENSE*

por

CARMEN P. COTRINA^{1,2} y H. ERNESTO CHRISTIANSEN¹

¹Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP),
C.C. 175, 7600 Mar del Plata, Argentina.

²Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

SUMMARY

The reproductive behaviour of the common sea bream, (*Pagrus pagrus*) in the coastal bonaerense region. The species, like other members of the Family Sparidae, has a hermaphroditic phase in its sexual development, affecting the population partially during the first period of life. The sexual differentiation mechanisms have been inferred by the way of macroscopic characterization and proportionality of the different stages observed during the first five year classes. The highest proportion of specimens with bisexual gonads is observed during the third year of life: from the macroscopical point of view, both sexes are equally developed or with predominance of the masculine crest; microscopically, both are functional and synchronous. The masculine portion demonstrate a normal expulsion of germ cells and in the ovaric part post-ovulatory and atretic follicles with specific characteristics are observed. Even when some specimens can be recognized as males and females from early ontogeny, the majority of juveniles is proterogynous hermaphroditic, but the proportion of this hermaphroditic period affects both sexes in a different way. The females are defined mainly in the very early stages, only some of them come from the hermaphroditic stage by loss of the masculin crest of the gonad. Conversely, high proportion of males have its origin in bisexual gonads by loss of ovaric crest. This change occurs generally at the end of the fourth year of life, sometimes later. As a consequence of the before mentioned bisexual gonad changes, to the end of the year class five proportional range of box sexes is attained. The common sea bream spawns once a year, between November and January. The ovarian cycle has been determined, macro and microscopically. Seven stages have been recognized in this process, they can be summarized as follows: the resting period (VII) is observed from February to June; the oocyte maturation (III) begins in June and goes on until September, changing to an advanced maturation stage (IV) which culminates in December; the spawning (V) should be very brief, because the gonad index goes down abruptly during January. From the presence of post ovulatory follicles in the ovaries during the spawning period, it can be inferred that the common sea bream is a multiple spawner and that the transitions of those residual formations are relatively rapids. The variability in the gonad index observed during December may be a

* Contribución INIDEP N° 873.

consequence of partial spawnings and/or of a different sexual activity according to the size: this index demonstrates that the bigger fishes finish the spawning period before the smaller. The mean size calculated for the first maturity is 23.1 cm for the males and 23.6 cm for the females, when they are three years old.

RESUMEN

Esta especie tiene la particularidad de presentar hermafroditismo en las primeras etapas de su vida. Los mecanismos de diferenciación sexual se deducen de las determinaciones macroscópicas de los distintos tipos sexuales y el análisis de las variaciones porcentuales de ellos, observables en las cinco primeras edades. Si bien algunos ejemplares pueden reconocerse muy tempranamente como machos o hembras, gran parte de la población juvenil presenta hermafroditismo proterogino. El mayor porcentaje de ejemplares con gonada bisexuada se observa en el tercer año de vida y se manifiesta macroscópicamente con ambas regiones gonadales igualmente desarrolladas o con predominancia de la cresta masculina. Microscópicamente, muestran estados funcionales y sincrónicos para los dos sexos. La porción masculina evidencia una expulsión normal de sus gametas y en la parte ovárica se observan folículos post-ovulatorios y estados atrésicos con las características propias para la especie. Por el tipo de diferenciación sexual reconocido en el besugo, las hembras se definirían más tempranamente a partir de la gonada indiferenciada inicial y en los casos más tardíos lo harían de gonadas bisexuadas por pérdida de la cresta masculina. En cambio parecería que los machos en su mayor proporción pasan por estadios hermafroditas y se definen de una gonada bisexuada con predominancia de la parte masculina, por pérdida de la cresta ovárica. Esto ocurre generalmente al finalizar el ciclo del cuarto año de vida y en algunos casos más tardíamente. Como resultado de los cambios de las gonadas bisexuadas, al finalizar el quinto año de vida se alcanza una proporción balanceada de los dos sexos. Se ha podido determinar macroscópicamente las distintas etapas del ciclo reproductivo mediante el seguimiento de los estadios de madurez gonadal y el análisis de las variaciones del índice gonadal a lo largo del año. Además se caracterizaron microscópicamente las principales fases del ciclo. Para ello se describen los cambios que ocurren en el transcurso del proceso de maduración del ovario, tanto aquellos que acontecen en los ovocitos, como en las estructuras que forman su envoltura, constituyendo el folículo. Estos estudios en conjunto permiten señalar que el besugo tiene una sola puesta anual, que tiene lugar entre noviembre y enero. El período de reposo gonadal (VII) abarca gran parte del año (febrero a junio). El comienzo de la maduración ovocitaria (III) tiene lugar en el mes de junio. En el mes de septiembre este proceso se incrementa, llegando a hacerse presente el estadio de maduración avanzada (IV) el cual culmina en diciembre. El período de puesta (V) parecería ser muy breve ya que en enero los índices gonadales caen bruscamente. El seguimiento de los folículos post-ovulatorios vacíos en la etapa correspondiente al desove, brindan el testimonio de que se trata de una especie de desove múltiple y permite suponer que las transiciones de estas formaciones residuales ocurren en un lapso relativamente breve. Los altibajos que se observan en el índice gonadal en el mes de diciembre pueden interpretarse como la consecuencia de puestas parciales o de una actividad reproductiva de acuerdo con la talla. Cuando se analizan los pesos gonadales por talla, en función del tiempo se observa un desfase en el momento de la puesta que demuestra que los ejemplares de mayor tamaño completan su ciclo reproductivo antes que los más pequeños. La talla media de la primera madurez es de 23,1 cm en machos y 23,6 cm en hembras, cuando cumplen los tres años de vida. Estos valores se obtuvieron para la temporada 1981/82, y en el caso de las hembras no muestra diferencias significativas respecto a los valores de las temporadas 1975/76 y 1976/77. Las observaciones para la región sur en el mes de octubre de 1981, muestran tallas mayores pero la edad involucrada en la primera madurez es la 2+ como en el caso del efectivo norteño.

Palabras clave: *Pagrus pagrus*, reproducción, biología pesquera.

Key words: *Pagrus pagrus*, reproduction, fisheries biology

INTRODUCCION

El conocimiento de la historia natural del besugo en el Ecosistema Costero Bonaerense es objeto de estudio del Laboratorio de Biología Pesquera de Peces del INIDEP. En el año 1972 se iniciaron estos estudios sobre la base de la obtención de muestras provenientes del desembarque en el Puerto de Mar del Plata (Cotrina y Cousseau, 1977 y Cotrina, 1980).

Ciechomski y Weiss (1973) describieron el desarrollo embrionario y larval del besugo en el Mar Argentino sobre la base de observaciones efectuadas a partir de fecundación artificial. Los primeros datos de fecundidad para este área son aportados por Ciechomski y Cassia (1974). Manooch (1976) publicó sobre el ciclo reproductivo, fecundidad y proporción de sexos del besugo en Carolina del Norte.

La reproducción en esta especie es particularmente interesante debido al fenómeno de hermafroditismo que presenta. El ciclo reproductivo es un aspecto importante de la historia de vida y esta contribución busca proporcionar elementos para el estudio de la potencialidad reproductiva de este estimado recurso pesquero. Se trata de los primeros aportes de estudios histológicos sobre los estados de maduración, y de los folículos post-ovulatorios vacíos, estableciendo las tipificaciones sucesivas que acontecen desde las post-ovulaciones recientes hasta las últimas etapas de su desaparición.

MATERIAL Y METODOS

Los datos empleados para el estudio del ciclo reproductivo fueron obtenidos de muestreos del desembarque comercial en el Puerto de Mar del Plata y sólo se utilizaron los provenientes del área norteña (Cotrina, 1980). También se empleó información proveniente de campañas de investigación pesquera realizadas con el BIP "Capitán Cánepa" (Cotrina, 1986), la que permitió efectuar algunas

consideraciones sobre los efectivos del área sur de distribución.

Para el análisis histológico se procesaron 96 ejemplares de ambos sexos y hermafroditas capturados entre diciembre de 1972 y diciembre de 1976. Las gonadas se fijaron en formol 10%, fueron incluidas en parafina, cortadas y coloreadas con hematoxilina-eosina.

Para el análisis de los estadios de madurez se consideraron 6886 ejemplares muestreados en el período noviembre de 1980 - enero de 1982. Para el mismo período se calcularon los índices gonadales como expresión del porcentaje en peso de la gonada respecto del peso total del ejemplar: 100 Pg/Pt , donde Pg es el peso de la gonada en fresco, precisión de 0,01 g y Pt el peso total.

Los datos de largo total, peso total, sexo, estadio de madurez y peso gonadal, del período octubre de 1981 - enero de 1982 fueron empleados para la obtención de correlaciones estadísticas del peso gonadal y el índice gonadal con el largo y peso total. Para ello fueron grabados en el computador HP 1000 (RTE-6/VM) y procesados mediante programas existentes en el Laboratorio de Informática del INIDEP y otros elaborados para este estudio por el Sr. Juan J. Buono.

Para calcular el largo de primera madurez se aplicó la metodología de Hernández y Cordo (1986) que permite obtener el intervalo de confianza del valor estimado y también comparar los resultados de a pares y encontrar diferencias entre sexos, años o regiones geográficas. El modelo elegido es de tipo lineal, predictivo inverso y en este caso se tomó como criterio incluir todos los valores porcentuales entre 0 y 100, excluyendo estos extremos.

RESULTADOS

Sexualidad, naturaleza y extensión del hermafroditismo

Atz (1964) entre otros autores define ampliamente los tipos de hermafroditismo en peces. Distingue

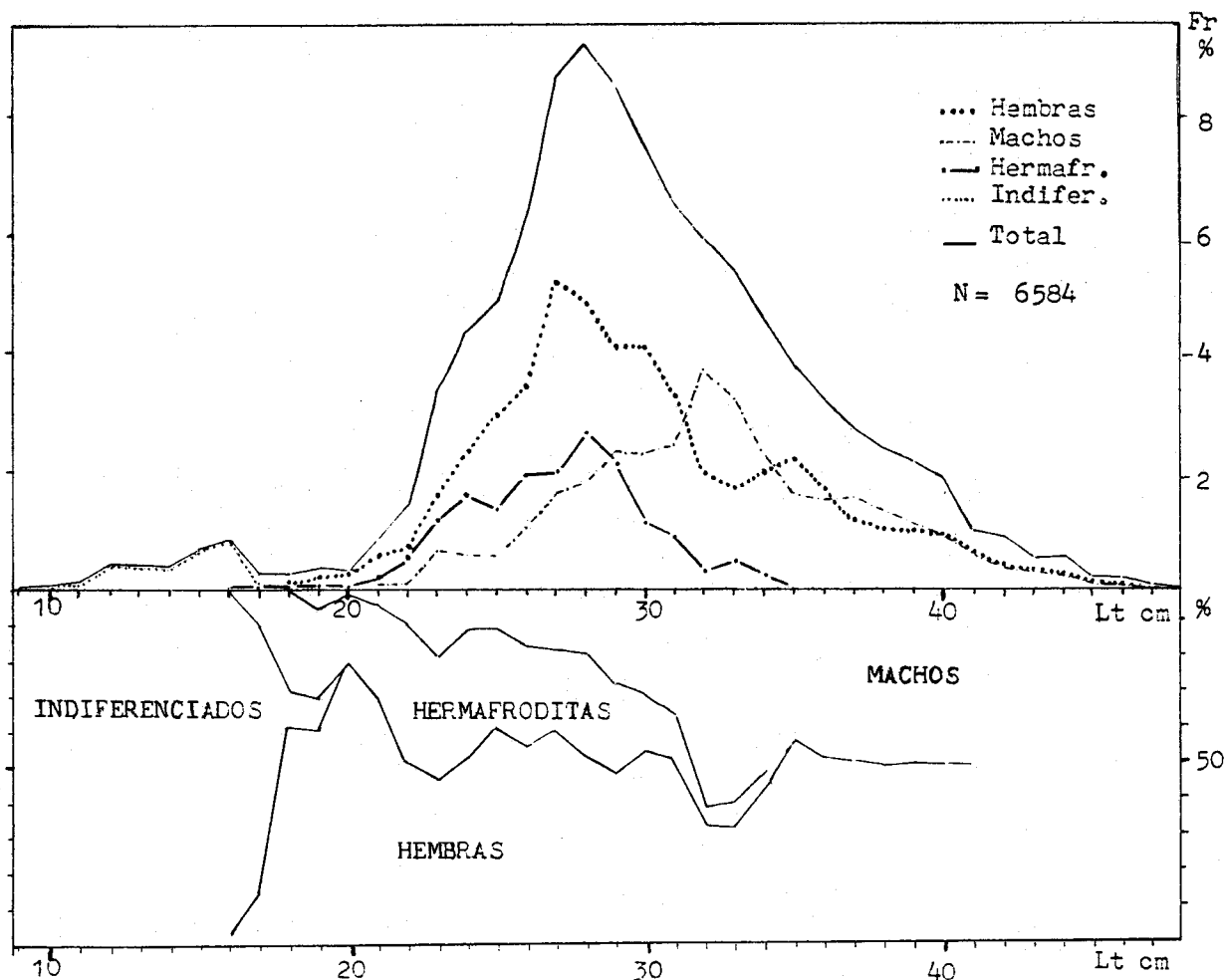


FIGURA 1: Parte superior: distribución de porcentajes de frecuencia de longitud correspondientes a los distintos tipos sexuales que aparecieron en las muestras de los años 1975 y 1976: indiferenciados, hermafroditas, hembras y machos. En la parte inferior se ha graficado el porcentaje por largo total de las cuatro categorías nombradas.

FIGURE 1: Above: percentages of length frequency distribution of different sexual types (indifferentiated, hermaphrodites, females and males), sampled during 1975 and 1976. Below, the percentage of length frequency of each sexual type.

primeramente entre el hermafroditismo consecutivo (o metagónico) y el sincrónico (llamado también balanceado) de acuerdo a que cada uno de los tejidos sexuales presentes en la gonada bisexuada sea funcional en distintos momentos de la historia de vida, o que ambos liberen las células sexuales al mismo tiempo.

Smith (1967) propone una teoría del hermafroditismo y postula que la inversión sexual tiene lugar en diferentes individuos a diferentes tallas y edades, vale decir que la sucesión sexual

es un proceso continuo para la población. Durante el primer período inmediato a la primera madurez sexual, sólo una parte de la población cambia de sexo y durante cada intervalo de tiempo sólo una fracción de los individuos remanentes se transforma.

Desde fines del siglo pasado, en los que ya se conocía el hermafroditismo de tipo protándrico en *Sparus auratus* del Mediterráneo, hasta nuestros días, mucho se ha investigado sobre la sexualidad en espáridos.

Los dos tipos de hermafroditismo consecutivo que se encuentran en la familia Sparidae han sido descritos a través del estudio histológico de las gonadas bisexuadas de diversos representantes de esta familia, en el curso del ciclo estacional, durante su diferenciación y eventual inversión.

Tanto el hermafroditismo de tipo protándrico, tal como se describe para *Sparus auratus*, *Sargus sargus* y *Pagellus mormyrus* (D'Ancona, 1941, 1945, 1949a, b, c, 1950, 1956), como el de tipo proterogino como es el caso de *Pagellus erythrinus* (D'Ancona, 1950; Larrañeta, 1953 y 1964) y el caso de *Taius tumifrons* (Aoyama, 1955), entre los espáridos japoneses, tienen rasgos básicos en común: la gonada juvenil muestra muy precozmente una organización bisexual, desde la diferenciación inicial se observan rudimentos ováricos y testiculares, si bien el ordenamiento de los tejidos femenino y masculino y los cambios en la dominancia de uno de ellos difiere en el tiempo, de una especie a otra.

Según Yamamoto (en Hoar y Randall, 1969), en algunas especies de peces, aparentemente todos los individuos son hermafroditas potenciales o rudimentarios, pero para otras la presencia de individuos protándricos o proteroginos coexiste con los normales o gonocóricos secundarios. Por esta razón, Atz (1964) señala que un estudio de sexualidad en espáridos deberá incluir muestreos bien representados en cuanto a todas las tallas y edades, ya que durante la ontogenia la gonada cambia fundamentalmente en cada individuo y además, según las diversas especies cada individuo puede mostrar un proceso distinto, respecto a la determinación del sexo.

En el caso del besugo del sector costero bonaerense, las primeras observaciones referentes a la sexualidad se relacionaron con la predominancia de las hembras, notoria en los grupos de tallas menores; a este hecho se sumaba la presencia de una importante proporción de ejemplares con gonada bisexuada, no como casos aislados sino frecuente dentro de determinado rango de tallas (Cotrina y Cousseau, 1977, Figura 4). Al analizar las proporciones de sexos a través de dos ciclos anuales agrupados (1975 y 1976), se encontró que un 77% presentaba los sexos perfectamente definidos en un

sentido: macho o hembra. Cuantificando los casos de gonadas hermafroditas por tallas, se vio que constituían el 18% del total de ejemplares muestreados y que aparecían desde los 17 hasta los 35 cm de largo total (Figura 1). Este porcentaje en realidad es mayor porque el análisis microscópico demostró que algunos ejemplares sexualmente definidos en un sentido, mostraron crestas gonadales del otro sexo.

Para el caso del besugo de las costas de Florida fue encontrada una similar predominancia de las hembras menores de 40 cm de largo total (Manooch, 1976) y la presencia de ejemplares hermafroditas en tallas entre 32 y 42 cm de largo total.

Una mejor apreciación se obtuvo al analizar el material de desembarque del año 1981, que es más completo en el sentido de cubrir semanalmente casi todos los meses del año y los distintos rangos de talla y edades. Esta información se pudo complementar con la de Campañas de Investigación en el área costera en otoño y primavera para el mismo año. Estos hechos permitieron el seguimiento de los distintos grupos de edad y el análisis de los datos mediante agrupaciones mensuales, trimestrales, semestrales y anual.

Descripción macroscópica de las gonadas en los ejemplares jóvenes

La gonada indiferenciada que presentan los ejemplares más jóvenes es un cordoncillo transparente, muy delgado, similar a lo que se observa en juveniles de otras especies de peces**. Los más pequeños que se observaron en este estadio eran de 10 cm de largo total, debido a que esa es la talla de reclutamiento al arte.

La gonada femenina ya definida, de forma ovoide, de sección circular, con diámetro aproxi-

** Este estadio denominado juvenil indiferenciado se corresponde con el estadio 1-S, infantil, de Orange (1961), modificado por Manooch (1976), criterio usado para besugo en Carolina del Norte.

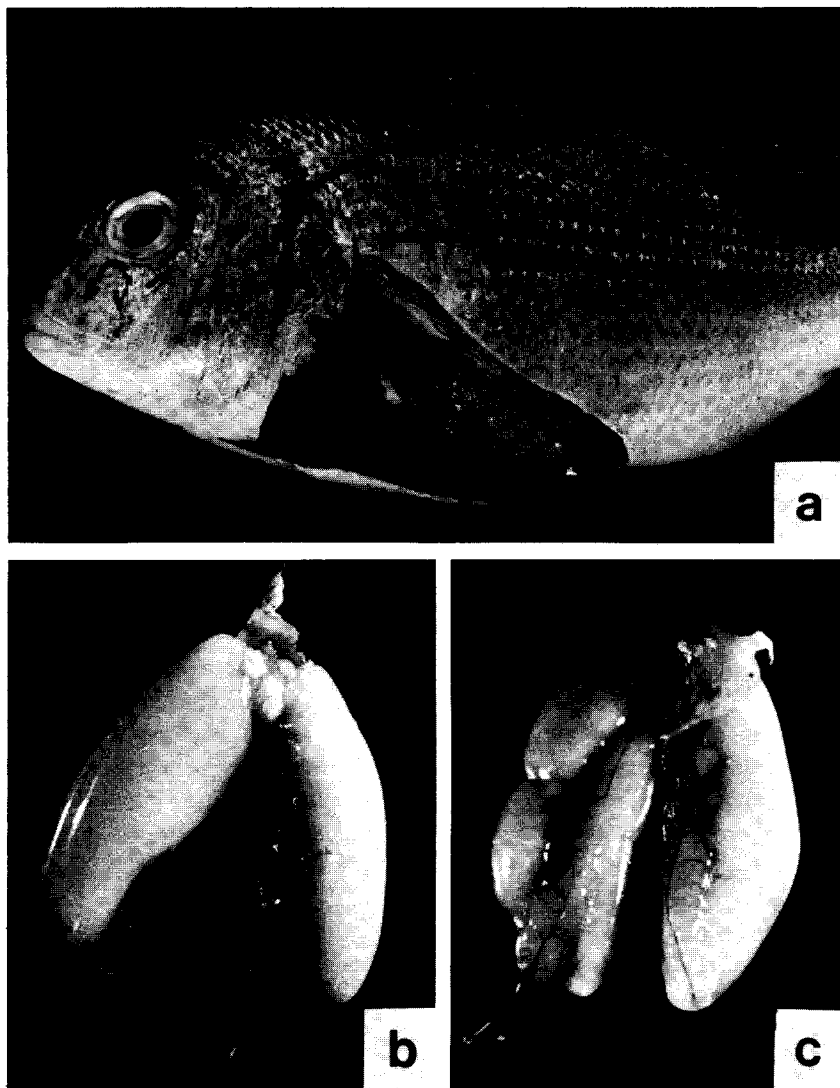


FIGURA 2: Aspecto macroscópico de gonadas hermafroditas en etapa juvenil. a: ubicación en la cavidad general; b: cara externa; c: cara interna.

FIGURE 2: Macroscopical view of bisexual gonads in juvenile stage. a: location into the abdominal cavity; b: external surface; c: internal surface.

madamente de 1/4 de la longitud de la gonada, de color rosado muy claro, se puede reconocer desde los 15 cm de largo total.

La gonada masculina, determinable a partir de tallas similares (16 cm) se encuentra con menor frecuencia. Presenta el aspecto de cinta compacta de color blanquecino, opaca; el ancho es menor de 1/10 del largo de la gonada y es de sección

laminar.

En el caso del besugo la forma típica de la gonada hermafrodita de un espárido se adquiere en el transcurso del tercer año de vida (Figura 2). Ella está constituida por una parte testicular ventrolateral y una parte dorso-media ovárica. En la Figura 2a se pueden apreciar las relaciones topográficas de las gonadas en la cavidad del cuerpo, por

la ablación de los componentes tegumentario-musculares. Estas estructuras pueden verse además en las Figuras 2, b y c, 3, a, b, c y d. Puede apreciarse la parte femenina y la masculina como formaciones que, guardando relaciones de contigüidad, se muestran claramente como estructuras con túnicas propias.

Al corte transversal la parte femenina tiene una cavidad central ocupada por las lamelas ováricas, posteriormente la cavidad se estrecha y constituye el oviducto. En la pared dorso mediana del ovario pasan la arteria y la vena genital. La parte testicular es de forma triangular y de estructura compacta, se adosa contra el ovario en la región del hilio.

Se determinaron tres tipos de gonadas bisexuadas en los individuos de las cuatro primeras edades (1 - 4 años). Las características, que se acentúan al acercarse la madurez, son las siguientes: - predominancia de la porción ovárica y restos de tejido masculino (caso menos frecuente); - ambas áreas (masculina y femenina) presentes en similar fracción; - neta predominancia de la porción masculina y una pequeña cresta ovárica.

Estructura microscópica de las gonadas hermafroditas

El material histológicamente analizado muestra que las estructuras de ambos sexos se encuentran totalmente separadas, presentando netos tabiques fibrocelulares de separación como túnica común a ambas formaciones. En cuanto al grado de maduración, los diagnósticos han mostrado estados sincrónicos entre la parte femenina y masculina.

No obstante el aislamiento aludido en el párrafo anterior, se han observado ductos espermáticos en trabéculas así como infiltraciones de espermatozoides en el parénquima ovárico, no así el de ovocitos en la región masculina.

Ambas estructuras, particularmente la porción testicular, se han caracterizado por presentar un estado funcional que evidencia una expulsión aparentemente normal de sus gametas. Por otra parte, la porción ovárica ha mostrado estados atrésicos como cuadro fisiológico normal para la especie.

Para la tipificación histológica del material

hemos considerado adecuado hacer la descripción de sendas estructuras que secuencialmente se corresponden con: a) gonadas en maduración avanzada, b) en estado de reversión reciente, y c) en estado de reversión tardía.

a) En la Figura 4 (a y b) se observan los cortes histológicos de la gonada de un individuo hermafrodita cuyo aspecto macroscópico se muestra en la Figura 3 (a y b). Se trata de un ejemplar en el que la parte ovárica se presenta con estado diagnóstico evacuado parcial (Figura 4a). Atestiguan este diagnóstico la presencia de elementos ovocitarios en maduración avanzada conjuntamente con la presencia de folículos post- ovulatorios vacíos en fase parenquimatosa cordonada. La porción testicular (Figura 4b) corresponde a un estado estacionario entre proliferación y diferenciación del epitelio seminal y estado fluyente que se confirma por la existencia de escasos espermatozoides en la parte central de los alvéolos masculinos.

b) Gonadas en reversión inicial se ven en la Figura 4 (c y d); el aspecto macroscópico se ve en la Figura 3c. La formación tisular ovárica (Figura 4c) presenta ovocitos basófilos del efectivo de reserva, con evidencia de desove final por la presencia de formaciones infiltrativas linfáticas y ovocitos en estado de reabsorción. La parte testicular presenta proliferación y diferenciación en grupos isogénicos (Figura 4d) y en ambas partes se pueden apreciar imágenes que dan testimonio de tratarse de una gonada funcional.

c) En la Figura 3d se observan las gonadas de un ejemplar cuyo estado es de reversión tardía, al corte microscópico se aprecia reabsorción total de elementos ovocitarios y epitelio seminal con espermatozoides residuales y muy incipiente formación de espermatozonias.

En todas las imágenes se evidencia el estado aproximadamente sincrónico que presentan la parte ovárica y testicular como respuesta simultánea a procesos endocrinológicos ligados a la secreción de hormonas gonadotróficas.

En algunos casos la parte ovárica se encuentra conformada por una estructura atípica con desaparición o profunda modificación de las crestas, con los ovocitos y el tejido conjuntivo acompañante igualmente alterados. Los componentes ovocitarios

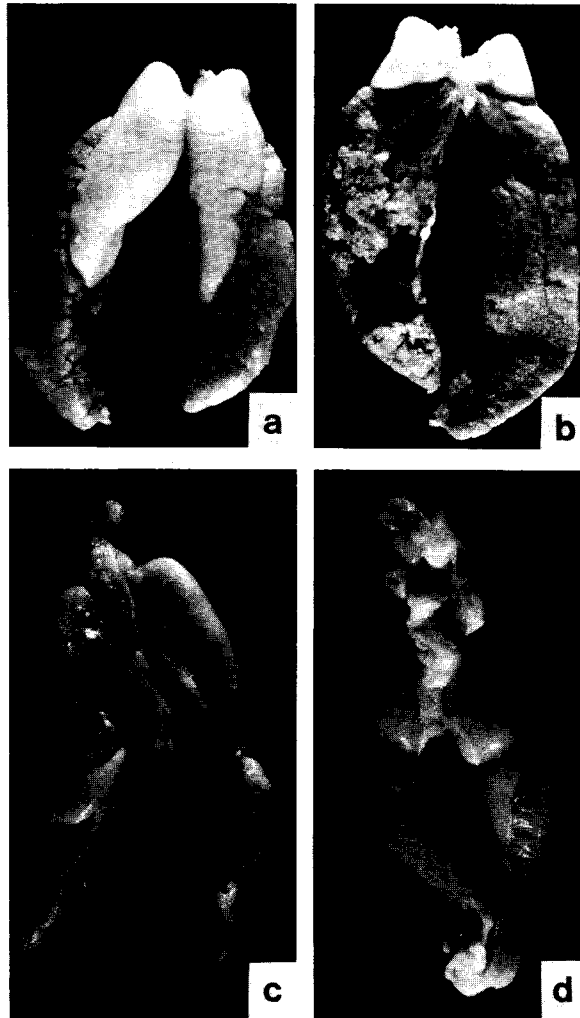
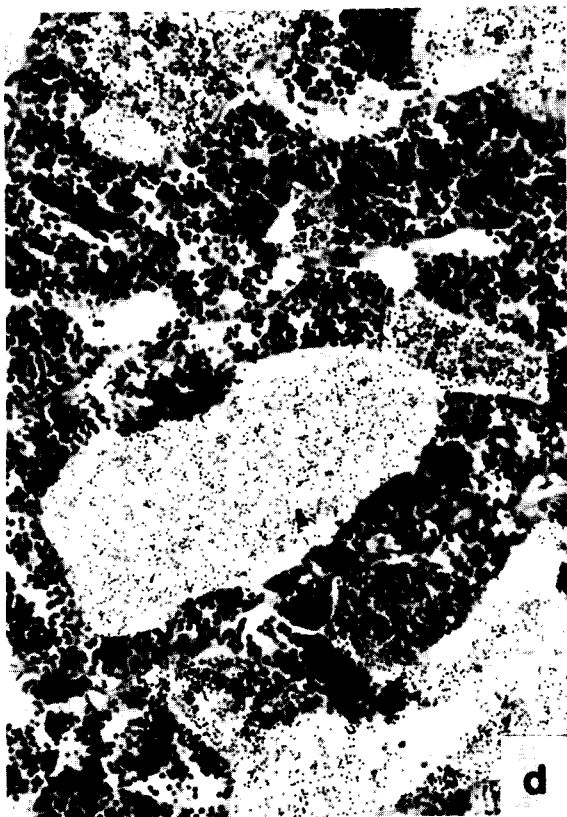
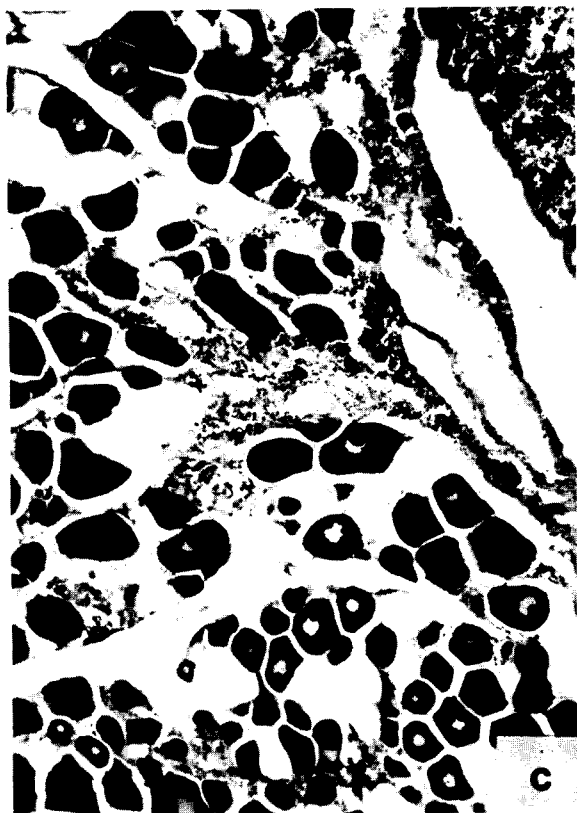
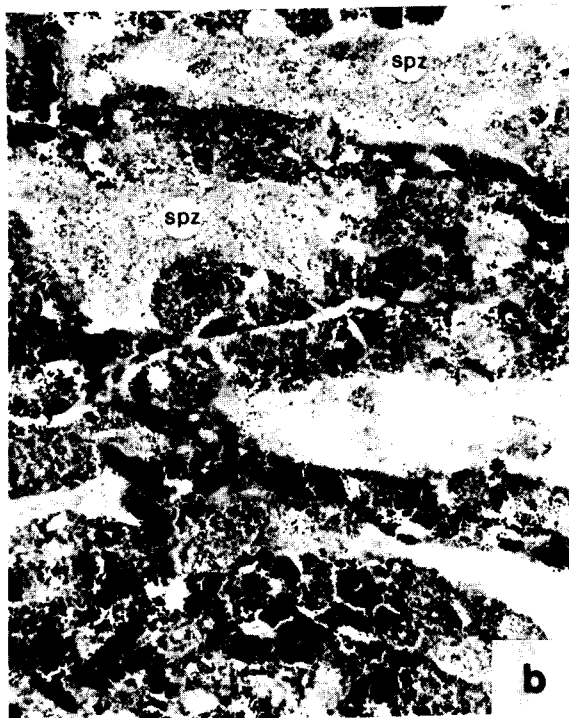
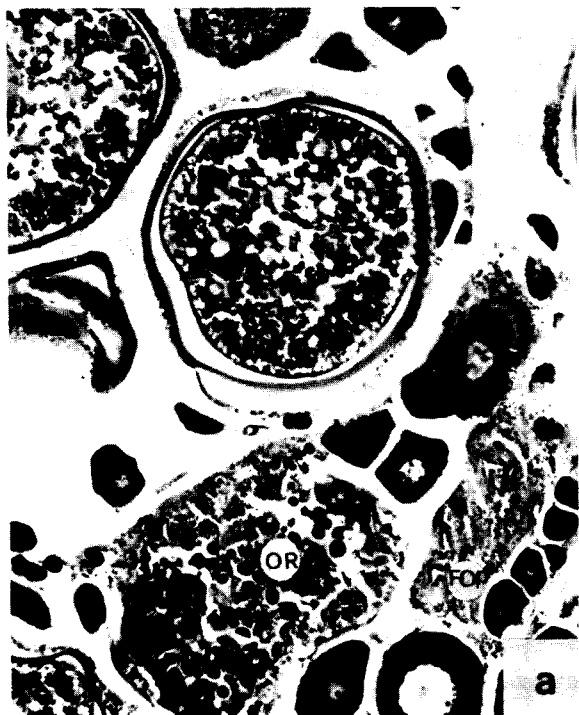


FIGURA 3: Distintos estados de maduración de gonadas hermafroditas. En maduración: cara externa (a) e interna (b) de la misma gonada. c: Reversión inicial. d: Reversión tardía.

FIGURE 3: Maturity stages of hermaphroditic gonads. Ripening: external surface (a) and internal (b) of the same gonads. c: Initial reversion. d: Ending reversion state.

FIGURA 4: Aspecto microscópico de gonadas hermafroditas. Parte femenina (a) y masculina (b) de un ejemplar en evacuación parcial. En la parte femenina se observa la presencia de folículos post-ovulatorios vacíos (FOP) y ovocitos en maduración avanzada y necrobióticos (OR). 10x. La parte masculina muestra un estado estacionario entre proliferación y diferenciación del epitelio seminal y estado fluyente, espermatozoides (spz) en la parte central de los alvéolos. 10x. Ovario (c) y testículo (d) en estado de reversión inicial; la formación tisular ovárica presenta ovocitos en crecimiento incipiente, basófilos. 10x. La porción testicular muestra proliferación y diferenciación en grupos isogénicos y espermatozoides residuales en la luz alveolar. 20x.

FIGURE 4: Microscopical view of hermaphroditic gonads. Female (a) and male (b) parts of partial spawned gonads. In female part empty postovulatory follicles (POV) and ripening and necrobiotic oocytes (OR) may be observed. The testicle shows a stationary state between proliferative and differentiation sequences of seminal epithelium cells. Seminal alveoli show free spermatozoa (spz). 10x. Ovary (c) and testicle (d) in initial resting period. The ovary shows incipient basophilic oocytes. The testicle shows proliferation and differentiation of isogenic groups with residual spermatozoa in alveoli.



en estos casos se presentan en fases incipientes de crecimiento, ovoides, basófilos, en ocasiones con núcleo excéntrico, nucleolos bien visibles e hipertroficados, incluyendo imágenes atrésicas. El tejido conjuntivo es de naturaleza fibrocelular, intensamente vascularizado, se encuentra movilizado con infiltraciones de elementos linfocitoides y algunas formaciones ductales con presencia de espermatozoides libres.

Mecanismos de diferenciación sexual

En la Figura 5 se han graficado las frecuencias porcentuales de cada tipificación sexual por tallas para el año 1981. En este análisis sólo se consideran aquellas tallas en las que el hermafroditismo es notorio según se había observado en temporadas anteriores (Figura 1).

En la Figura 6 se combinan el análisis por tallas y por clase de edad y para una mejor interpretación se agregan, en el margen izquierdo, los porcentajes correspondientes a los cuatro tipos ya mencionados: indiferenciados, gonada bisexuada, hembras y machos.

Clase de edad 0 (cohorte nacida en 1981, en su primer año de vida). Todos los ejemplares de la clase 0 fueron encontrados en muestras de octubre, noviembre y diciembre. Presentan sus gonadas indiferenciadas y corresponden al 100 % de tallas entre 10 y 18 cm (Figura 6.1).

Clase de edad 1 (cohorte nacida en 1980, en su segundo año de vida). Al año y medio de edad las tallas alcanzan de 12 a 22 cm (Figura 6.2.a) y se presenta un alto porcentaje de gonadas indiferenciadas (60 %, parte izquierda de la misma Figura). En este primer semestre se pueden reconocer hembras con una frecuencia porcentual de casi 25 %, en el caso de los machos es menor la frecuencia y los primeros casos se observan en el mes de marzo. La gonada bisexuada está apenas representada por un 3 % (3 ejemplares de 19 y 21 cm).

En el segundo semestre (julio-diciembre) el porcentaje de indiferenciados que corresponde a tallas entre 18 y 23 cm cae bruscamente (Figura 6.2.b); el 76% de los ejemplares presenta su gonada diferenciada macroscópicamente como hembra (tallas entre 16 y 26 cm) y el 12 % muestra gonada bisexuada (18 a 24 cm). Esto quiere decir que recién a partir de los 15-16 cm de largo (clase de edad 1) es que se manifiesta la orientación del sexo, pero casi la cuarta parte de los ejemplares se presenta a la observación macroscópica como indeterminados. Estos son posiblemente hermafroditas potenciales que sufrirán una diferenciación hacia el tipo hembra al transcurrir el 2° año de vida.

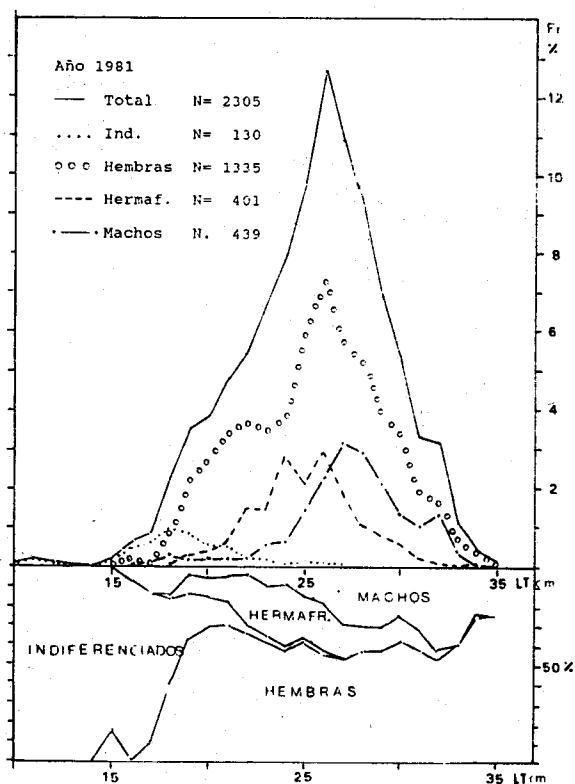


FIGURA 5: Parte superior: distribución de porcentajes de frecuencia de longitud de los distintos tipos sexuales observados en ejemplares de las edades menores (0 a 4 marcas). En la parte inferior se ha graficado el porcentaje por largo total de las cuatro categorías nombradas.

FIGURE 5: Above: percentage of length frequency distribution of the different sexual types (indifferentiated, hermaphrodites, females and males) observed in specimens aged with 0 to 4 marks. Below: the percentage of length frequency of each sexual type.

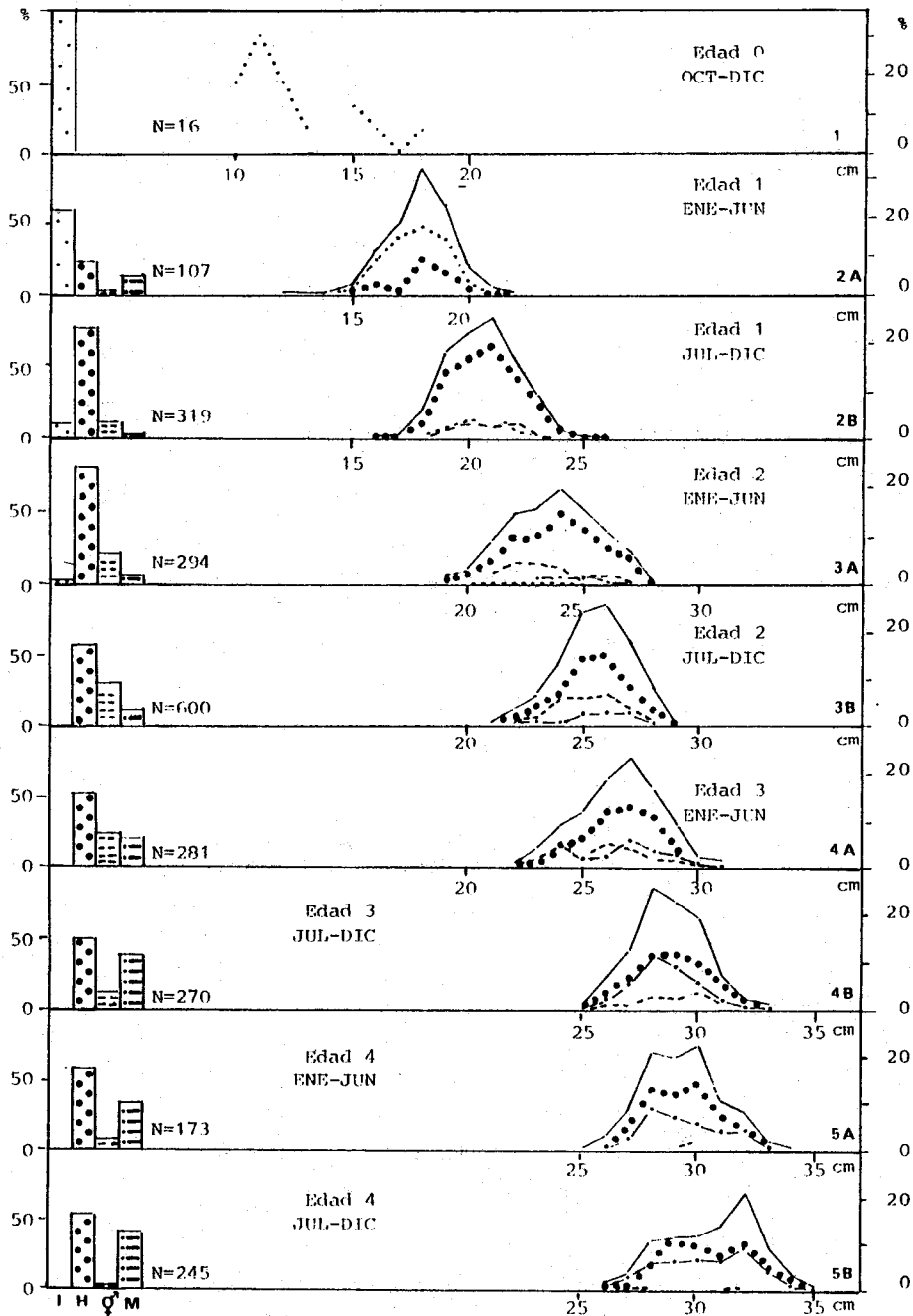


FIGURA 6: Distribución de frecuencias de longitud por sexo, por clase de edad y por semestre, año 1981. En la parte izquierda porcentaje de cada tipo sexual: puntos pequeños, indiferenciados; puntos gruesos, hembras; rayas cortadas, hermafroditas y punto y raya, machos.

FIGURE 6: Sex and age frequency distribution of total length by semester, 1981. Left side: percentage of frequency of sexual types: small points, indifferenciated; thick points, females; dashed lines, hermaphrodites and point and line, males.

No obstante las pequeñas dimensiones de los ejemplares de edad 1 examinados, es digno señalar el hecho de que se presentan algunas gonadas de estructura netamente ovárica y otras de estructura testicular. Esto indicaría que en esta especie algunos ejemplares se definen precozmente como machos y otros como hembras, con un tipo de diferenciación que podríamos considerar directo. Lo más común entre los adultos es encontrar las gonadas diferenciadas en un solo sentido, macho o hembra.

Clase de edad 2 (cohorte nacida en 1979, en su tercer año de vida). Las variaciones más importantes que se observan en el pasaje del segundo al tercer año de vida son la disminución paulatina del porcentaje de hembras y el correspondiente aumento de la proporción de ejemplares bisexuados, que se manifiesta macroscópicamente con ambas regiones gonadales igualmente desarrolladas o con ligera predominancia de la cresta masculina.

En el primer semestre (Figura 6.3.a), entre las tallas de 21 a 27 cm, las gonadas hermafroditas representan más del 20 %, alcanzando un 30 % en el segundo semestre (Figura 6.3.b) con tallas entre 22 y 29 cm. Es en este período de vida que se manifiesta el mayor porcentaje de gonadas bisexuadas. El valor máximo se observa más precisamente en el trimestre julio - septiembre. Las frecuencias porcentuales en machos también muestran un aumento, si bien de menor valor (6,5% en el primer semestre y 12,2 % en el último período del año). Es además al finalizar el segundo año que las gonadas son funcionales e intervienen en la reproducción por primera vez, con clara evacuación de gametas.

Clase de edad 3 (cohorte nacida en 1978, en su cuarto año de vida). En la primera mitad del año (Figura 6.4.a) en las tallas de 22 a 31 cm se acentúa la tendencia iniciada en la clase anterior; aumento del porcentaje de machos y disminución en hembras y hermafroditas, más marcada en estos últimos.

En el segundo semestre, con la maduración de las gonadas (octubre-diciembre) se pone de manifiesto claramente el pasaje del estado hermafrodita a la gonada masculina: en las tallas de entre 25 y 32 cm disminuye el porcentaje de hermafroditas y

aumenta el de machos (Figuras 5 y 6.4.b). La frecuencia de hembras se mantiene cercana al 50 % y no se observan casos de indiferenciados en esta clase de edad.

Clase de edad 4 (cohorte nacida en 1977, en su quinto año de vida). En esta clase de edad es que los machos alcanzan mayor proporción (46 % en el último trimestre) probablemente como consecuencia del mencionado pasaje de la gonada hermafrodita a la masculina (Figuras 6.5.a y 6.5.b). Al finalizar el año se encontró un solo ejemplar hermafrodita, de 32 cm en el mes de octubre.

El proceso de diferenciación sexual se puede describir así: de la gonada indiferenciada inicial algunos ejemplares se definirían muy tempranamente en uno de los dos sentidos, más frecuentemente como hembras y algunos como machos. El resto permanece como indiferenciado y/o hermafrodita potencial y se definiría como hermafrodita proterogino. Este tipo de gonada bisexuada, sin embargo, está poco representado en los estudios macroscópicos, se daría en el transcurso del segundo año de vida, en tallas entre 15 y 24 cm (clase de edad 1). A esas tallas y edad las gonadas no han experimentado aún una primera maduración y posiblemente al examen macroscópico el tipo de gonada bisexuada con predominancia de la parte femenina haya sido tomado como hembra. Por lo tanto, las hembras en su mayor proporción se definirían tempranamente a partir de la gonada indiferenciada inicial y en los casos más tardíos lo harían de gonadas bisexuadas con predominancia de la parte ovárica, tal como se ha mencionado. En cuanto a los machos, parecería que la condición de tal se adquiere predominantemente a través de una gonada bisexuada por la pérdida de la parte femenina, como lo propone la teoría general del hermafroditismo de Smith (1967) y lo que se desprende de los análisis poblacionales de autores como Larrañeta (1964) para otras especies de espáridos.

Como resultado final de los cambios descriptos, luego de los cinco primeros años de vida, se llega a una proporción balanceada de los dos sexos.

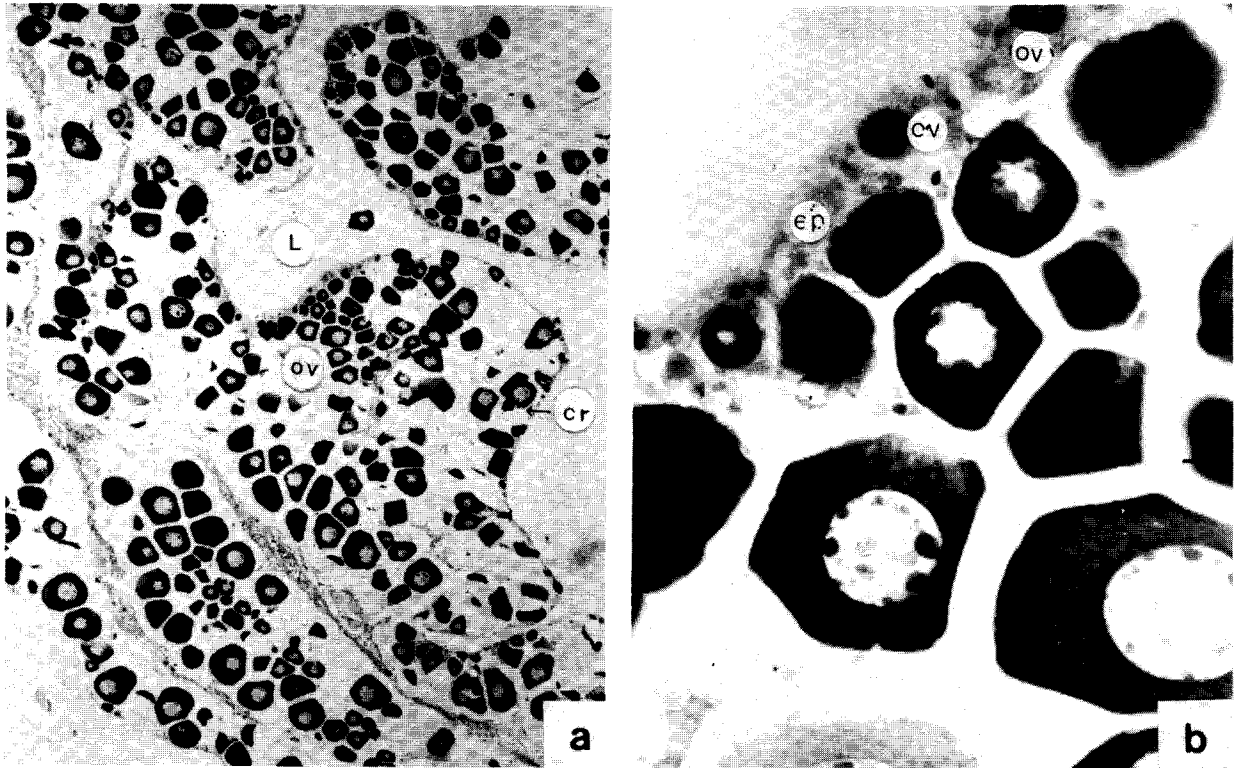


FIGURA 7: Gonadas en estado de reversión. a: En el corte se observa: lumen (L), crestas ovocitarias (cr), ovocitos basófilos en incipiente estado de crecimiento (ov). 10x. b: Detalle de la cresta ovárica mostrada en a.; se observa el epitelio germinativo (ep), ovogonias (og), ovocitos en crecimiento y núcleo con nucleolos marginales, 40x.

FIGURE 7: Reversion state gonads. a: lumen (L); ovigerous crests (cr); growing basophilic oocytes (ov). 10 x. b: Some detail at higher magnification: germinative epithelium (ep), oogonia (og), growing ovocytes and nuclei with marginal nucleoli. 40 x.

Anatomía gonadal

Descripción macroscópica

Las glándulas reproductoras se ubican en la región posterior de la cavidad general, adosadas a la pared dorsal, en ambos sexos se presentan más o menos voluminosas, de acuerdo al momento del ciclo anual. Son órganos pares simétricos, pero en algunas hembras pueden observarse que uno de los ovarios está más desarrollado que el otro. Los conductos genitales desembocan en la región ventral junto al ano y caudalmente.

Los testículos son alargados y de color blanco, en los ejemplares adultos presentan grandes lobulaciones. Los ovarios son cilíndricos de color amarillo anaranjado.

Descripción microscópica

1. Gonadas femeninas.

Al corte transversal, el ovario de *Pagrus pagrus* es de sección ovoidal. A nivel microscópico se puede observar la existencia de túnica, cresta y parénquima ovárico delimitando el lumen.

La túnica es muscular lisa y está recubierta por un delgado manto de mesotelio. Las miocélulas forman varias capas o estratos, se presentan compactas, separadas por escaso tejido conjuntivo reticular. Están sujetas a cambios en función de los ciclos, su numerosidad y tamaño se modifican en el curso de los mismos. Esta túnica, contigua al parénquima ovárico propiamente dicho, se encuentra revestida por escaso conjuntivo laxo.

Lindando con la túnica, desde la periferia emergen o irradian las crestas gonadales. En su proyección interior

delimitan la cavidad central o lumen. Cada lámina o cresta se encuentra recubierta por un epitelio simple (epitelio proliferativo) en cuyo seno se diferencian las ovogonias, que a través de las secuencias de las divisiones celulares iniciales proliferativas y de fases de crecimiento y división meiótica, se transforman en ovocitos en maduración avanzada y óvulos.

En la etapa adulta acontecen transformaciones periódicas en los ovocitos: se manifiestan progresivos incrementos en las tallas ovocitarias, aumento en la diversidad de componentes estructurales y modificaciones bioquímicas provocadas por variaciones en la actividad fisiológica.

Para describir la estructura del ovario se considera oportuno efectuar la descripción de a) un ovario inmaduro y b) un ovario en maduración.

a) Ovario inmaduro

En la fotomicrografía de la Figura 7 se observa una imagen correspondiente a un ovario inmaduro en estado de reversión. Globalmente se aprecia un parénquima ovocitario caracterizado por varias generaciones de células, lumen amplio, túnica delgada, no apreciable en la imagen, con escasa presencia de elementos conjuntivos. Los elementos ovocitarios presentan como característica su pequeño tamaño y la basofilia de los citoplasmas, núcleos vesiculosos y conspicuos nucleolos que en los elementos de mayor talla marginan la membrana nuclear. El conjuntivo es muy laxo, reduciéndose a formaciones adventiciales a vasos sanguíneos e incipientes formaciones tecales. El parénquima gonadal está constituido por crestas ováricas que delimitan el lumen ovárico amplio. Cada cresta se encuentra conformada por una membrana epitelial asentada sobre tejido conjuntivo capilarizado. En los elementos indiferenciados de ese epitelio se producen las proliferaciones con la formación aislada de mamelones que presentan oogonias y ovocitos primarios, como puede verse en la Figura 7b. Las etapas iniciales del crecimiento transcurren en el interior de este estrato del epitelio germinativo. En la medida que acontecen las primeras fases, los

ovocitos pasan a ocupar el interior de las crestas.

Al producirse el incremento de tamaño ovocitario se observan profundos cambios en el núcleo y citoplasma, cuyos detalles pueden observarse en la misma foto. Los cambios en el núcleo se caracterizan por los procesos de transformación que acontecen en las fases de la meiosis, incremento de ergastoplasma y procesos de síntesis que se manifiestan por la presencia de incipiente vitelo.

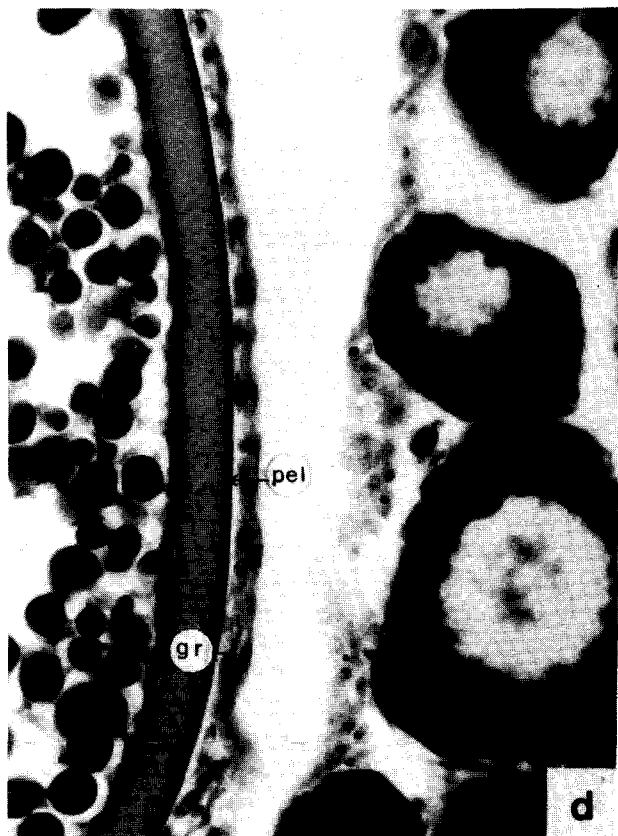
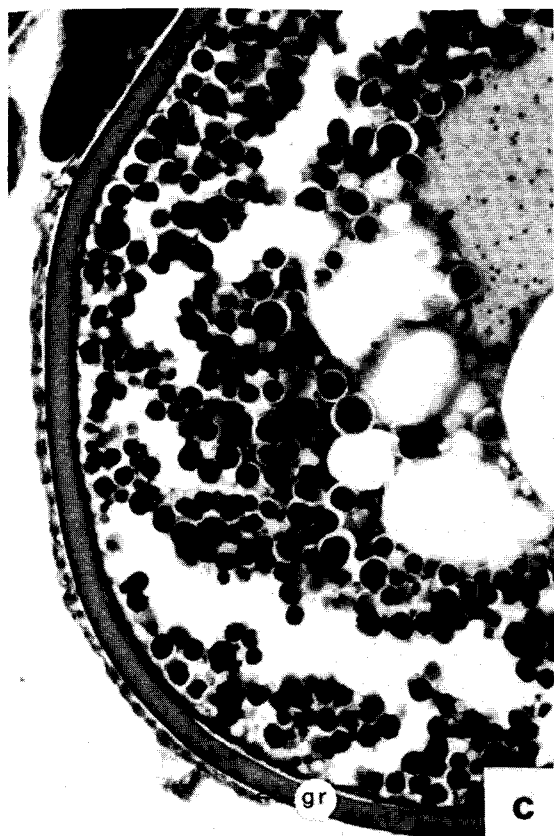
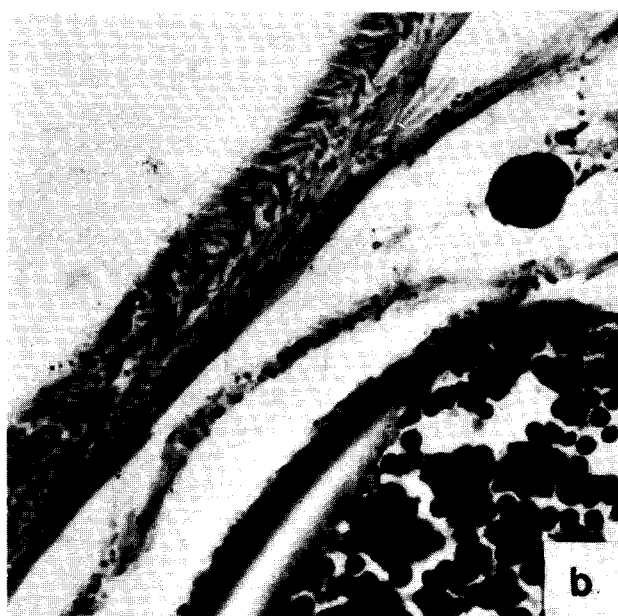
b) Ovario en estado de madurez avanzada

La imagen de la fotomicrografía de la Figura 8a muestra un ovario en madurez avanzada. Se caracteriza por presentar crestas o láminas hipertrofiadas en íntimo contacto unas con otras, dejando escasa luz. La túnica se encuentra generalmente hipertrofiada (Figura 8b). Los ovocitos muestran gránulos vitelinos que en sus comienzos se distinguen marginalmente en formación anular perinuclear. En su fase más tardía estos gránulos incrementan en número y tamaño y presentan mayor afinidad acidófila. El núcleo, en posición central, presenta neta marginación nucleolar. En esta etapa del crecimiento y con simultaneidad, se observa hipertrofia del epitelio folicular, que en ocasiones presenta inclusiones eosinófilas en los citoplasmas de sus células, similares a las vitelinas.

En el curso de la maduración se van evidenciando diferentes estructuras no presentes o difícilmente distinguibles en el ovario inmaduro. Estas estructuras son aquéllas que forman la envoltura del ovocito en crecimiento y maduración, constituyendo el folículo (Figura 8, c y d).

FIGURA 8: Imágenes correspondientes al parénquima ovocitario de un ejemplar en estado de maduración avanzada. a: Se observan las transiciones ovocitarias desde los elementos en crecimiento (ov), en vitelogénesis incipiente (vi) y vitelogénesis avanzada (va). 10 x. b: Túnica fibrocelular. Se aprecia la constitución en dos estratos de los componentes celulares lisos. 25 x. c y d: Detalles a mayor aumento de las estructuras que componen el folículo: granulosa (gr) y pellucida (pel), 25 x y 40 x.

FIGURE 8: Ovary in advanced maturing state. a: Sequences of growing ovocytes (ov), early vitellogenesis (vi) and advanced vitellogenesis (va). 10 x. b: Fibrocellular tunica, stratified in two level fascicular constitution. 25 x. c and d: Details at higher magnification showing granulosa (gr) and pellucida (pel). 25 x and 40 x.



1.1. Secuencia de los estados de maduración

1.1.1. Evolución de los ovocitos.

Acontecida la etapa proliferativa, se suceden en los ejemplares adultos una serie de transiciones (maduración, desove y postevacuación) con modificaciones sustanciales por parte de los ovocitos, las membranas primarias y las membranas secundarias.

Las secuencias transicionales que se observan en las estructuras ovocitarias luego de la etapa proliferativa son: fases de ovocitos basófilos, de vacuolización lipídica incipiente, vitelogénesis proteica incipiente, vitelogénica proteica avanzada y del inicio de la migración nuclear en los ovocitos hidratados.

Las modificaciones que acontecen luego de la ovulación se caracterizan por la presencia de folículos postovulatorios y las secuencias de su involución, y por los fenómenos necrobióticos en los componentes ovocitarios residuales. El efectivo ovocitario de reserva que constituye la etapa inicial de maduración, está integrado por componentes de tallas desde 40 μ hasta 150 μ . Son células isodiamétricas con citoplasma fuertemente basófilo, núcleo central con enquilema densamente nucleolar, membranas escasamente visibles (Figura 9a).

En la vitelogénesis incipiente, que es la etapa siguiente, la manifestación estructural se inicia con ovocitos de 170 μ y alcanza su máxima expresión en componentes de 245 μ . Los ovocitos adquieren una típica estructura espumosa. A partir de esta diferenciación se aprecian notorios cambios en las membranas tecales, granulosa y una incipiente formación de lo que será la membrana pellucida (Figura 9b).

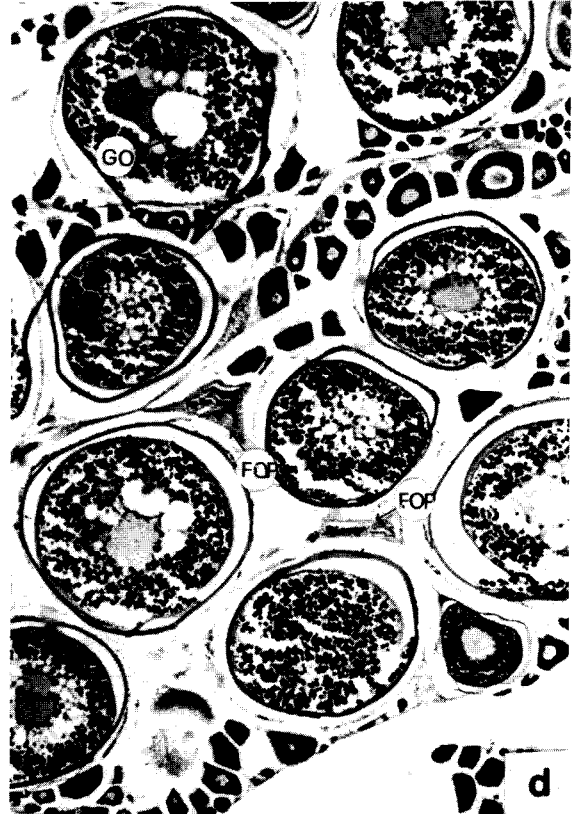
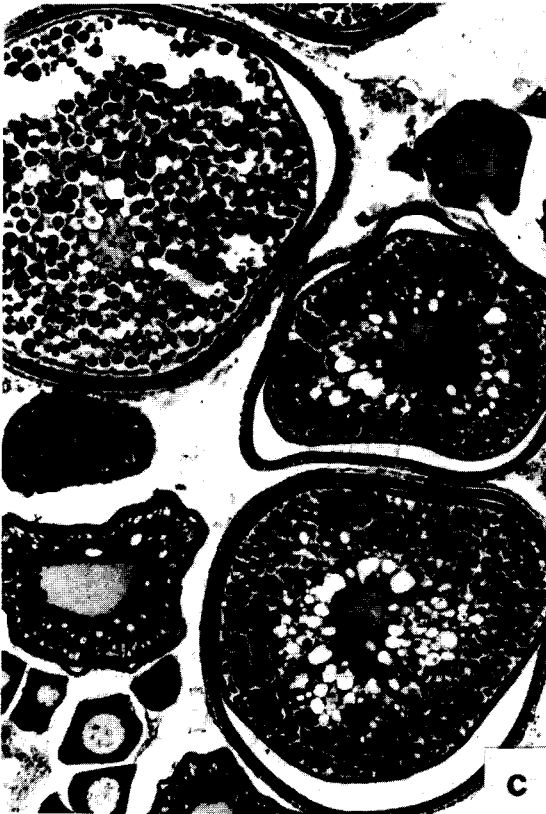
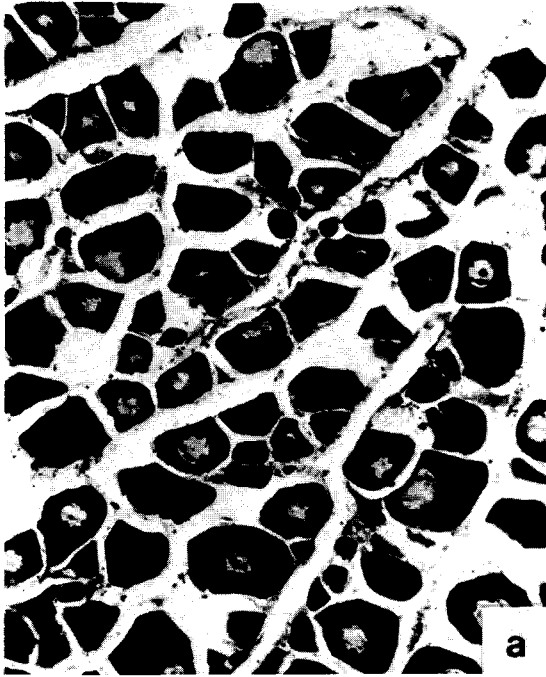
La vitelogénesis avanzada, que empalma con las descripciones anteriores, es más rica en transformaciones, visibles tanto en las estructuras ovocitarias propiamente dichas, como en las membranas primarias y secundarias. Los ovocitos pasan por tallas que van desde 275 μ hasta 580 μ . En sus fases iniciales las células se presentan con núcleo vesiculoso con carioteca festoneada con nucleolos en sus hendiduras, citoplasma presente en estado de vacuolización periférica y una corona central ocupada por gránulos proteicos de aproximadamente 12 μ de diámetro. Comienza a formarse la pellucida mientras se ve la hipertrofia de la granulosa (Figura 9c). La etapa posterior se acompaña por un aumento general de tamaño celular, de los

gránulos de vitelo y de las vacuolas, persistiendo el núcleo en su parte central, notoriamente presionado por las estructuras paraplasmales, granulosa bien visible y pellucida notoriamente hipertrofiada (Figura 9d).

La maduración muy avanzada se evidencia por la migración nuclear hacia el polo animal del ovocito. La célula se presenta en un tamaño de 800 μ , teca hipertrofiada y muy vascularizada, granulosa ostensible, pellucida muy marcada, núcleo vesiculoso en posición ovocitaria excéntrica, notorio incremento vacuolar por migración y por plasmación de las vacuolas menores que propenden a fusionarse en una gota lipídica subnuclear (gota oleosa). En el citoplasma ovocitario vemos la heterogeneidad en el tamaño de las formaciones vitelinas. En éstas, en la medida que se sucede el proceso de crecimiento, acontecen modificaciones estructurales que dan por resultado la homogenización citoplásmica, hecho que acontece en la etapa preliminar a la primera división meiótica (Figura 9d). En la fase hidrópica o de maduración total, la célula adquiere un tamaño superior al consignado anteriormente. El núcleo se presenta notoriamente polarizado, persiste la formación lipídica como única vacuola, el citoplasma se encuentra notoriamente homogeneizado. El ovocito se encuentra listo para su expulsión y por ende para transformarse en óvulo.

FIGURA 9: Transiciones observables en el ovario durante el proceso de maduración. a: Ovario en estado de reversión. Se observa el efectivo ovocitario caracterizado por elementos de pequeño diámetro y basófilos. 10 x. b: Ovario en maduración incipiente. Se aprecian ovocitos espumosos (Esp) por la formación de vacuolas lipídicas (VL), el inicio en la formación de la granulosa (gr) y estructuración de la pellucida (pel). 20 x. c: Etapa de vitelogénesis avanzada. Se observa el diferente tamaño de los ovocitos y se hace evidente la formación de las membranas que constituyen el folículo. 20 x. d: Ovario en maduración muy avanzada correspondiente a un ejemplar en desove parcial. Se aprecia un ovocito que presenta la migración nuclear y formación de la gota oleosa (GO) y folículos post-ovulatorios (FOP). 10 x.

FIGURE 9: Sequences of the transforming steps of the ovaries during the sexual cycle. a: Resting state. Ovocitary stock, characterized by the presence of small basophilic ovocyte. 10 x. b: Early maturation state. Lipidic vacuolated ovocytes (Esp); incipient formation of granulosa (gr) and pellucida (pel). 20 x. c: Advanced vitellogenetic state. Different sizes of ovocytes and conspicuous formation of membranes. d: Partial spawned ovary in advanced ripening state. Ovocytes with nuclear migration and oil droplet formation and empty postovulatory follicles (FOP). 10 x.



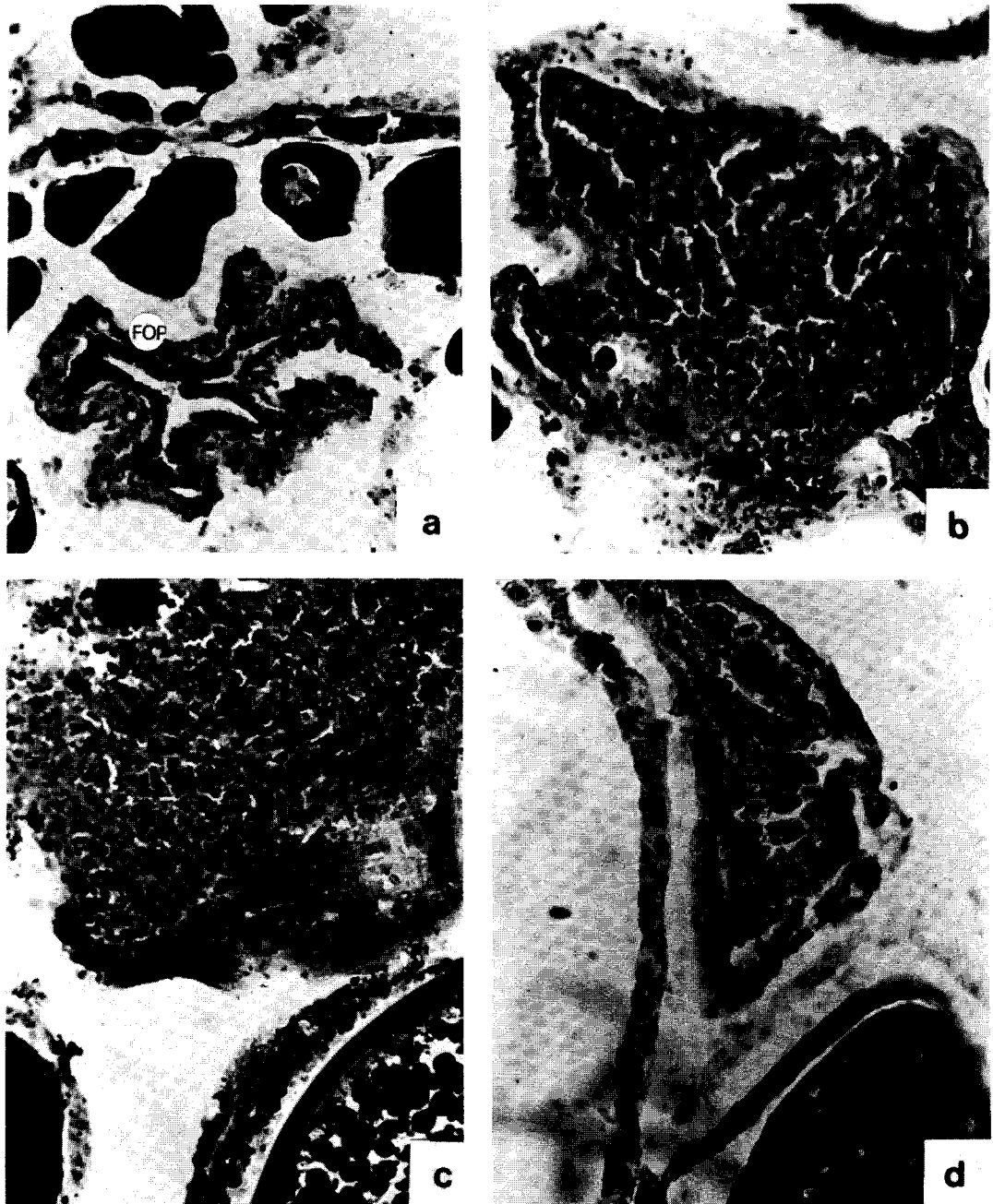


FIGURA 10: Ovarios de ejemplares en pospuesta con folículos post-ovulatorios iniciales y regresivos. a: Folículo reciente (FOP). 20 x. b y c: Etapa hiperplásica, con formación parenquimatosa cordonada y luz vestigial. 20 x. d: Folículo post-ovulatorio regresivo. Se observan células libres y principios de picnosis en sus componentes. 40 x.

FIGURE 10: Spent ovaries showing transitions of empty postovulatory follicles from recent formed to advanced regression. a: Recent empty postovulatory follicle (FOP). 20 x. b and c: Hyperplastic state of empty postovulatory follicle. d: Regressive empty postovulatory follicle. Picnotic and free cells are present. 40 x.

1. 1. 2. Evolución de las membranas secundarias

De acuerdo con Combs (1969) las estructuras que forman la envoltura del ovocito en crecimiento y maduración, constituyendo el folículo, son:

- a) membranas primarias que no son retenidas luego de la ovulación:
 - membrana plasmática
 - membrana vitelina
- b) membranas secundarias, que son retenidas luego de la ovulación:
 - tecales conjuntivas
 - estrato de células foliculares o granulosa
 - zona radiata externa
 - zona radiata vera (pellucida).

En el curso del proceso de la maduración, acompañando el crecimiento del folículo se manifiestan modificaciones estructurales tanto en los componentes de la teca conjuntiva como en los elementos constitutivos de la granulosa. Sintéticamente, se deben considerar las transformaciones que acontecen en la etapa de crecimiento pre-ovulatorio y en la etapa post-ovulatoria.

Las primeras, vale decir, las que corresponden a la etapa de crecimiento ovocitario, se traducen en una sucesión de modificaciones en la red vascular, en la trama conjuntiva, en el epitelio folicular (granulosa) y en las zonas radiata y vera (pellucida).

En las fases correspondientes a ovocitos basófilos y en vitelogénesis incipiente las membranas secundarias se reducen a un tenue envoltorio reticulínico, en parte adventicial a escasos capilares sanguíneos. La mayor importancia de estas membranas se advierte en la etapa de previtelogénesis proteica. Esta etapa se caracteriza por el mayor grosor y densidad de la red reticulínica, aparición de la granulosa en forma de un epitelio plano e insinuación en la formación de la pellucida.

En las sucesivas fases del crecimiento ovocitario se advierte el incremento de todos los componentes que principalmente se manifiestan por la hiperplasia y la hipertrofia de la granulosa, red capilar bien manifiesta y neta formación o diferenciación en la pellucida de la zona radiata externa y vera.

En la fase de ovocitos en maduración muy avanzada o total se aprecia una ligera atrofia de la granulosa y un mayor grosor de la radiata externa,

que va disminuyendo gradualmente hasta su desaparición una vez acontecida la maduración total.

Producido el desove quedan componentes residuales de las membranas secundarias, que son los denominados folículos post-ovulatorios vacíos (Goldberg, 1977; Hunter y Goldberg, 1980; Christiansen y Cousseau, 1985; Macchi y Christiansen, 1992). En función del tiempo y hasta su involución, en estas formaciones acontecen modificaciones morfológicas tipificables que posibilitan clasificar diferentes fases de su regresión. Estas son importantes estructuras que permiten determinar a través de su diversidad, sincronismos o no de postura y estudiar a través de su incidencia muestral la frecuencia reproductiva de las especies.

1. 1. 3. Los ovarios después de la puesta; fenómenos atrésicos y necrobióticos.

El besugo es una especie de desove múltiple o fraccionado. Los componentes que brindan testimonio de esta modalidad en la dinámica ovocitaria son estructuras morfológicas derivadas de la granulosa.

Producida la ovulación, quedan como remanente los folículos post-ovulatorios vacíos ya mencionados. En los mismos acontecen fenómenos secuenciales regresivos que en forma experimental fueron demostrados por Hunter y Goldberg (1980) en *Engraulis mordax*. El lapso en que este suceso acontece en *Pagrus pagrus* no se ha determinado aunque se supone breve. Si bien no ha sido posible describir las secuencias temporales, en el medio natural, se han establecido las tipificaciones sucesivas que acontecen desde las post-ovulaciones recientes hasta las últimas etapas de su desaparición. Hemos considerado tres fases en las transiciones regresivas post-ovulatorias de estos componentes (Figura 10).

Fase 1: Formación epitelial plegada. La granulosa conserva su estructuración epitelial. Las células que lo componen se presentan normales, límites celulares bien definidos y el conjunto reviste una luz neta fuertemente plegada (Figura 10a).

Fase 2: Aparentemente acontece un fenómeno de multiplicación celular (hiperplasia) que le da al folículo un aspecto parenquimatoso cordonado. El lumen queda reducido a una luz serpenteante entre los componentes epiteliales (Figura 10, b y c).

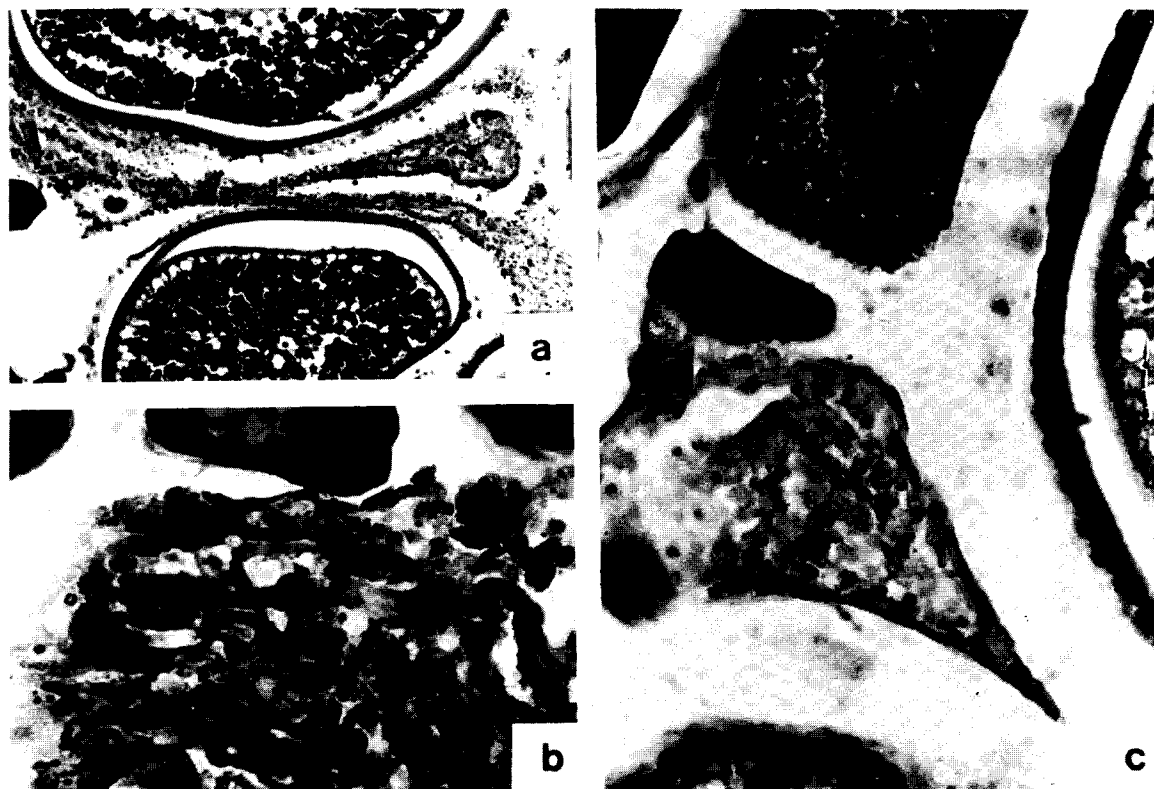


FIGURA 11: Imágenes correspondientes a etapas involutivas finales de los folículos post-ovulatorios. En las mismas se acentúan las imágenes de pynosis y cariorexix que llevan a la estructura a su desintegración. a.: 10 x; b. y c.: 40 x.

FIGURE 11: Ending involutive images of empty postovulatory follicles with pynosis and cariorexix images as evidence of close desintegration state. a.: 10 x; b. and c.: 40 x.

Fase 3: Formas parenquimatosas con núcleos picnóticos y en cariorexix, citoplasmas grumosos con aparente degeneración coloidal (Figura 10d).

Los procesos desintegrativos finales pueden observarse en la Figura 11 (a, b y c). En la misma se aprecia la desaparición total del aspecto epitelioide, quedando finalmente una formación residual con imágenes necrobióticas de los componentes celulares. Con la desaparición total del aspecto cordonado queda finalmente una formación residual amorfa con escasos componentes celulares visibles.

1. 1. 4. Ovocitos atrésicos

Por causas no bien establecidas, los ovocitos en el curso de su crecimiento pueden experimentar

anomalías que los llevan a la muerte celular. Se observan entonces secuencias citolíticas que presentan características propias según el grado de maduración alcanzado.

Las mayores transformaciones citolíticas son visualizables en las células ovocitarias maduras residuales y acontecen como procesos normales principalmente en las etapas de post-ovulación. En éstas los cambios se dan a nivel de citoplasma en las vacuolas y gránulos vitelinos (Figura 12). En el núcleo suelen observarse imágenes de homogeneización del enquilema (cariolisis) (Figura 12, a y b). Los nucleolos manifiestan heterogeneidad en el tamaño, con formaciones hipertrofiadas e hidrópicas. En las etapas finales la cariolisis se acentúa con fuerte imagen de retracción en las estructuras ovocitarias quedando finalmente como componentes

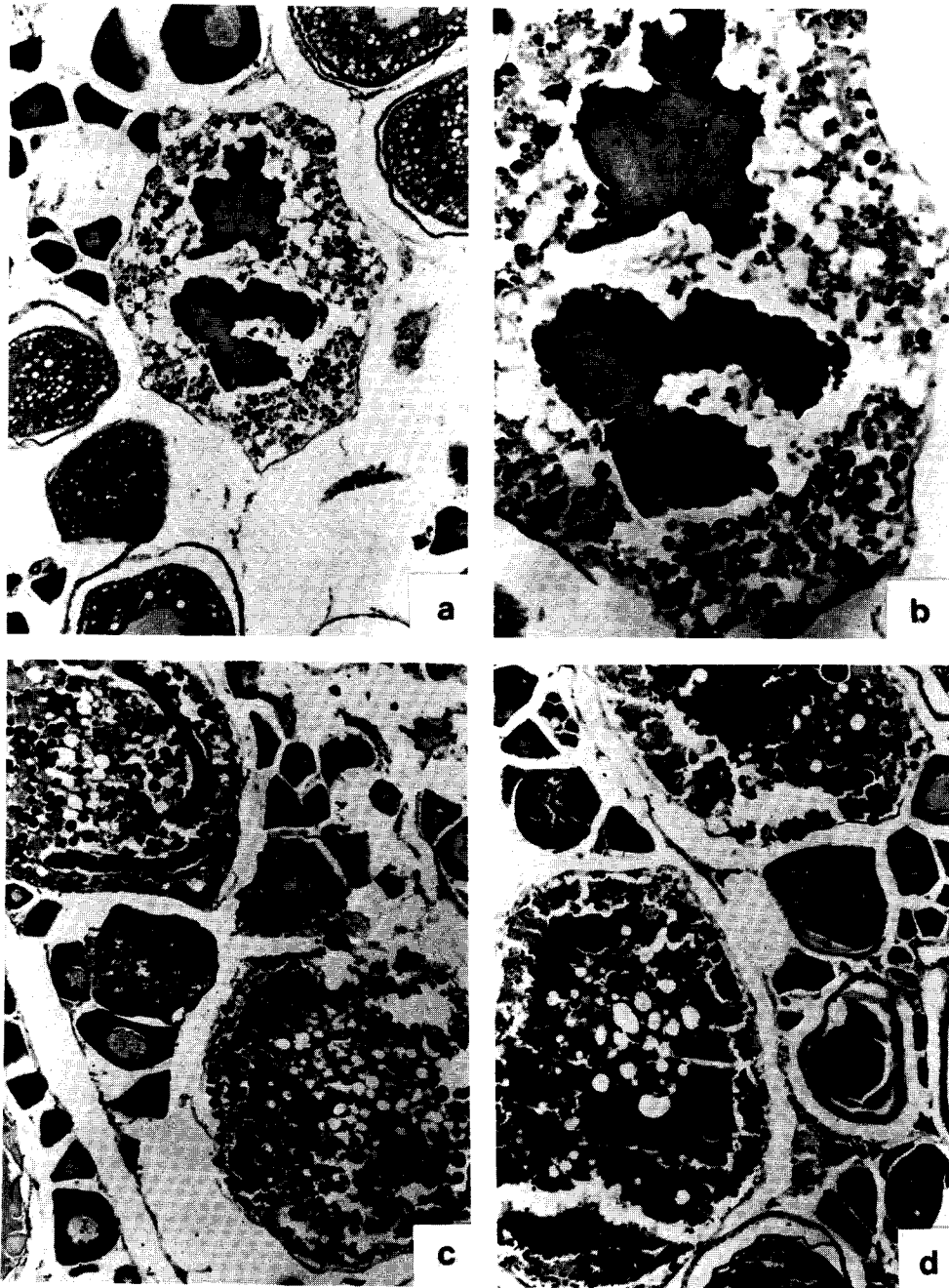


FIGURA 12: Imágenes de ovocitos residuales correspondientes a ejemplares en pospuesta. Se observan diferentes estados citolíticos. a. y b: Severas alteraciones a nivel de núcleo y citoplasma con avanzada kariolisis y reacción citolítica muy evidente, en ovocitos en maduración avanzada. 10 x y 20 x. c y d: Se observan fenómenos de fragmentación de la pellúcida e imágenes de licuefacción ovocitaria, en ovocitos vitelogénicos. 10 x.

FIGURE 12: Residual oocytes corresponding to spent ovaries, with cytolytic images. a and b: Strong alterations of nuclear and cytoplasmic level with images of advanced karyolysis and cytological reaction in maturing oocytes. c and d: Fragmentation phenomena of the pellucida and liquefaction of vitellogenic oocytes. 10 x.

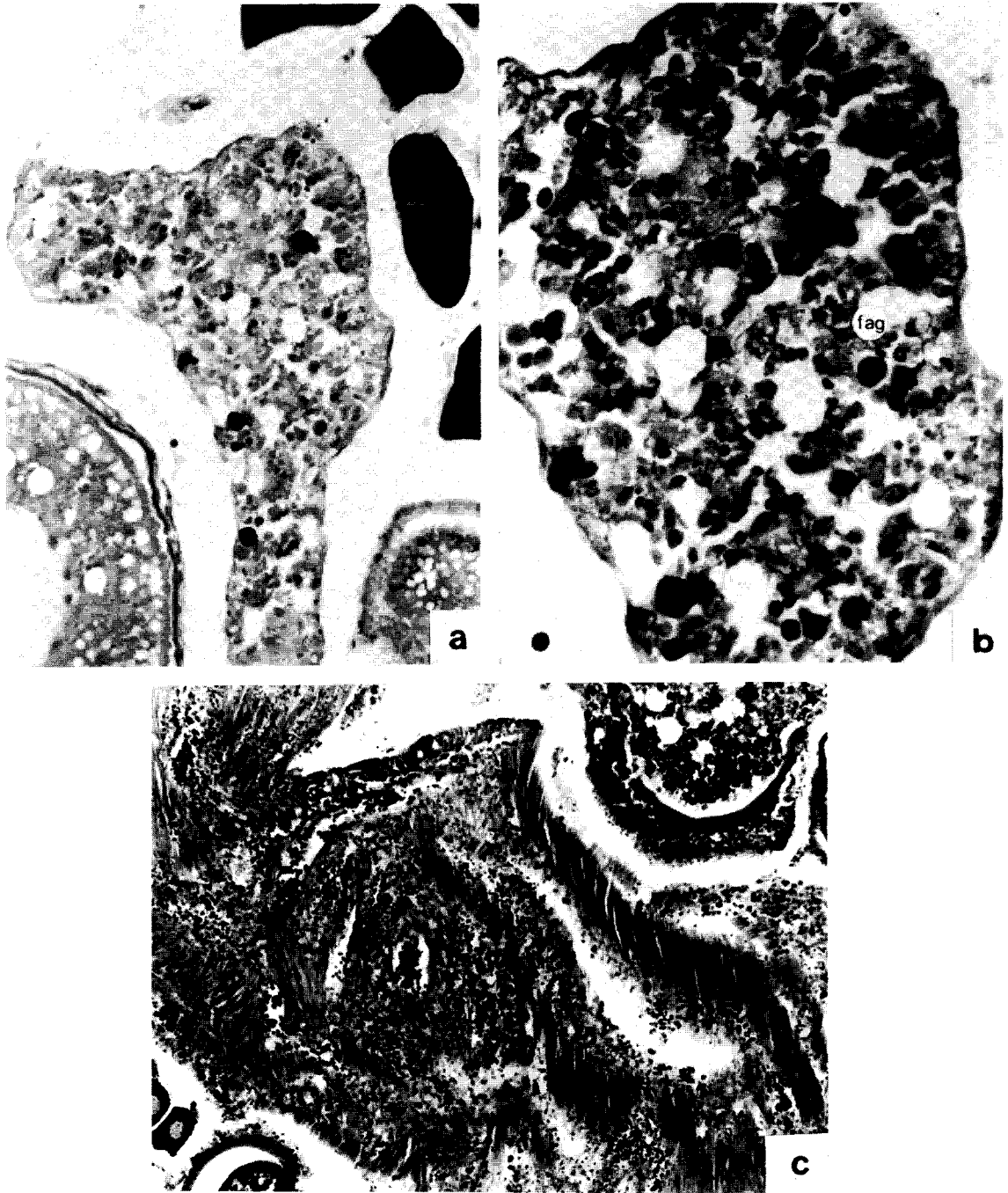


FIGURA 13: Reacciones fagocitarias y de movilización retículo - histiocitaria y linfática en ovarios en post puesta. a y b: Se puede apreciar la invasión por parte de componentes fagocitarios (fag) de ovocitos maduros residuales. 10 x y 20 x. c: Intensa infiltración linfática y reacción histiocitaria en formación trabecular. 10 x.

FIGURE 13: Phagocytic reaction and hystocytic movilization of spent ovaries. a and b: Residual mature ovocytes with phagocytic images. c: Infiltrative lymphatic image and hystocytic reaction in trabecular structure.

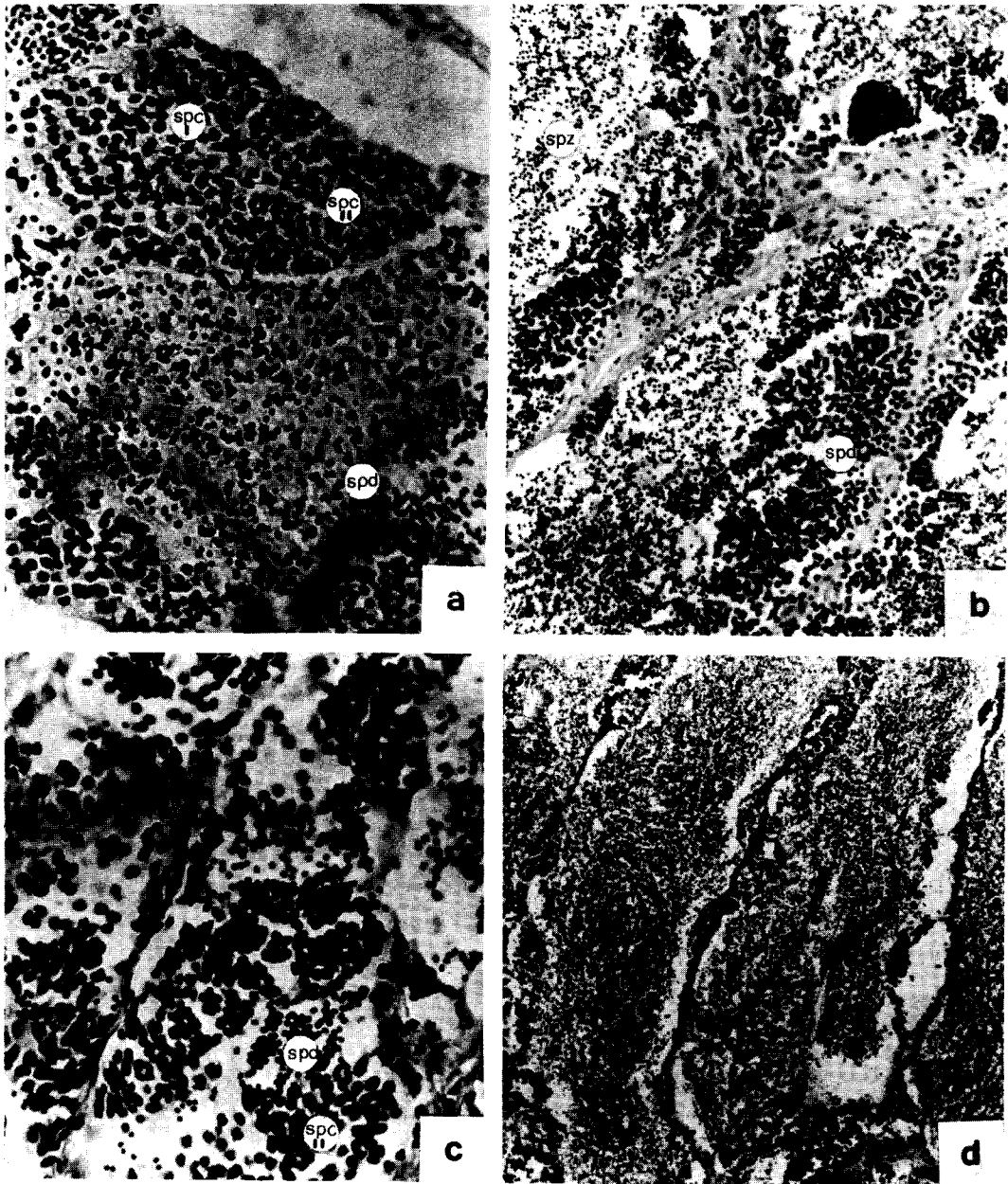


FIGURA 14: Parénquima testicular constituido por formaciones septales que delimitan alvéolos en los que se aprecian diferentes aspectos del epitelio seminal. a: Formaciones isogénicas constituidas por espermatocitos I (spc I) y II (spc II) y diferenciación de espermátidas (spd). 40 x. b: Proceso de espermiogénesis con visualización de espermátidas (spd) y espermatozoides (spz) de testículo en evacuación. 25 x. c: Fotomicrografía a mayor detalle de los componentes constitutivos del epitelio seminal. 40 x. d: Alvéolos atiborrados de espermatozoides correspondientes a estado de maduración total. 10 x.

FIGURE 14: Testicular tissue formed by septal structures and alveoli, showing some aspects of seminal epithelium. a: Isogenic formations composed by spermatocytes I (spc I) and II (spc II) and in way of spermatids differentiation (spd). 40 x. b: Spermiogenic process showing spermatids (spd) and spermatozoa of spending testicles. 25 x. c: Detail at higher magnification of seminal epithelium constitution. 40 x. d: Alveoli plenty of spermatozoa corresponding of total maturation state. 10 x.

vestigiales. Los gránulos vitelinos se presentan agrupados irregularmente con imágenes de hinchazón y licuefacción iniciales, hasta que se suceden formaciones de plasmación y desaparición finales (Figura 12, c y d).

La pellucida en los comienzos de los procesos "anormales" presenta inicialmente irregularidades en su espesor, con posterior formación de escotaduras y fenestras, dando finalmente estructuras groseramente fragmentadas que se suceden hasta su desintegración total.

Las células de la granulosa al acompañar los procesos de lisis en general se presentan manifestando reacciones hipertróficas y movilización celular, con la invasión de la estructura ovocitaria (Figura 13, a y b), comportándose como elementos amiboides y macrofágicos.

En estas circunstancias se producen fenómenos reaccionales que por la actividad fagocitaria producen la desaparición de los componentes ovocitarios preexistentes.

Una de las manifestaciones celulares que acompañan el post-desove es un singular proceso de infiltración y proliferación linfática. Este se presenta en ocasiones como formaciones laxas o bien densas, no observándose imágenes nodulares. Su presencia se registra tanto a nivel del parénquima de las crestas ováricas como en el seno de trabéculas y túnica. Su conspicua presencia hace suponer que se trata de formaciones que podrían tener importancia en el orden linfopoyético (Figura 13c).

2. Gonadas masculinas.

Sobre los aspectos reproductivos de los peces, en el orden biológico pesquero, por lo general se acentúa el estudio sobre las hembras, dado que este sexo brinda mayor información sobre los picos de puesta y sus relaciones con los muestreos de huevos y larvas en el plancton. Esta es la razón por la cual no se ha realizado un estudio mayor sobre el ciclo testicular.

En la época reproductiva, particulares procesos en la conducta madurativa de la serie germinal de los testículos, producen un estado proliferativo, de crecimiento y maduración, en largos períodos de tiempo. Debido a este comportamiento gonadal, los

machos presentan un estado estacionario con expulsión continuada de las gametas con su constante reemplazo por la actividad proliferativa del epitelio seminal. En vinculación con este proceso, los machos ingresan y permanecen en el área de puesta en períodos de tiempo tales que preceden al período de freza y permanecen con posterioridad en la región, una vez finalizada la misma. En el presente trabajo se consideran entonces solamente algunos estados puntuales diagnósticos de la maduración, visualizada en la trama del epitelio seminal.

Anatómicamente, las gonadas de los machos, al igual que las de las hembras, presentan una delgada túnica fibrocelular. El parénquima testicular se encuentra estructurado sobre la base de formaciones alveolares (Figura 14, a, b, c y d). Estas tienen un septo conjuntivo de sostén y adventicial a formaciones capilares. Cada alvéolo presenta un epitelio seminal en cuyo seno se dan sucesivas divisiones celulares y diferenciaciones que pasando por espermatogonias, espermatoцитos I y II (Figura 14a), presentan en su mayor diferenciación y maduración espermátidas y espermatozoides (Figura 14, b y c).

En las etapas del proceso de la maduración total, los alvéolos presentan un epitelio bajo, células de núcleo pulverulento. La ulterior división de estas células da lugar a la formación de conjuntos isogénicos de la serie espermática y el seno de los alvéolos se encuentra atiborrado de espermatozoides libres (Figura 14d).

Ciclo reproductivo

El ciclo reproductivo se ha determinado por dos vías: el seguimiento de las frecuencias relativas quincenales de los estadios de madurez gonadal a nivel macroscópico y el análisis de los índices gonadales, agrupados también quincenalmente. El período de observaciones comprende desde octubre de 1980 hasta enero de 1982.

Escala macroscópica de estadios de madurez gonadal

Para la determinación de los estadios de madurez gonadal de ambos sexos se siguió inicialmente

una escala empírica de seis grados, que son los siguientes:

- I y II estadios juveniles
- III madurez incipiente
- IV madurez avanzada
- V puesta

VI pospuesta (Cotrina y Cousseau, 1977)

Posteriormente el estadio de pospuesta ó VI comprendió solamente la pospuesta reciente y se agregó un estadio más, VII ó de reposo gonadal que hasta ese momento se incluía en el VI. Además se consideró un estadio intermedio, VII/III, que corresponde a reposo, pero con indicios de incipiente maduración.

Las gonadas tienen en cada estadio las siguientes características.

Hembras

Estadio I. El sexo en este estadio es difícilmente discernible por el examen macroscópico, gonadas alargadas y muy delgadas, translúcidas, de color rosado muy pálido.

Estadio II. Ovarios turgentes, transparentes, de sección circular, el ancho 1/4 del largo, los ovocitos no son apreciables a simple vista.

Estadio III. Gonadas ensanchadas, ovocitos visibles a través de la túnica, color amarillo pálido.

Estadio IV. Ovarios agrandados notablemente, circulares en sección transversal, la longitud es mayor que la mitad de la cavidad abdominal, color amarillo intenso a naranja, vascularización evidente. Ovocitos netamente visibles a través de la túnica.

Estadio V. Ovarios ocupan gran parte de la cavidad, color amarillo. La túnica deja ver por transparencia ovocitos grandes, translúcidos, que se desprenden de los folículos o están sueltos en la luz del ovario, pueden extraerse por simple presión externa.

Estadio VI. Ovarios de apariencia similar al III pero hay remanentes de ovocitos transparentes, el carácter diagnóstico está dado por la longitud de las gonadas (aproximadamente 3/4 de la cavidad) y la gran flaccidez que presenta. Generalmente tiene aspecto hemorrágico.

Estadio VII. Ovarios flácidos, longitud menor de la mitad de la cavidad general, túnica engrosada, lumen amplio y escaso parénquima ovárico.

El estadio de desove parcial (V/III) no fue diferenciado macroscópicamente en las primeras observaciones. Los ovarios son similares a los de un estadio IV pero con pequeños focos hemorrágicos. Se diferencian básicamente por los espacios vacíos del parénquima ovárico, debidos a la expulsión parcial de los ovocitos.

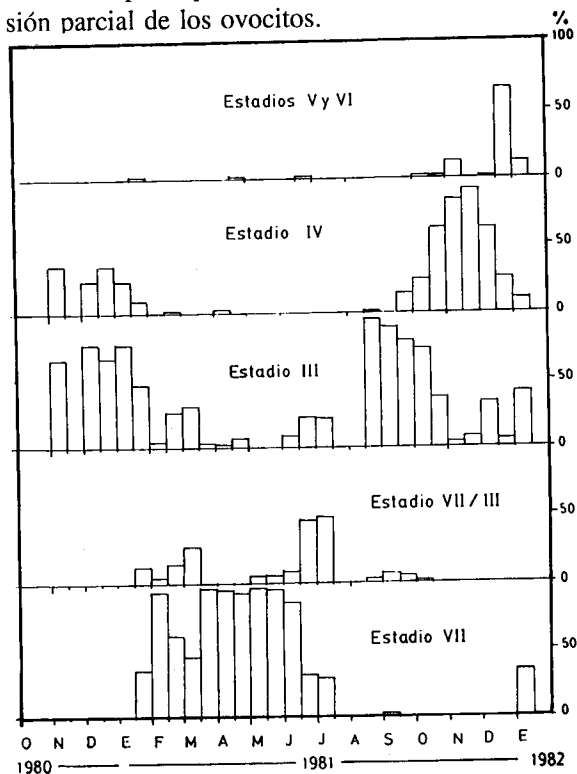


FIGURA 15: Porcentajes de frecuencia de estadios de madurez gonadal en hembras adultas, agrupaciones quincenales.
FIGURE 15: Percentages of frequency of sexual maturity stages of adult females, biweekly groups.

Machos

Estadio I. Los testículos presentan forma de cinta, son de color blanco, opacos y de sección laminar.
Estadio II. Los testículos se ensanchan y toman forma triangular, son blancos y compactos.

Estadio III. Testículos con lobulaciones, consistencia firme, 2/3 de la longitud de la cavidad general, color blanco rosado, opacos.

Estadio IV. Testículos turgentes muy lobulados, ocupan más de los 3/4 de la cavidad general, comúnmente se observa vascularización. En la zona

central vestigios de esperma.

Estadio V. Testículos que presentan tanto en la zona marginal como en la central abundante esperma, que fluye fácilmente bajo ligera presión.

Estadio VI. Testículos membranosos, con restos de esperma, color blanco lechoso.

Estadio VII. Testículos compactos, con borde marginal rosado.

Variaciones de la frecuencia de estadios

En la Tabla 1 se dan los valores porcentuales de frecuencia de cada estadio por sexo y por mes. En la Figura 15 se han agrupado, quincenalmente las frecuencias de los estadios de madurez para hembras, excluyendo los estadios juveniles (I y II). Se presentan acumuladas las frecuencias de los estadios de puesta y pospuesta (V y VI) debido al escaso número de observaciones.

Al analizar el gráfico desde abajo hacia arriba se puede señalar que: - a fines de enero de 1981 se encuentra un escaso número de ejemplares en reposo (VII) aumentando bruscamente en febrero; el porcentaje se mantiene alto hasta junio; - en junio comienza la maduración incipiente (estadios VII/III y III) que muestra su máxima frecuencia a fines de agosto; - en septiembre empieza a disminuir el estadio III y comienzan a aparecer los ejemplares en maduración avanzada (estadio IV), frecuencia que aumenta progresivamente hasta fines de noviembre; - es de noviembre a enero que se observan los únicos datos de puesta y pospuesta reciente. El período de puesta parecería muy breve, las primeras observaciones corresponden al mes de noviembre, las mayores son las de la última quincena del año y bajan sustancialmente en enero.

Tomando en cuenta las consideraciones del análisis microscópico sobre el estadio de desove parcial, no visualizado en las primeras determinaciones macroscópicas, y los cambios descritos en los porcentajes de los otros estadios, puede decirse que durante el ciclo gonadal se marcan dos hechos: - los adultos al comienzo de la maduración (VII/III) marcan el inicio de un nuevo ciclo anual; - dentro del mismo período de desove se marca un ciclo de recuperación que se repite *n* veces a través

del estadio V/III

Esquemáticamente puede indicarse como sigue.

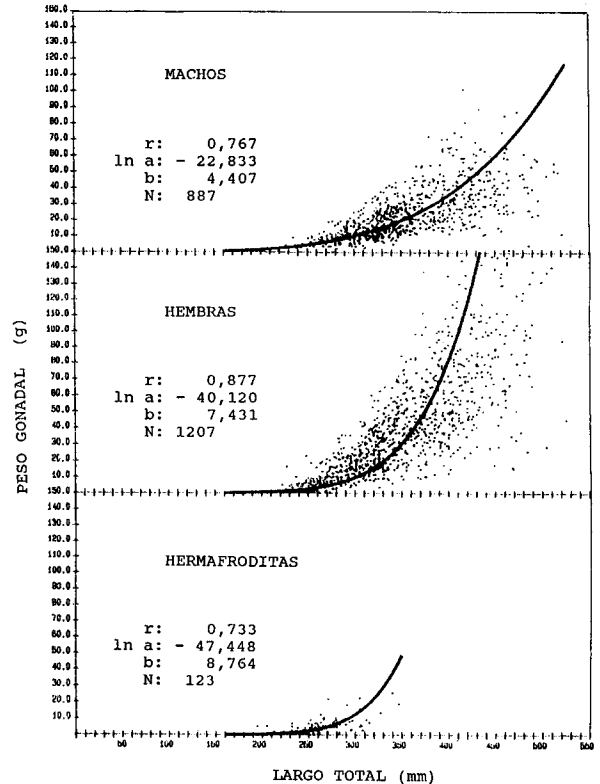
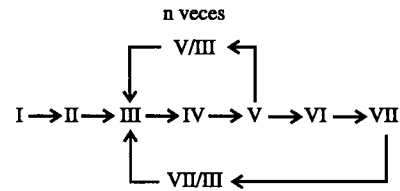


FIGURA 16: Peso gonadal en función del largo total por sexos. Período octubre- diciembre de 1981.

FIGURE 16: Gonadal weight as function of total length in males and females. October - December 1981.

Correlaciones del peso gonadal con la talla y con el peso total

En la Figura 16 se han graficado los valores individuales del peso gonadal en función del largo total de machos, hembras y hermafroditas y la relación de ellos a través de una regresión funcio-

TABLA 1. Proporción de sexos y porcentajes de frecuencia de estadios de madurez gonadal para cada sexo, por mes.
 TABLE 1. Sex proportion and percentage of frequency of gonadal maturity, by month.

Año Mes	Porcentaje de sexos			Porcentaje de estadios de madurez gonadal																				
	N	Mach	Hemb Herm Ind	Machos						Hembras														
				N	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	III	N	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	III	
1980 Noviembre	201	40,3	51,7	8,0	—	—	4,9	84,0	4,9	—	—	3,7	2,5	104	5,6	6,7	57,7	29,5	—	—	—	—	—	—
Diciembre	615	30,4	55,3	14,3	—	187	—	5,4	85,0	5,4	—	0,5	1,6	340	12,9	4,4	66,8	15,3	—	—	—	—	—	—
1981 Enero	536	32,5	51,1	15,1	1,3	174	1,7	16,7	45,4	—	—	23,0	13,2	274	8,0	13,5	43,8	10,9	—	—	0,4	—	—	—
Febrero	478	31,4	61,5	6,5	0,4	150	2,7	20,7	5,3	—	—	65,3	5,3	293	8,5	29,3	8,2	0,7	—	—	—	—	—	—
Marzo	239	35,5	57,3	5,9	1,3	85	5,9	32,9	2,4	—	—	58,8	—	137	5,8	14,6	10,2	—	—	—	—	—	—	—
Abril	385	22,5	56,5	2,4	18,6	64	4,7	42,2	—	—	—	53,1	—	161	8,1	60,9	0,6	0,6	—	—	—	—	—	—
Mayo	784	52,5	42,5	3,9	1,0	412	0,2	7,6	0,2	—	—	89,8	2,2	333	1,5	27,9	0,3	—	—	—	—	—	—	—
Junio	591	43,5	48,4	6,8	1,3	257	0,4	5,1	3,9	—	—	66,5	24,1	286	1,7	16,4	9,8	—	—	—	—	—	—	—
Julio	216	37,0	47,2	15,8	—	80	—	1,2	43,8	—	—	22,5	32,5	102	1,0	15,7	18,6	—	—	—	—	—	—	—
Agosto	212	43,9	50,5	5,6	—	93	—	—	73,1	1,1	—	2,2	23,6	106	—	8,5	87,7	1,9	—	—	—	—	—	—
Setiembre	731	26,8	63,1	9,0	1,1	196	1,0	5,1	80,1	9,2	7,1	0,5	4,1	461	12,8	17,8	58,1	5,4	—	—	—	—	—	—
Octubre	785	39,4	55,8	2,0	2,8	309	—	1,3	91,3	7,1	—	1,3	—	438	3,0	9,8	68,0	19,0	—	—	0,2	—	—	—
Noviembre	832	34,5	57,6	7,3	0,6	287	—	0,4	29,6	70,0	—	—	—	479	8,6	13,8	4,2	67,6	5,8	—	—	—	—	—
Diciembre	560	39,6	49,5	9,1	1,8	222	—	0,9	55,8	42,9	0,5	—	—	277	3,6	9,0	22,4	45,9	18,0	1,1	—	—	—	—
1982 Enero	155	28,4	58,7	12,9	—	44	—	—	28,5	—	—	6,8	22,7	91	1,1	28,6	36,2	5,5	4,4	3,3	3,3	—	—	—

nal de tipo potencial. Los datos corresponden al período octubre - diciembre de 1981 es decir, en época de maduración y puesta. En todos los casos hay gran dispersión de los valores, siendo ésta más acentuada en tallas mayores (40-50 cm).

De la observación del gráfico podemos señalar que: - los pesos gonadales en hembras son mayores que en machos; - los hermafroditas sólo están representados en tallas menores hasta los 35 cm de largo total y la relación es similar a la de las hembras de las mismas tallas.

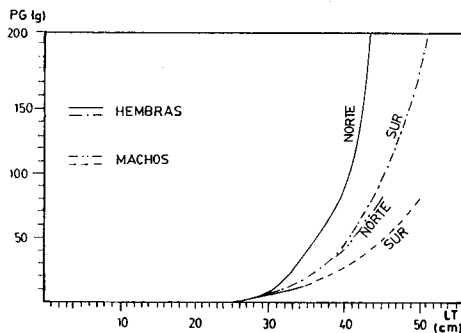


FIGURA 17: Peso gonadal en función del largo total. Regresión potencial, funcional, por sexos y por región geográfica para el mes de octubre de 1981.

FIGURE 17: Gonadal weight as function of total length. Functional potential regression in both sexes in relation with geographical region. October 1981.

Con el fin de comparar los valores regionalmente, en la Figura 17 se representan las curvas correspondientes a machos y hembras solamente, para las zonas sur y norte, en un mismo mes (octubre). De la observación de la figura se desprende lo siguiente: - las curvas muestran para las dos regiones las mismas diferencias entre sexos; - para un mismo valor de talla, tanto en machos como en hembras, el peso gonadal es mayor en los efectivos del norte que en los del sur.

Por otra parte, se ha ajustado linealmente la relación entre el peso gonadal y el peso total, para machos y para hembras en muestras quincenales, con datos provenientes del norte (Figura 18). El grupo de rectas de cada sexo tiene un solo valor de ordenada al origen (por lo menos en machos) y las pendientes van creciendo desde octubre hasta fin de noviembre. Para la primera quincena de diciembre,

la pendiente disminuye; los pesos totales (valor máximo observado: 2100 g) indican que son ejemplares de talla grande. En la segunda quincena en cambio, la pendiente aumenta, pero los valores de peso total (peso máximo observado: 850 g) indican que son las tallas menores las que están involucradas en esta muestra. Se puede interpretar que habría un desfase en el momento de la puesta de acuerdo a las tallas; los ejemplares de mayor tamaño completarían su ciclo reproductivo antes que los más pequeños. Este fenómeno se ha observado también en merluza (Christiansen y Cousseau, 1971) y en anchoita (Brodsky y Cousseau, 1979).

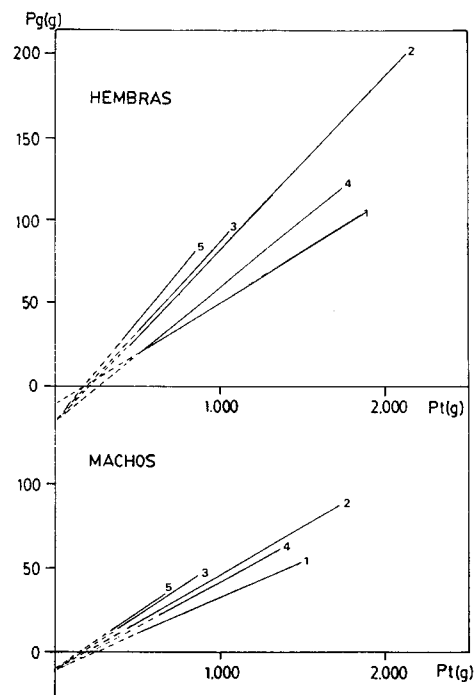


FIGURA 18: Peso gonadal en función del peso total. Regresiones funcionales. 1: segunda quincena de octubre; 2 y 3: noviembre; 4 y 5: diciembre.

FIGURE 18: Gonadal weight as a function of total weight, Functional regressions. 1: second half October; 2 and 3: November; 4 and 5: December.

Índices gonadales

Los índices gonadales expresan el porcentaje en peso de la gonada respecto al peso total del ejemplar. La relación de los índices gonadales

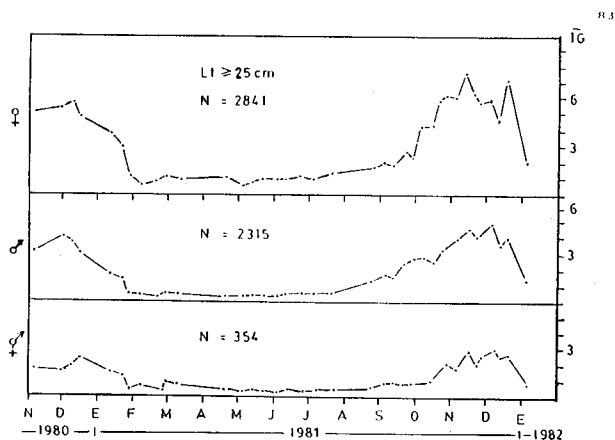


FIGURA 19: Índices gonadales promedio por sexo, en función del tiempo.

FIGURE 19: Mean gonad index obtained by sex, in function of time.

individuales respecto al largo total fue calculada ajustando los valores a una expresión de tipo potencial, por medio de regresiones predictiva y funcional. Para el mes de octubre se calculó independientemente para los estadios III y IV, en cambio para el mes de noviembre, diciembre y enero se tomó en cuenta solamente el IV por ser el mejor representado. Se graficaron estas curvas y se volcaron los valores individuales, en todos los casos el coeficiente de correlación fue muy bajo. Las mejores correlaciones se dieron para hembras en el siguiente orden: enero 0,87, diciembre 0,77, noviembre 0,63. En el caso de los machos el mejor valor fue de 0,47 para el estadio IV en noviembre.

Los índices individuales en función de las tallas muestran una dispersión muy grande, poniendo de manifiesto baja correlación con respecto al largo total. Lo mismo ocurre en otras especies, como

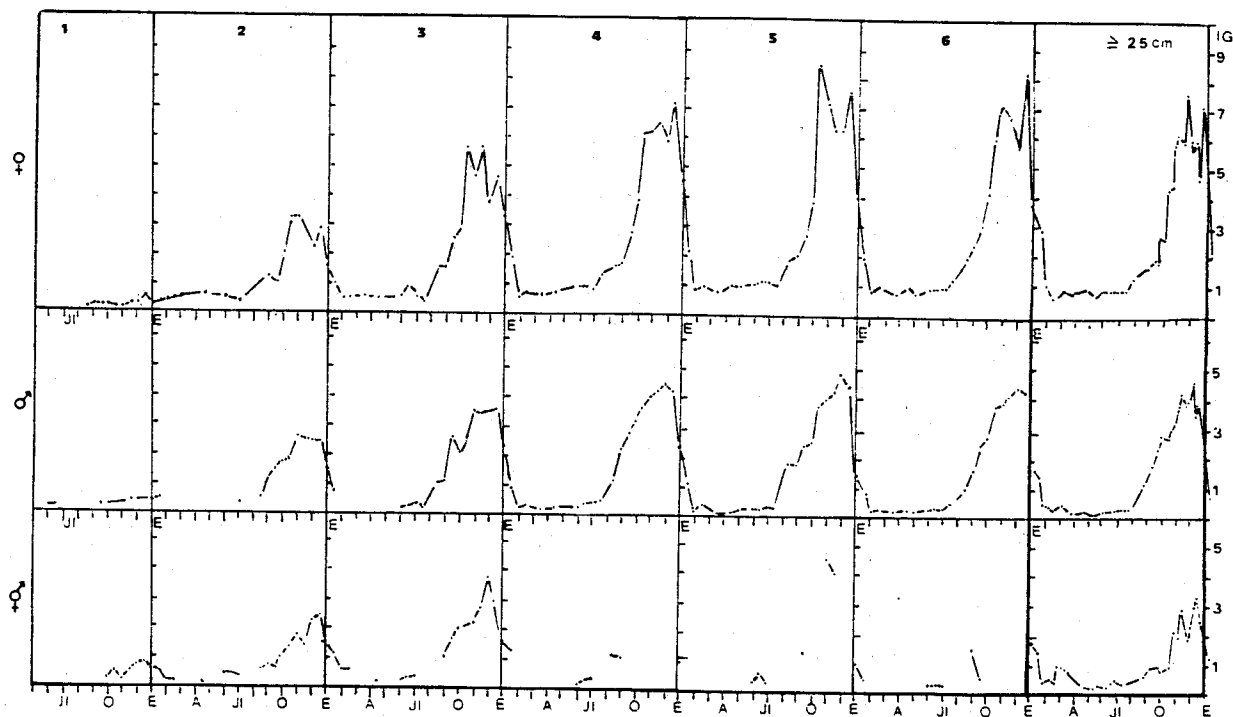


FIGURA 20: Índices gonadales promedio por sexo y por edad, en función del tiempo. Muestras del año 1981.

FIGURE 20: Mean gonad index obtained by sex and age, in function of time, 1981.

merluza (Christiansen y Cousseau, 1971) y anchoíta (Brodsky y Cousseau, 1979). En todos los casos, la mayor dispersión se observa en la época de maduración gonadal, antes y durante la puesta.

En la Figura 19 se grafican los valores promedio por muestra para el período noviembre 1980 - enero 1982, para cada sexo y para tallas mayores de 25 cm, es decir que involucra a todas las edades presentes mayores de 2 años. Se observa que los IG presentan tendencias similares para todos los sexos (machos, hembras y hermafroditas). Los valores más bajos corresponden al período febrero a agosto, a partir de septiembre aumentan progresivamente hasta diciembre. En este mes se producen algunos altibajos que pueden deberse a puestas parciales o bien a que la actividad reproductiva hacia el final del período esté a cargo de las tallas menores solamente. Desde diciembre a enero hay un descenso pronunciado del IG como indicio de la finalización de la puesta.

En la Figura 20 se definen las tendencias generales del índice gonadal en un ciclo anual, para cada edad. El análisis de este gráfico en función de la edad permite deducir que:

- los índices gonadales promedio aumentan con la edad, presentando sus máximos valores en la edad de 5 años, declinando luego. Esta tendencia muestra claramente el aporte de cada clase de edad en el potencial reproductivo de la especie;
- los IG a la edad 1 son inferiores a uno y similares en valor para todos los sexos;
- para cada edad los valores de IG son mayores para hembras que para machos;
- para los hermafroditas los valores son similares a los machos y se manifiestan con buena representación en las edades 2 y 3.

A lo largo del año se observa que:

- en la edad 2, desde enero a junio, el sexo mejor representado es el femenino, con índices inferiores a 1;
- de agosto a diciembre se incrementan los IG en todos los sexos y edades mayores de 1, con lo cual se demuestra nuevamente lo ya expresado con respecto a las épocas de reposo y freza.

Talla de primera madurez

La talla de primera madurez o talla 50 % se define como la talla a la cual el 50 % de los ejemplares ha madurado. Para calcularlo se grafican los porcentajes de individuos de todas las tallas con estadios superiores a III por clase de talla. Esta gráfica es del tipo sigmoide, variando entre 0 y 100 %. Por la particular modalidad que presenta esta especie en la determinación del sexo, se agruparon los ejemplares machos con los hermafroditas por un lado y los juveniles indiferenciados con las hembras, y se consideraron sólo los datos correspondientes a los meses cercanos a la puesta (octubre-enero). En la Tabla 2 se indica el número de muestras y meses involucrados en cada temporada, así como el rango de tallas empleado en la regresión, las frecuencias en ese rango y el número total de ejemplares. Contiene además el largo de primera madurez, sus límites, los valores de la pendiente y ordenada al origen y el coeficiente de correlación. Estos resultados se utilizaron para comparaciones entre sexos para cada temporada, y entre temporadas para cada sexo y total.

En la Tabla 3 se ven para cada caso los grados de libertad y el valor de comparación obtenido y el grado de significación para los niveles $\alpha = 0,05$ y $\alpha = 0,01$ de la distribución t de "Student". Las comparaciones realizadas indican que los valores para machos son mayores que para hembras en las temporadas de pesca 1976/77, 1978 y 1980/81 mientras que en las de 1975/76 y 1981/82 no hay diferencias significativas entre sexos. Al comparar entre temporadas los valores correspondientes a las hembras, se encuentra que hay diferencias significativas en los cuatro casos que involucran comparaciones de la temporada 1978 y de la de 1980/81 respecto de las restantes. En los machos en cambio, se presentan diferencias entre casi todas las temporadas. Al comparar el total de individuos (ambos sexos reunidos) observamos que no hay diferencias entre las temporadas 1975/76 y 1976/77, entre 1976/77 y 1981/82 y entre 1975/76 y 1981/82, pero sí entre las temporadas 1978 y 1980/81 y las otras tres temporadas. Los valores en estas últimas son mayores.

TABLA 2. Tallas de primera madurez e intervalos de confianza del 95% estimados para distintas temporadas, por sexo y para el total. Regresiones obtenidas según el método de Hernández y Cordo, 1986.

Referencias: β : pendiente S^2_{β} : varianza de error; α : ordenada al origen r : factor de correlación.

TABLE 2. First maturity length classes and 95 % confidence interval estimated at different seasons, by sex and total. Regressions calculated after Hernández and Cordo, 1986.

Referencias: β : slope S^2_{β} : variance; α : Y intercept r : correlation factor.

Temporada		1	2	3	4	5	5'
Años		1975-76	1976-77	1978	1980-81	1981-82	1981-82
Meses		O-N-E	N-D-E	O-N	N-D-E	N-D-E	O-N-D-E
Número de muestras		3	4	5	7	8	14
Machos + Hermafr.	Int. clase	210-280	220-279	230-290	220-320	200-270	200-280
	N / clase	58	78	88	379	167	255
	N total	183	157	195	627	689	1006
	β	0,649	0,636	0,721	0,967	0,772	0,794
	α	205	211,1	223,2	220,5	188,2	191,7
	S^2_{β}	252	158,4	109,4	56,21	147,5	121,2
	r	0,800	0,846	0,896	0,975	0,888	0,926
	Lt. 1a. mad.	237,6	242,9	259,3	268,8	227,5	231,4
	Lím. inf.	222,6	229,6	249,1	263,7	216,3	222,2
	Lím. sup.	252,3	256,1	269,5	273,9	238,7	240,6
Hembras + Indif.	Int. clase	210-270	210-240	210-280	220-310	180-280	180-280
	N/clase	54	60	100	318	329	494
	N total	179	314	210	748	860	1328
	β	0,824	0,302	0,692	0,889	0,753	0,771
	α	190,5	209,4	204,6	203,2	196,6	197,7
	S^2_{β}	103,7	25,22	76,58	147,4	166,0	152,4
	r	0,902	0,948	0,940	0,925	0,929	0,935
	Lt. 1a. mad.	231,7	224,6	239,2	247,6	234,3	236,2
	Lím. inf.	220,8	213,8	231,4	237,1	225,4	227,6
	Lím. sup.	242,6	235,4	247,0	258,2	243,2	244,8
Total	β	0,798	0,649	0,804	1,039	0,803	0,796
	α	194,9	200,0	207,8	206,5	192,8	195,1
	S^2_{β}	124,5	48,95	36,02	38,00	111,5	117,1
	r	0,906	0,955	0,978	0,984	0,953	0,950
	Lt. 1a. mad.	234,8	232,5	248,2	258,4	233,0	234,9
	Lím. inf.	224,1	225,2	243,5	253,9	225,7	227,4
	Lím. sup.	245,6	239,8	253,0	262,9	240,2	242,3

TABLA 3. Análisis de comparación de los largos de primera madurez, entre sexos para cada temporada y entre temporadas para cada sexo y total.

TABLE 3. Comparative analysis of the first maturity length classes, between sexes in each season and between seasons for each sex and total.

Temporada		μ	Valor de comparación			
1975 - 1976	Machos	11	0,75 ns			
1976 - 1977	vs	6	2,46 *			
1978	Hembras	11	3,35 **			
1980 - 1981		17	4,39 **			
1981 - 1982		16	0,86 ns			

			Machos		Hembras		Total	
Temporadas			μ	Valor de comparación	μ	Valor de comparación	μ	Valor de comparación
1975-76	vs	76-77	10	0,52 ns	7	1,21 ns	11	0,43 ns
1976-77	vs	1978	10	2,01 ns	8	2,95 *	12	3,70 **
1978	vs	80-81	14	2,31 *	14	1,48 ns	16	3,55 **
1980-81	vs	81-82	15	8,89 **	17	2,19 *	18	6,66 **
1978	vs	81-82	11	4,62 **	15	0,91 ns	16	3,28 **
1976-77	vs	81-82	11	2,24 *	11	1,40 ns	14	0,09 ns
1975-76	vs	81-82	13	0,86 ns	14	0,42 ns	15	0,35 ns
1975-76	vs	1978	10	2,24 *	11	1,44 ns	13	2,38 *
1975-76	vs	80-81	7	4,84 **	13	2,48 *	15	5,59 **
1976-77	vs	80-81	14	5,28 **	10	3,32 *	14	7,80 **

μ grados de libertad; * nivel de significación $\alpha=0,05$; ** nivel de significación $\alpha=0,01$; ns = diferencia no significativa

TABLA 4. Porcentaje de juveniles respecto al total de individuos en cada edad, por temporada.

TABLE 4. Percentage of frequency of juveniles respect to total number of individuals in each age, by season.

Temporada	1975/76	1976/77	1978	1980/81	1981/82
Edad 1	100	100	100	100	100
Edad 2	47	45	54	64	15,8
Edad 3	0	0	33	36	0

En la Tabla 4 se expresan, para cada temporada, los porcentajes de juveniles respecto al total de individuos de cada edad que intervienen en la primera maduración. Se puede observar que tanto en 1978 como en 1980/81, en que el largo de primera madurez mostraba valores mayores, más del 30% de los ejemplares de edad 3 presentaron estadios juveniles. En todas las otras temporadas es sólo la edad 2+ la que está involucrada en este proceso, el 100 % de los ejemplares de la edad 3 ya se ha reproducido alguna vez.

TABLA 5. Talla 50% de primera madurez e intervalos de confianza del 95% estimados para el mes de octubre de 1981 en las regiones Norte y Sur.

TABLE 5. Length class at 50 % of first maturity and 95 % confidence interval estimated in October 1981 in North and South regions.

	NORTE	SUR
Intervalo de clases	240-280	240-290
N en el intervalo	137	42
N total	317	472
Pendiente	0,5598	0,5926
Ordenada al origen	217,8	232,3
Varianza de error	51,50	49,47
R	0,919	0,942
Largo 50 % de primera madurez	245,8	261,9
Límite inferior	230,7	253,8
Límite superior	260,9	270,0

Valor estadístico de comparación: 2.90 * Grados de libertad: 7.

En general se puede decir que la primera madurez se produce cuando los individuos miden

entre 21 y 32 cm y tienen dos años y medio de edad, pero en ciertas temporadas se encuentran algunos individuos de edad 3 que maduran por primera vez.

Cálculos anteriores del largo de primera madurez para la temporada 1975/76 (Cotrina, 1980) dan valores mayores, aunque muy cercanos al límite superior del presente análisis. La diferencia es debida a que se obtuvieron con distinta metodología (se incluyeron datos de todos los meses del año y los porcentajes con respecto al N total fueron pesados por las frecuencias de las clases de largo respectivas).

En la Tabla 5 se dan valores calculados para el mes de octubre de 1981 para las dos áreas de distribución; para el sur el valor es mayor, pero la edad involucrada es la 2+, como en el caso del efectivo norteño.

BIBLIOGRAFIA

- AOYAMA, T. 1955. On the hermafroditism in the yellow sea bream, *Taius tumifrons*. Japan. J. Ichthyol. 4: 119-129.
- ATZ, J. W. 1964. Intersexuality in fishes. En: Armstrong, C. N. & Marshall, A. J. (Ed.) Intersexuality in Vertebrates including Man. Academic Press, New York: 145-232.
- BRODSKY, S. R. & COUSSEAU, M. B. 1979. El ciclo reproductivo de la anchoíta de la plataforma bonaerense (Pisces, Fam. Engraulidae, *Engraulis anchoita*). Acta Zool. Lill., 35: 517-546.
- CHRISTIANSEN, H. E. & COUSSEAU, M. B. 1971. La reproducción de la merluza en el Mar Argentino (Merlucidae, *Merluccius merluccius hubbsi*). Bol. N° 20 Inst. Biol. Mar. Mar del Plata: 75 pp.
- CHRISTIANSEN, H. E. & COUSSEAU, M. B. 1985. Aportes a la determinación de la frecuencia reproductiva de la anchoíta (*Engraulis anchoita*). Physis, Sec. A, 43 (104): 7-17.
- CIECHOMSKI, J. D. & WEISS, G. 1973. Desove y desarrollo embrionario y larval del besugo, *Pagrus pagrus* (Linné) en el Mar Argentino (Pisces, Sparidae). Physis, Sec. A, 32 (85): 481-487.
- CIECHOMSKI, J. D. & M. C. CASSIA. 1974. Reproducción y fecundidad del besugo *Pagrus pagrus* (Linné) en el Mar

- Argentino (Pisces, Sparidae). *Physis*, Sec. A, 33 (87): 443-452.
- COMBS, R. M. 1969. Embriogenesis, histology and organology of the ovary of *Brevoortia patronus*. *Gulf. Res. Rep. Ocean Springs, Mississipi*, 2, 4: 333-434.
- COTRINA, C. P. 1980. Besugo. *En: Cousseau, M. B.(Ed.) Informe sobre el muestreo bioestadístico de desembarque de pescado en el Puerto de Mar del Plata. Período enero de 1975-diciembre de 1979. Cont. N° 391 INIDEP. Mar del Plata* : 34-43.
- COTRINA, C. P. 1986. Estudios biológicos sobre peces costeros con datos de dos campañas de investigación realizadas en 1981. V.El besugo (*Sparus pagrus*). *Publ. Com. Téc. Mix. Fr. Mar. 1 (1): 53-59.*
- COTRINA, C. P. & COUSSEAU, M. B. 1977. Besugo. *En: Informe del muestreo bioestadístico de desembarque de pescado en el Puerto de Mar del Plata. Período enero de 1972-diciembre de 1974. Cont. N° 330 Inst. Biol. Mar. Mar del Plata.:* 34-47.
- D'ANCONA, U. 1941. Ulteriori osservazioni e considerazioni sull'orata (*Sparus auratus* L.). *Publ. Staz. Zool. Napoli* 18: 314-336.
- D'ANCONA, U. 1945. L'ermafroditismo nel genere *Diplodus* (sin. *Sargus*, Teleostei). *Boll. Soc. Ital. Biol.* 20: 153-155.
- D'ANCONA, U. 1949 a. Il differenziamiento della gonade e l'inversione sessuale degli Sparidi. *Arch. Oceanog. Limnol. Roma* 6: 97-163.
- D'ANCONA, U. 1949 b. Ermafroditismo ed intersessualità nei Teleostei. *Proc. 13th Intern. Congr. Zool., Paris, 1948:* 144-146.
- D'ANCONA, U. 1949.c. Ermafroditismo ed intersessualità nei Teleostei. *Experientia* 5: 381-389.
- D'ANCONA, U. 1950. Détermination et différenciation du sexe chez les poissons. *Arch. Anat. Microscop. Morphol. Exptl.* 39: 274-294.
- D'ANCONA, U. 1956. Inversions spontanées et expérimentales dans les gonades del Teleostéens. *Année Biol. (3):* 89-99.
- GOLDBERG, S. R. 1977. Seasonal ovarian cycle of the tidewater goby, *Eucylobius newberryi* (Gobiidae). *Southwest Nat.*, 22: 557-558.
- HERNANDEZ, D. R. & H. D. CORDO. 1986. Metodología aplicada en la estimación del largo de primera maduración sexual de la pescadilla de red y la pescadilla real. *Publ. Com. Téc. Mix. Fr. Mar. 1 (1): 230-232.*
- HUNTER, J. R. & S. R. GOLDBERG. 1980. Spawning incidence and batch fecundity in northern anchovy *Engraulis mordax*. *Fish. Bull.*, 77 (3): 641-652.
- LARRAÑETA, M. G. 1953. Observaciones sobre la sexualidad de *Pagellus erythrinus* L. *Publ. Inst. Biol. Apl. (Barcelona)* 13: 83-101.
- LARRAÑETA, M. G. 1964. Sobre la biología de *Pagellus erythrinus* (L.) especialmente del de las costas de Castellón. *Inv. Pesq.* 27:121-146.
- MACCHI, G. J. & H. E. CHRISTIANSEN, 1992. Estudio histológico del ciclo reproductivo en hembras de la corvina rubia (*Micropogonias furnieri*). Análisis de la estructura madurativa en distintas localidades del área bonaerense. *Publ. Frente Marítimo*, 11, Sec. A: 47-56.
- MANOOCH, C. S. 1976. Reproductive cycle, fecundity, and sex ratios of the red porgy, *Pagrus pagrus* (Pisces: Sparidae) in North Carolina. *Fish. Bull.* 74 (4): 775-781.
- ORANGE, C. J. 1961. Spawning of Yellowfin tuna and skipjack in the eastern tropical Pacific as inferred from studies on gonad development. *Inter-Am. Trop. Tuna Comm., Bull.* 5: 457-526.
- SMITH, C. L. 1967. Contribution to a theory of hermaphroditism. *J. Theoret. Biol.* 17: 76-90.
- YAMAMOTO, T. 1969. Sex differentiation. *En: Hoar, W.S. & Randall, D. J. (Eds.). Fish Physiology. Vol.III. Academic Press, New York:* 117-175.

