

Estudio del desarrollo gonadal del jurel dentón *Pseudocaranx dentex* (Bloch & Schneider, 1801) en aguas costeras de las islas Canarias

R. Guirao¹, J. Socorro², T. Reyes³, J. Roo², H. Fernández-Palacios²
y M. S. Izquierdo²

¹ Gestión de Recursos Marinos. P.º Marítimo de Taliarte, 5. E- 35214 Telde (Las Palmas de Gran Canaria), España. Correo electrónico: rafa_guirao@hotmail.com

² Grupo de Investigación en Acuicultura (ICCM-ULPGC). Apdo. 56. E-35200 Telde (Las Palmas de Gran Canaria), España.

³ Granja Marina Playa de Vargas 2001, S.L. Avda. Juan XXIII, 5, edificio Canarias, torre A, 4.º, 3. E-35004. Las Palmas de Gran Canaria, España.

Recibido en octubre de 2005. Aceptado en noviembre de 2005.

RESUMEN

El jurel dentón *Pseudocaranx dentex* (Bloch & Schneider, 1801) es una especie habitualmente asociada al entorno de instalaciones comerciales de engorde de doradas *Sparus aurata* L., 1758 y lubinas *Dicentrarchus labrax* (L., 1758) en jaulas flotantes en las islas Canarias. Con el objetivo de conocer el potencial de esta especie para la acuicultura se ha llevado a cabo un estudio de su ciclo reproductivo anual. Durante un año se han recogido muestras de gónadas, evaluado variables morfológicas a partir de especímenes salvajes y registrado los valores de temperatura y fotoperiodo en el momento de los muestreos. Los análisis macroscópicos y microscópicos realizados de las gónadas, junto con la determinación mensual del índice gonadosomático (IGS) y del factor de condición (FC), han servido para establecer el ciclo anual de maduración de esta especie. El estadio de vitelogénesis avanzada fue observado entre mayo y noviembre, sugiriendo un prolongado periodo de desove para esta especie en aguas de las islas Canarias.

Palabras clave: Carángidos, histología gonadal, reproducción, ciclo de maduración, periodo de desove.

ABSTRACT

Gonadal development in striped jack *Pseudocaranx dentex* (Bloch & Schneider, 1801) in Canary Islands coastal waters

The striped jack *Pseudocaranx dentex* (Bloch & Schneider, 1801) is a common species associated with commercial ongrowing floating cages for seabream *Sparus aurata* L., 1758 and seabass *Dicentrarchus labrax* (L., 1758) in the Canary Islands. In order to explore the potential of this species for aquaculture, a study of their annual reproductive cycle has been carried out. For an entire year, gonadal samples and morphometric parameters from wild specimens were studied. Water temperatures and photoperiod, measured at the moment of sampling, were recorded. Macro- and microscopic analysis of the gonads, together with the evolution of the gonadosomatic index (GSI) and the condition factor (CF), made it possible to establish the annual maturation cycle. Oocytes in advanced vitellogenic stages were found between May and November, suggesting a long spawning period for this species in coastal waters of the Canary Islands.

Keywords: Carangidae, gonadal histology, reproduction, maturation cycle, spawning period.

INTRODUCCIÓN

El jurel dentón *Pseudocaranx dentex* (Bloch & Schneider, 1801) es un carángido común en las costas canarias, muy apreciado en los mercados locales. También en Australia (conocido como silver trevally), y en Japón (shimaaaji), donde es muy popular, valorado por la delicadeza de su carne y es el pez más cotizado para la elaboración del tradicional *sashimi* (Watanabe y Vassallo-Agius, 2003).

Las experiencias preliminares de engorde de alevinos salvajes en jaulas llevadas a cabo en Canarias han mostrado resultados muy prometedores en crecimiento y supervivencia, haciendo de *P. dentex* un candidato con alto potencial para la diversificación de la producción acuícola del archipiélago.

La información aportada por estudios realizados en otros países puede servir de guía en el conocimiento de la biología reproductiva de esta especie. Así, aunque se conoce poco sobre el comportamiento reproductivo en su medio natural (Rowling y Raines, 2000), se tiene constancia de que *P. dentex* es un ponedor síncrono por grupos, liberando varias puestas de huevos a lo largo de la estación reproductiva.

Las hembras no maduran hasta tener aproximadamente de 32 a 37 cm de LCF (longitud a la horquilla) (James, 1978), y probablemente no producen un número significativo de huevos hasta alcanzar de 38 a 40 cm. Sin embargo, Kalish y Johnston (1997) determinaron que la talla mínima de madurez era 20 cm LCF. Según Rowling y Raines (2000), tanto machos como hembras son capaces de madurar con unos 18-20 cm, pero la maduración no es completa hasta alcanzar los 26-28 cm.

Kalish y Johnston (1997) estimaron que *P. dentex* era sumamente fecundo, con una fecundidad absoluta de dos millones de huevos para peces de 25 cm, que llega a más de 10 millones para peces de 50 cm. Sin embargo, Rowling y Raines (2000) concluyen que la fecundidad de *P. dentex* es mucho menor, estimando 30 000 a 220 000 huevos para peces de 23 a 27 cm LCF y un millón de huevos para peces con 50 cm LCF.

Los huevos del *P. dentex* son pelágicos, típicamente esféricos y aproximadamente de 0,9 mm de diámetro (James, 1976). Las larvas aparecen en las aguas costeras de Sydney (Australia) entre agosto y mayo (Gray, 1993), sugiriendo un

extenso periodo de desove que comprende primavera, verano y otoño.

En Japón, donde el cultivo de juveniles salvajes de *P. dentex* comenzó a principios de la década 1961-1970, los primeros huevos y larvas de criadero fueron obtenidos en 1973 (Harada, Murata y Miyashita, 1984a,b).

El desarrollo de huevos y larvas, y los efectos de diferentes temperaturas del agua sobre la eclosión, han sido ya estudiados (Murai *et al.*, 1987; Kawabe *et al.*, 1991).

Más recientemente, Mushiake (1994) realizó una serie de estudios para determinar las mejores técnicas de desove y de manejo de *stocks* de reproductores, incluyendo la formulación de una dieta estándar cruda (con pescado, calamar y gambas) para mejorar la calidad de las puestas de *P. dentex*.

Los principales objetivos del presente trabajo son el conocimiento detallado del ciclo reproductivo anual de esta especie en aguas de Canarias y la influencia de las variables ambientales sobre la maduración de las gónadas.

MATERIAL Y MÉTODOS

Entre enero de 2004 y julio de 2005, en el entorno de una instalación comercial de engorde de dorada *Sparus aurata* L., 1758 y lubina *Dicentrarchus labrax* (L., 1758) en jaulas flotantes, se llevaron a cabo capturas de individuos salvajes de jurel dentón mediante aparejos de anzuelo y arpón y con periodicidad mensual. Se capturaron en el banco natural establecido en la zona una media de cinco peces por mes, con pesos comprendidos entre 583 y 7 120 g. Asimismo, se midió la temperatura del agua del mar y las condiciones ambientales reinantes en el momento de las capturas.

Para cada individuo se registraron el peso total, la longitud total, el sexo y el peso de las gónadas, procediendo como a continuación se detalla.

- Determinación del índice gonadosomático (IGS) y del factor de condición (FC) mediante las expresiones

$$\text{IGS} = 100 [\text{peso gónada (g)}/\text{peso total (g)}]$$

$$\text{FC} = 100 [\text{peso total (g)}/[\text{longitud LCF (cm)}]^3]$$

- Fijación con formol (al 4 %) de los órganos de interés (gónadas e hígado) para su posterior análisis histológico.

- Procesamiento histológico para microscopía óptica: corte de muestras (gónadas e hígado), deshidratación, inclusión en parafina, tallado de bloques de parafina y realización de cortes seriados (de 5 y 10 μm) con microtomo, desparafinado, hidratación, tinción (hematoxilina-eosina y ácido periódico-reactivo de Schiff), deshidratación y montaje de preparaciones, según García-Díaz *et al.* (1997).

- Observación de las preparaciones histológicas en el microscopio óptico con toma digital de imágenes para su estudio. Medición de dimensiones celulares en ordenador mediante el programa Image Pro Plus. Determinación de estadios en la

gametogénesis, acorde con Grau (1992), y descripción de las etapas de desarrollo de las gónadas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En las figuras 1 y 2 aparecen los resultados obtenidos para la evolución de los índices biométricos: índice gonadosomático (IGS) y factor de condición (FC).

De estos gráficos se deduce una relación inversa entre el IGS y el FC, lo que refleja que, para esta especie, se sucede una alternancia entre periodos de acumulación de reservas y periodos de agotamiento debido a los procesos reproductivos.

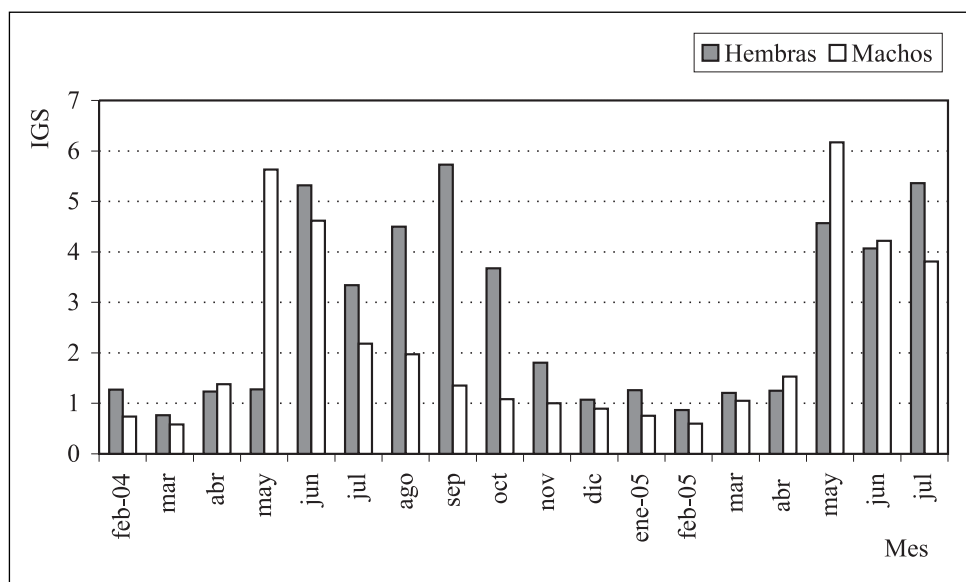


Figura 1. Evolución del índice gonadosomático (IGS).

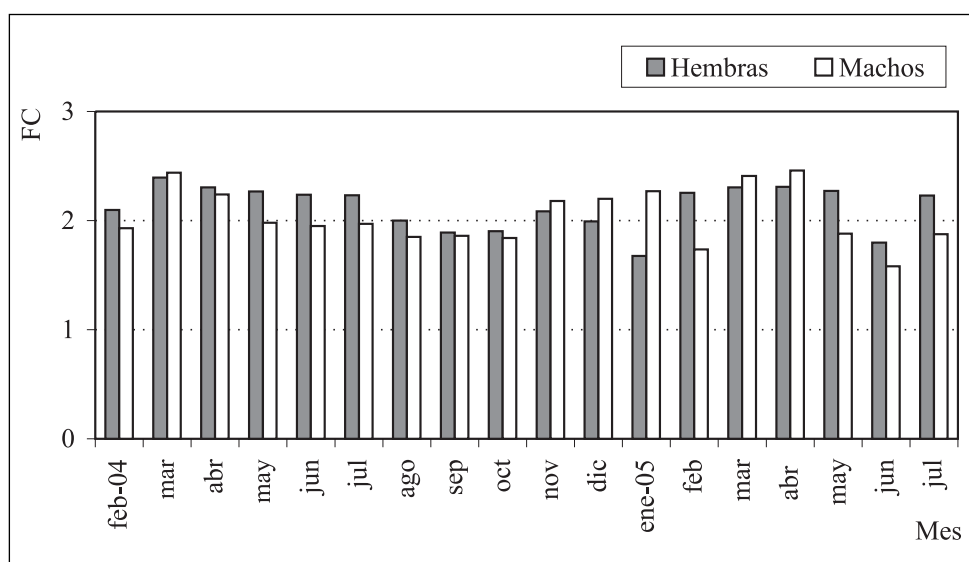


Figura 2. Evolución del factor de condición (FC).

Los máximos que aparecen en el gráfico de IGS (junio de 2004 y mayo de 2005) después de periodos de inactividad reproductiva, reflejan el momento en que los ovarios están maduros, situación que se mantiene hasta el mes de noviembre. Este hecho se confirma con la visualización, al microscopio óptico, de ovocitos en avanzado estado de maduración, en preparaciones histológicas de gónadas.

En cuanto a los machos, se ha observado que los valores del IGS son superiores a los de las hembras justo antes del inicio de la época reproductiva, mientras que, finalizada ésta, sucede lo contrario, y esto evidencia un desgaste progresivo de los testículos durante el periodo de freza.

Los muestreos realizados mensualmente sobre una población estable de *P. dentex* han permitido observar y establecer, de manera secuencial, las siguientes etapas de desarrollo de las gónadas.

Ovarios

Etapas 1: ovarios inmaduros

Observado en hembras con menos de 1 kg y más de 500 g. Los ovarios tienen forma de sacos de pequeño tamaño, con apariencia de ampollas rellenas de un líquido claro (figura 3a). Al microscopio se aprecian una gran cantidad de pequeñas ovogonias y algunos ovocitos primarios (previtelogénicos), en fase de cromatina nucleolar (figura 3b).

Etapas 2: ovarios en desarrollo

Observado en ejemplares hembras con más de 1 kg y menos de 2 kg desde diciembre a marzo. Los ovarios se han alargado y han aumentado de volumen, adquiriendo una coloración anaranjada. A través de la membrana ovárica transparente se distingue un líquido gelatinoso que les da dicha coloración (figura 4a). Al microscopio se observan gran cantidad de ovocitos primarios (previtelogénicos), tanto en fase de cromatina nucleolar como en fase nucleolar, y algunas ovogonias (figura 4b).

Etapas 3: ovarios en desarrollo avanzado

Observado en hembras de más de 2 kg desde marzo a abril. Los ovarios se han ensanchado y han aumentado de volumen. La membrana ovárica es más gruesa y su contenido más denso (figura 5a). Al microscopio se distinguen ovocitos secundarios (vitelogénicos) en fase de glóbulos lipídicos junto a ovocitos previtelogénicos y ovogonias (figura 5b).

Etapas 4: ovarios en maduración

Observado en hembras de más de 2 kg entre abril y mayo. Los ovarios presentan coloración amarilla y apariencia de sacos hinchados a punto de resquebrajarse. A través de la membrana ovárica se distinguen formas granulares, que se corresponden con los ovocitos en maduración, y ya se distingue una ligera vascularización (figura 6a). Al microscopio se observan ovocitos secundarios (vitelogénicos) en fase de gránulos de vitelo rodeados de ovocitos secundarios en fase de glóbulos lipídicos (figura 6b).

Etapas 5: ovarios en puesta (maduros)

Observado en hembras de más de 2 kg desde mayo a noviembre. Los ovarios maduros se encuentran desarrollados por completo. Tienen forma de dos grandes sacos que ocupan más de un tercio de la cavidad visceral, poseen una coloración amarilla-dorada y presentan una intensa vascularización (figura 7a). Al microscopio se observan ovocitos maduros (gránulos fusionados), rodeados de ovocitos vitelogénicos, tanto en fase de gránulos de vitelo como en fase de glóbulos lipídicos (figura 7b).

Etapas 6: ovarios en agotamiento

Observado en hembras de más de 2 kg desde noviembre a febrero. Los ovarios en agotamiento, o gastados, aunque conservan un tamaño considerable, presentan textura flácida y contenido semilíquido. Su aspecto es opaco y su coloración oscura (figura 8a). Al microscopio se observan, principalmente, ovocitos vitelogénicos

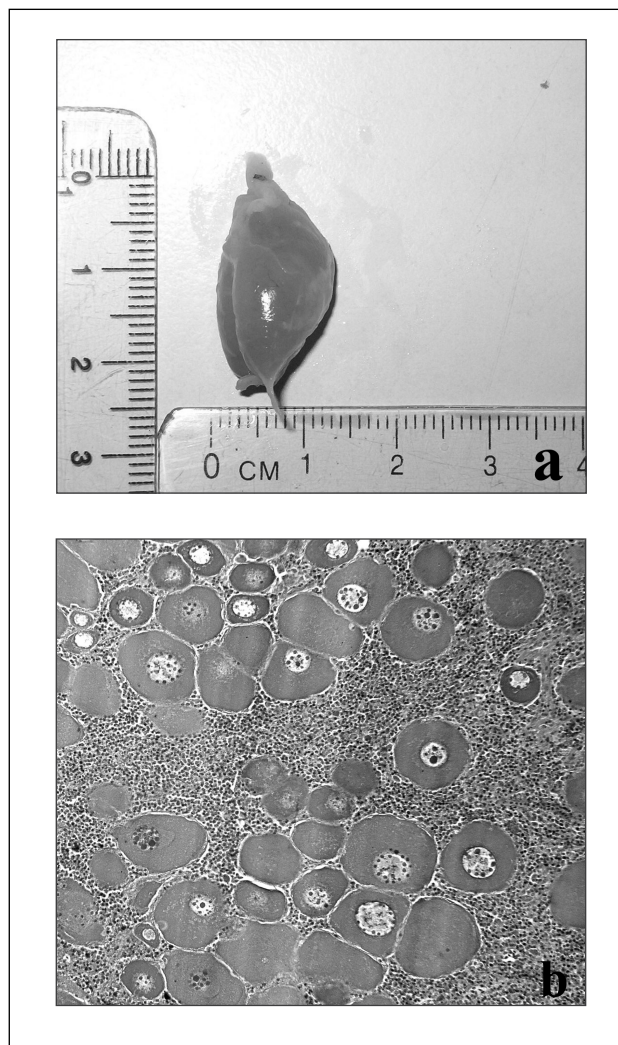


Figura 3. Visión macroscópica (a) y microscópica (b) de ovarios de jurel dentón inmaduros (etapa 1).

en fase de glóbulos lipídicos junto a algunos ovocitos atrésicos preovulatorios y folículos postovulatorios. También aparecen ovogonias y ovocitos previtelogénicos. No se observan ovocitos vitelogénicos en fase de gránulos de vitelo (figura 8b).

Etapa 7: ovarios en recuperación

Observado en hembras de más de 2 kg desde febrero a abril. En esta etapa los ovarios adquieren el grosor y la consistencia previos al inicio del periodo de maduración. Se trata, por tanto, de ovarios desarrollados que inician un nuevo ciclo. Su coloración se aclara respecto a la fase anterior y su textura es compacta (figura 9a). Al

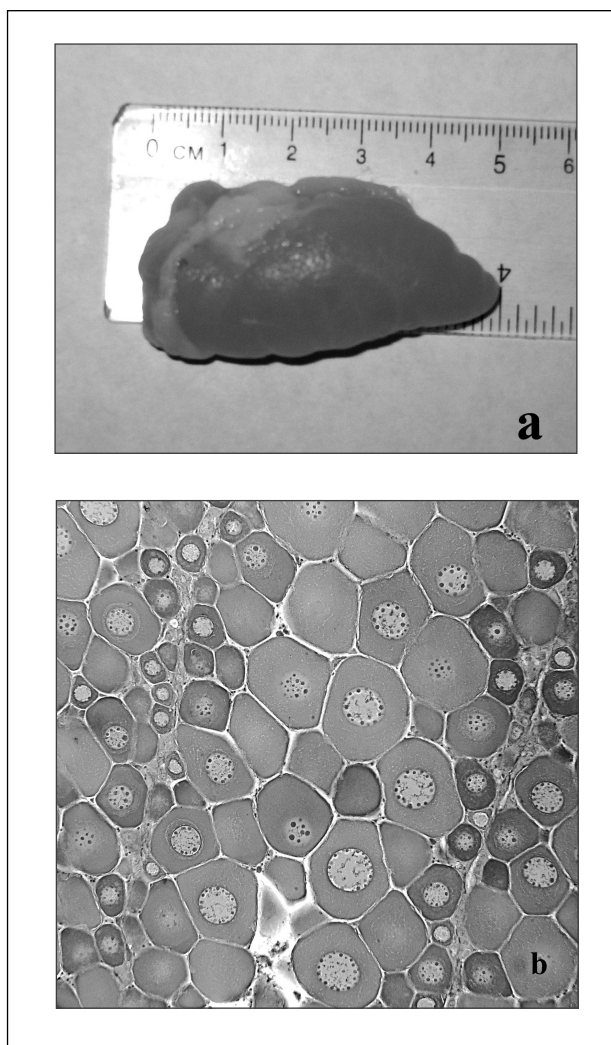


Figura 4. Visión macroscópica (a) y microscópica (b) de ovarios de jurel dentón en desarrollo (etapa 2).

microscopio se observan ovocitos vitelogénicos en fase de glóbulos lipídicos junto a ovocitos previtelogénicos y ovogonias (figura 9b). La etapa 4 será la siguiente en el próximo ciclo de maduración.

Testículos

Etapa 1: testículos inmaduros

Observado en machos con menos de 1 kg y más de 500 g fuera de la época reproductiva. La gónada es pequeña, alargada y delgada, de color crema, adherida a la vejiga natatoria (figura 10a). Los tubos seminíferos, en desarrollo, apa-

recen recubiertos de células epiteliales (figura 10b1, a 400 aumentos). Las espermatogonias se encuentran dispuestas contiguas a la membrana basal (figura 10b2, a 200 aumentos).

Etapa 2: testículos en desarrollo

Observado en machos con menos de 1 kg y más de 500 g dentro de la época reproductiva. Testículos con forma de dos pequeños lóbulos alargados adheridos a la vejiga natatoria, de color blanquecino y sin vascularización (figura 11a). Microscópicamente, abundan las espermatogonias de primer orden y ya se comienzan a observar los pri-

meros quistes espermatogénicos y algunos espermatozoides en el lumen del tubo (figura 11b).

Etapa 3: testículos en desarrollo avanzado y maduración

Observado en machos de más de 1 kg inmediatamente antes del inicio de la época reproductiva, es decir: de abril a mayo. Los testículos han desarrollado su estructura, los lóbulos son patentes, tienen una leve vascularización y su color es blanco marfil. Si son seccionados se observa algo de fluido espermático, pero éste no fluye al aplicar presión abdominal (figura 12a). Al microscopio se observa en los túbulos seminíferos

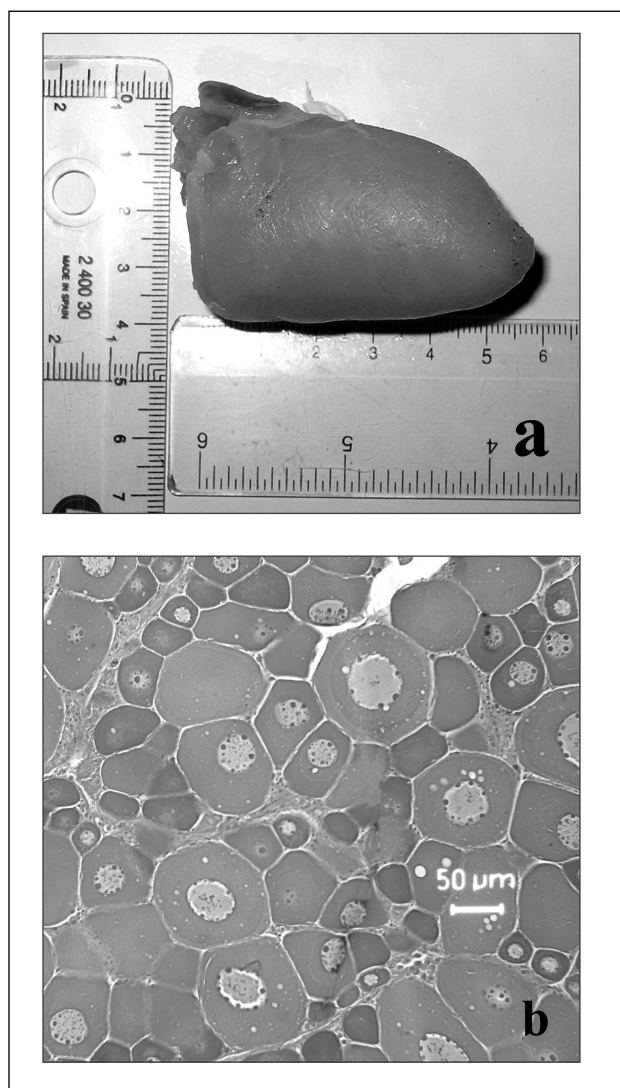


Figura 5. Visión macroscópica (a) y microscópica (b) de ovarios de jurel dentón en desarrollo avanzado (etapa 3).

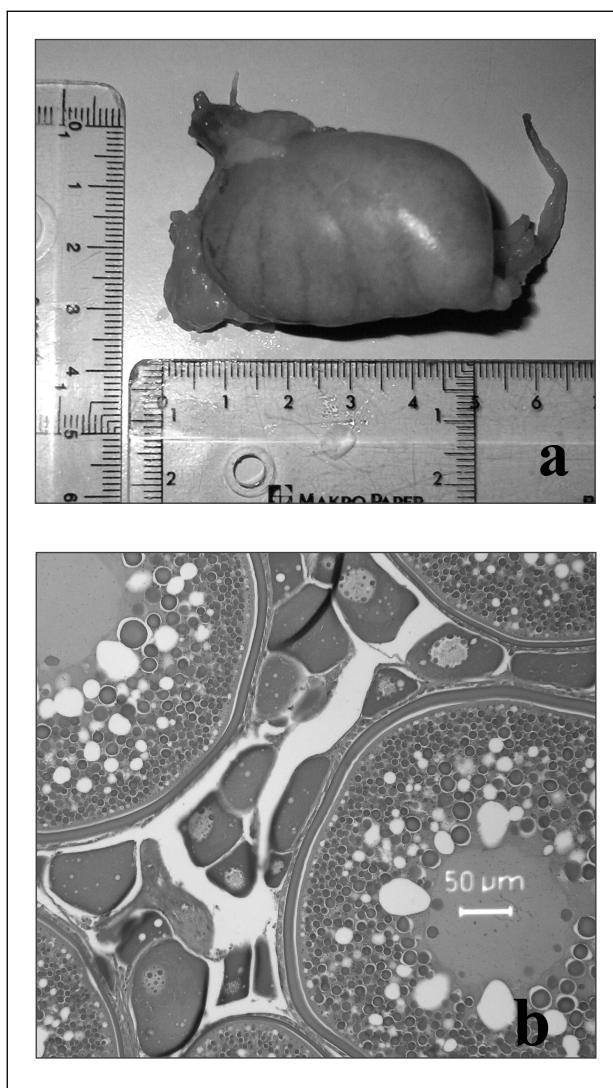


Figura 6. Visión macroscópica (a) y microscópica (b) de ovarios de jurel dentón en maduración (etapa 4).

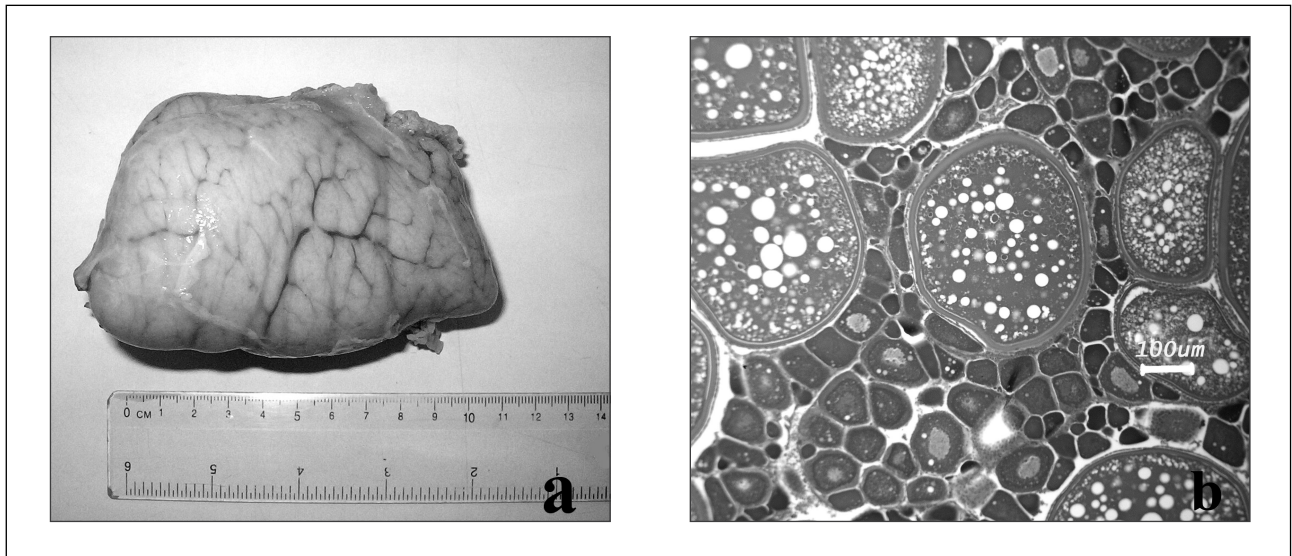


Figura 7. Visión macroscópica (a) y microscópica (b) de ovarios de jurel dentón en puesta o maduros (etapa 5).

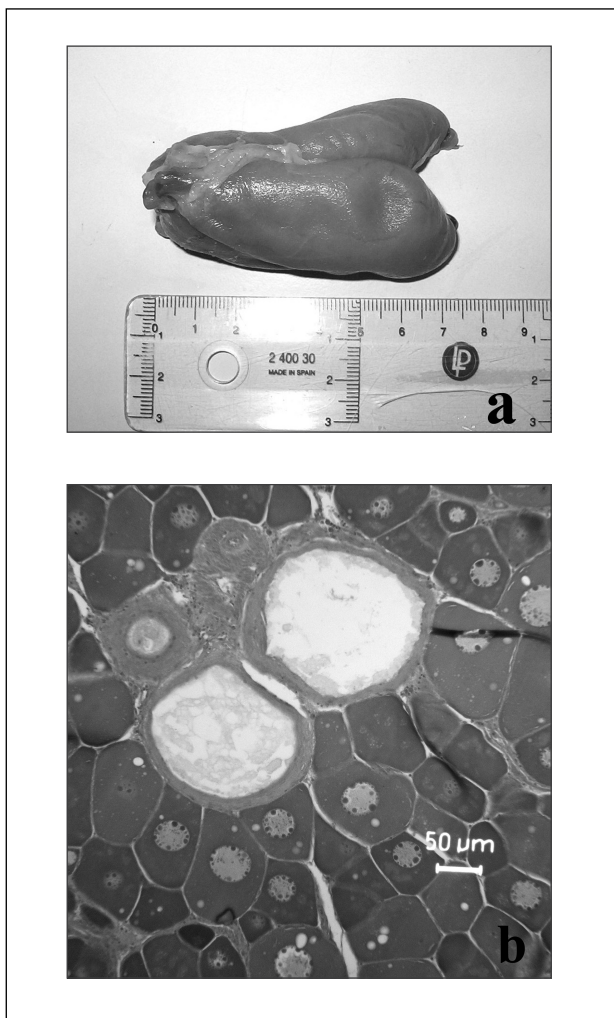


Figura 8. Visión macroscópica (a) y microscópica (b) de ovarios de jurel dentón en agotamiento (etapa 6).

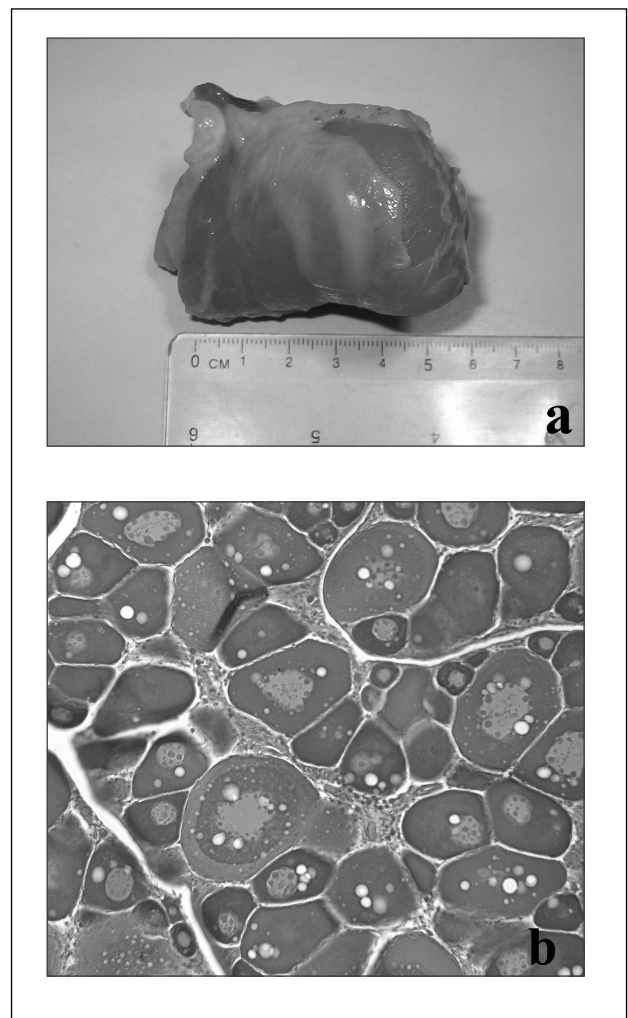


Figura 9. Visión macroscópica (a) y microscópica (b) de ovarios de jurel dentón en la fase de recuperación (etapa 7).

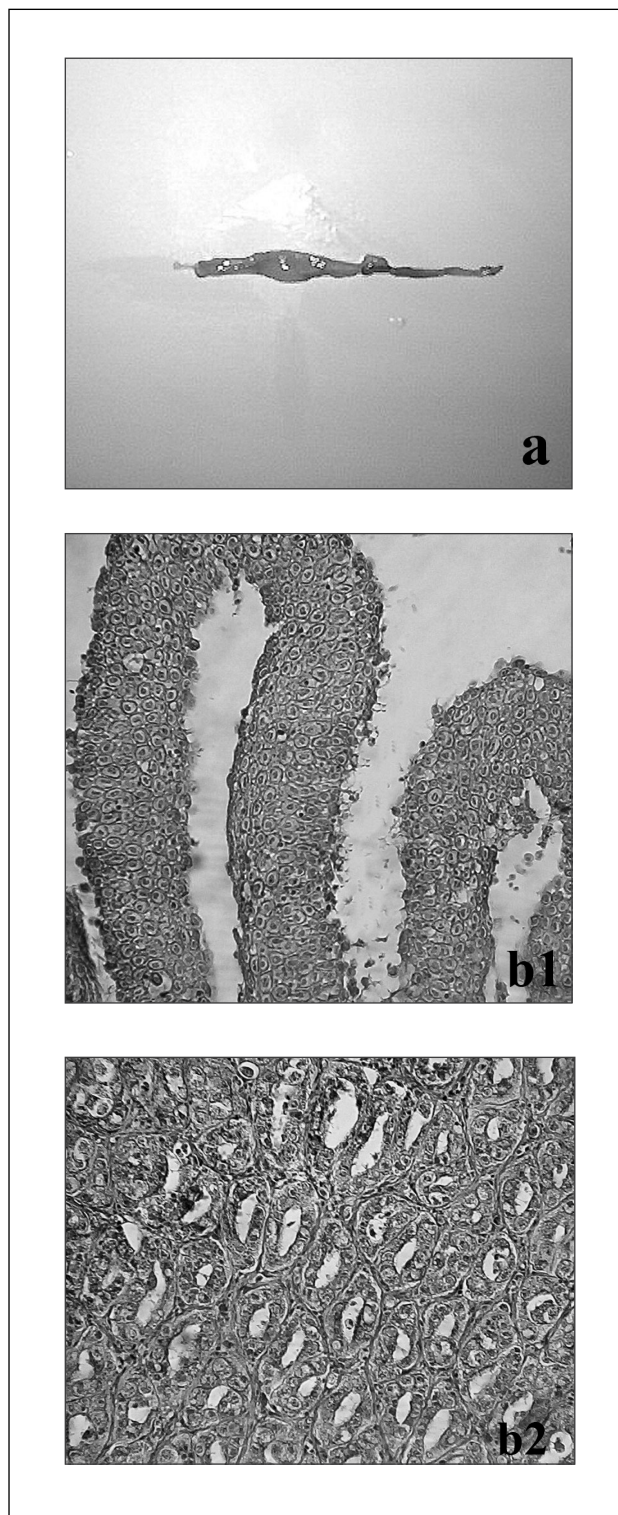


Figura 10. Visión macroscópica (a) y microscópica (b) de testículos inmaduros de jurel dentón (etapa 1).

un gran desarrollo de los quistes espermatogénicos en todas sus fases, sobre todo quistes de espermatogonias secundarias y espermatocitos

primarios y secundarios. En el lumen del túbulo hay ya una cantidad considerable de espermatozoides (figura 12b).

Etapa 4: testículos maduros

Observado en machos de más de 1 kg desde mayo a septiembre. Los testículos han desarrollado su estructura por completo, son grandes y multilobulados, de textura firme, con una vascularización apreciable y de color blanco crema. Contienen una cantidad importante de fluido espermático, fácilmente eyaculado bajo presión abdominal (figura 13a). Al microscopio se observa en los túbulos seminíferos un desarrollo completo de los quistes espermatogénicos en todas sus fases; sobre todo, abundan quistes de espermatocitos secundarios y de espermatidas. En el lumen del túbulo se aprecia una gran cantidad de espermatozoides a modo de racimos (figura 13b).

Etapa 5: testículos en agotamiento

Observado en machos de más de 1 kg entre octubre y noviembre. Los testículos se muestran consumidos, de tamaño reducido, con apariencia flácida y pérdida de su anterior textura. Su color es crema a gris claro, con zonas rojizas ensangrentadas. Si son seccionados, aún se observa algo de esperma (figura 14a). Al microscopio óptico se observa en el interior de los túbulos una pobre presencia de quistes espermatogénicos, lo que es revelador de la escasa actividad espermática del momento. En el lumen todavía hay espermatozoides (figura 14b).

Etapa 6: testículos en recuperación

Observado en machos de más de 1 kg tras la finalización del periodo reproductivo, esto es, desde diciembre a marzo. Los testículos recuperan parte de su textura y volumen. Su color es blanco crema, con poco brillo (figura 15a). En esta etapa los testículos adquieren el grosor y la consistencia previos al inicio del periodo de maduración. Se trata por tanto, de testículos

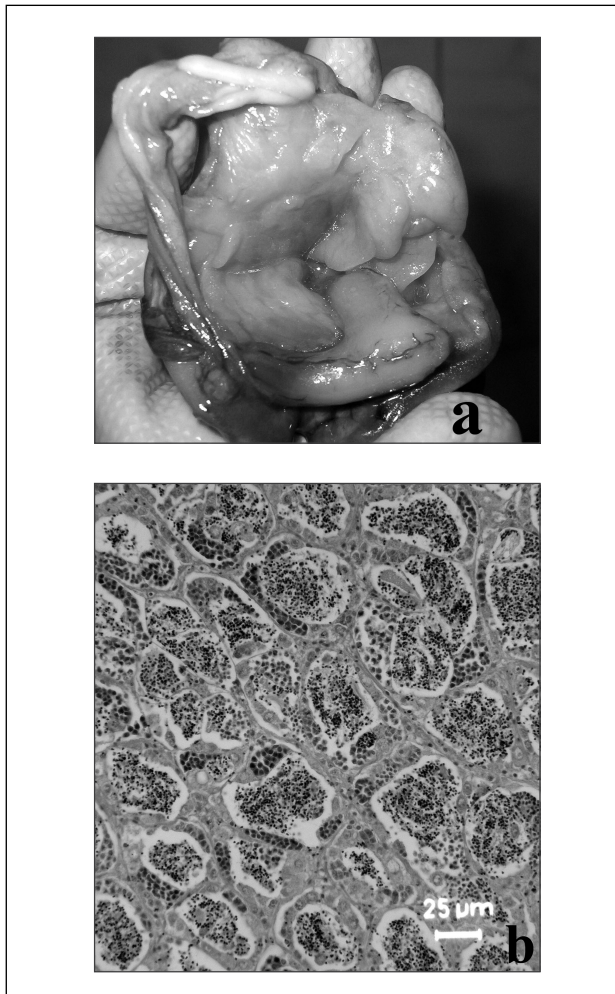


Figura 11. Visión macroscópica (a) y microscópica (b) de testículos de jurel dentón en desarrollo (etapa 2).

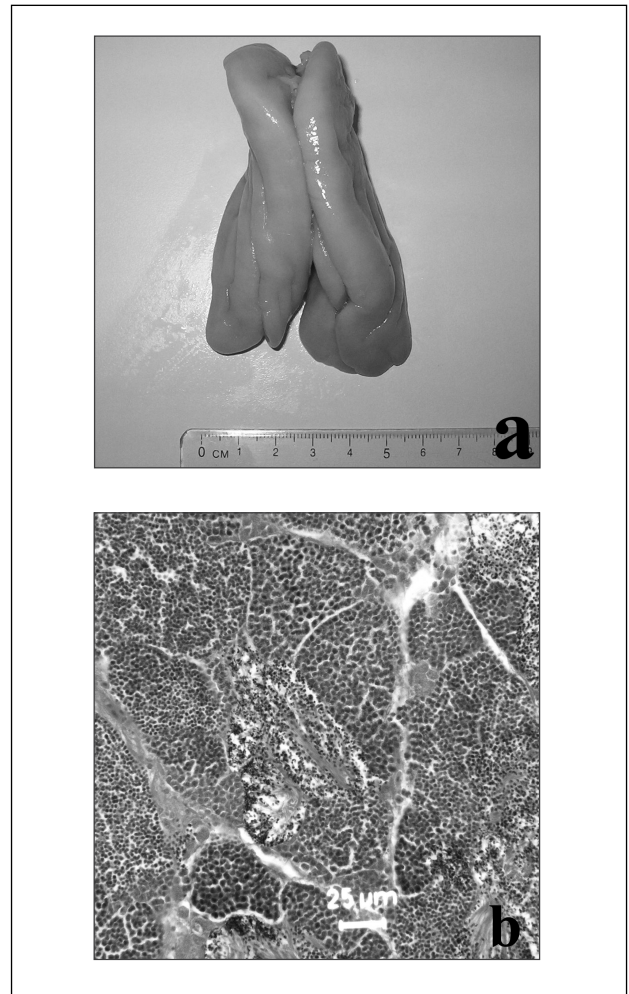


Figura 12. Visión macroscópica (a) y microscópica (b) de testículos de jurel dentón en desarrollo avanzado y maduración (etapa 3).

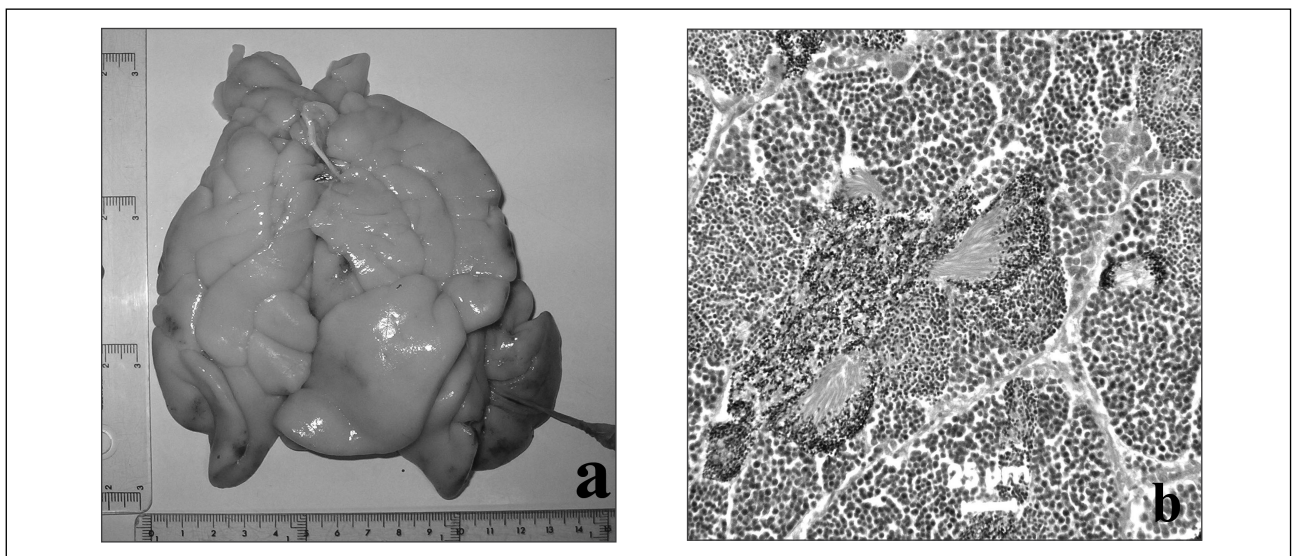


Figura 13. Visión macroscópica (a) y microscópica (b) de testículos maduros de jurel dentón (etapa 4).

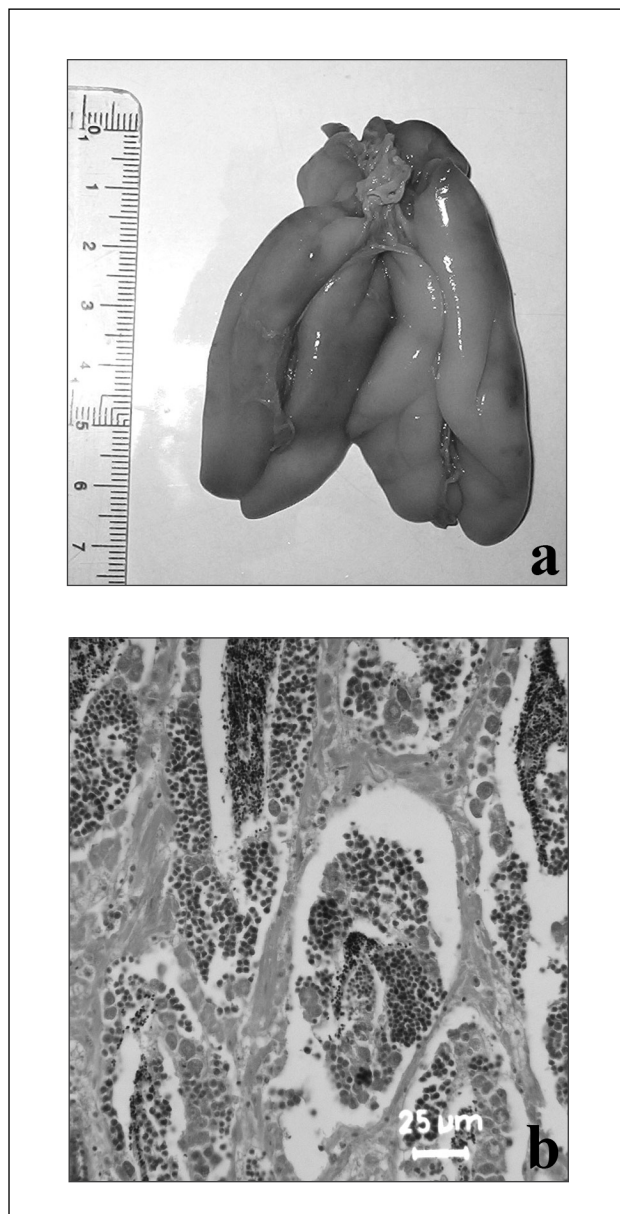


Figura 14. Visión macroscópica (a) y microscópica (b) de testículos de jurel dentón en agotamiento (etapa 5).

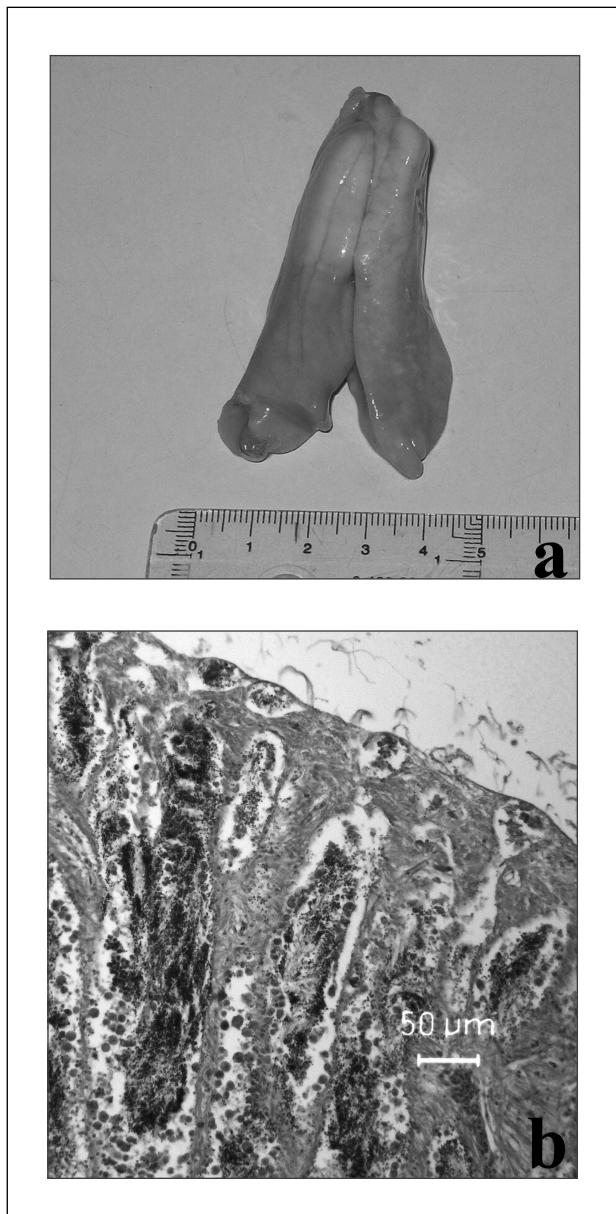


Figura 15. Visión macroscópica (a) y microscópica (b) de testículos de jurel dentón en recuperación (etapa 6).

desarrollados que inician un nuevo ciclo. Al microscopio óptico, en los túbulos, se aprecia un aumento de la actividad espermatogénica (figura 15b). La etapa 4 será la siguiente en el próximo ciclo de maduración.

Se midieron los valores de la temperatura y del fotoperiodo en la zona de estudio (figuras 16 y 17, respectivamente). Los valores de la temperatura del agua en el lugar de muestreo no variaron con la profundidad (25 m) puesto que se trata de un área donde los vientos alisios soplan continua-

mente produciendo la mezcla en toda la columna de agua (zona este de la isla de Gran Canaria).

Relacionando los resultados obtenidos en el estudio histológico de las gónadas con las temperaturas (figura 16) y fotoperiodos (figura 17) registrados a lo largo del año en la zona de muestreo, se puede establecer que la maduración de las gónadas de *P. dentex* se produce cuando la temperatura del agua del mar se encuentra por encima de los 21 °C y el periodo de luz diario supera las 12 horas.

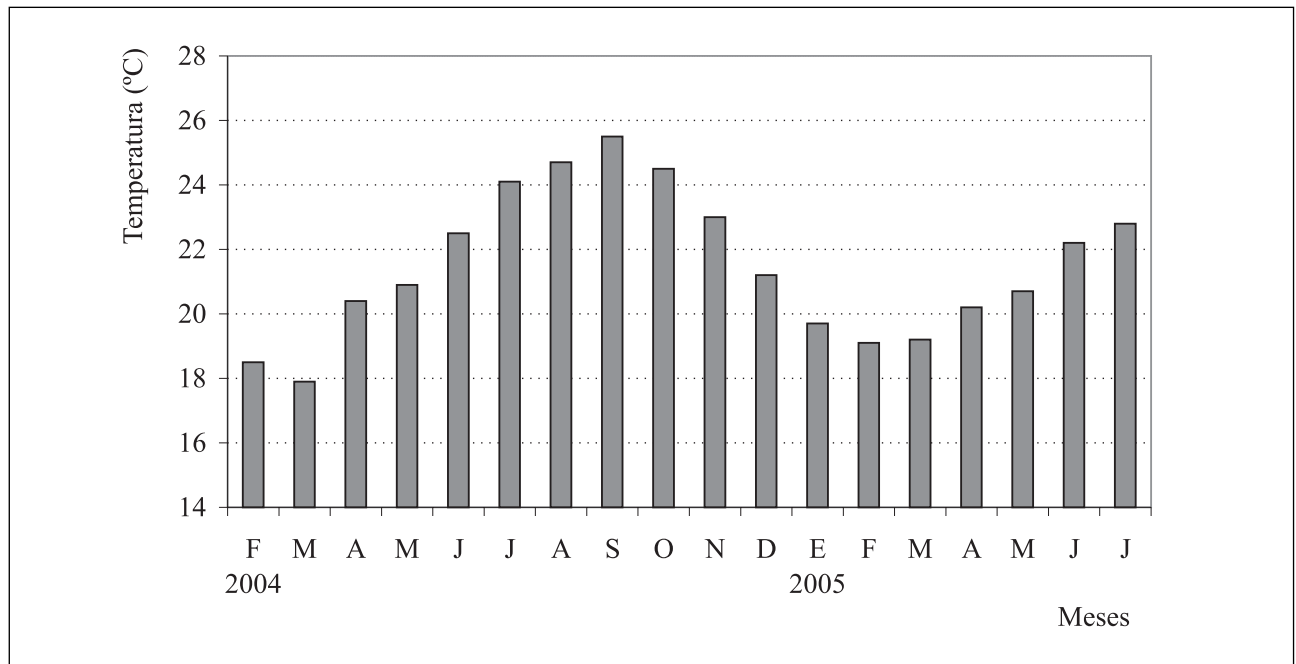


Figura 16. Variación de la temperatura media del agua en la zona de trabajo.

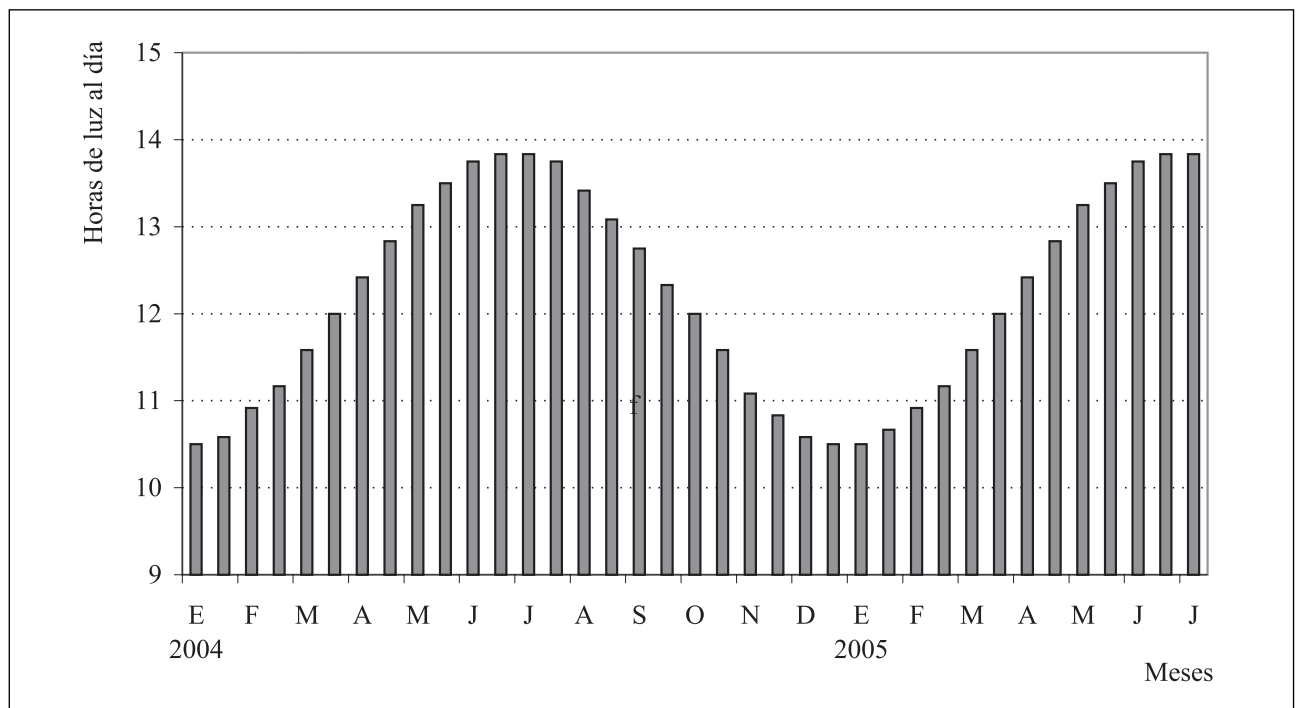


Figura 17. Variación del fotoperiodo en la zona de trabajo.

CONCLUSIONES

Los estudios histológicos muestran que *P. dentex* presenta una época de desove en aguas de Canarias que abarca un extenso periodo de

tiempo (primavera, verano y otoño), realizando varias puestas entre los meses de mayo a noviembre, pues durante estos meses se observaron ovocitos en avanzado estado de maduración. Además, parece que existe una acentuada correla-

ción entre las etapas de maduración gonadal y las variables ambientales (temperatura y fotoperiodo).

BIBLIOGRAFÍA

- García-Díaz, M., V. Tuset, J. González y J. Socorro. 1997. Sex and reproductive aspects in *Serranus cabrilla* (Osteichthyes: Serranidae): macroscopic and histological approaches. *Marine Biology* 127: 379-386.
- Grau, A. 1992. *Aspectos histológicos, Ciclo Reproductor y principales procesos patológicos de Seriola dumerili, Risso*. Tesis doctoral. Facultad de Veterinaria. Universidad Autónoma de Barcelona. Barcelona, España: 451 pp.
- Gray, C. A. 1993 Horizontal and vertical trends in the distribution of larval fishes in coastal waters off central New South Wales. *Marine Biology* 116: 649-666.
- Harada, T., O. Murata y S. Miyashita 1984a. Artificial hatching and rearing of striped jack, *Caranx delicatissimus*. *Kinki Daigaku Suisan Kenkyujou Nenpo* 2: 151-160.
- Harada, T., O. Murata y S. Miyashita. 1984b. Maturation and egg yield of reared striped jack, *Caranx delicatissimus*. *Kinki Daigaku Suisan Kenkyujou Nenpo* 2: 143-149.
- James, G. D. 1976. Eggs and larvae of the trevally *Caranx georgianus*. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research* 10 (2): 301-310.
- James, G. D. 1978. Trevally and koheru-biology and fisheries. En: *Proceedings of the Pelagic Fisheries Conference* (julio, 1977). G. Habib y P. E Roberts (comps.). *New Zealand Ministry of Agriculture and Fisheries. Fisheries Research Division. Occasional Publication* 15: 50-54. Wellington, Nueva Zelanda.
- Kalish, J. M y M. B. Johnston. 1997. Validation of age and growth in silver trevally *Pseudocaranx dentex* from Australian waters. *Interim Report. FRDC Project* 93/109. 24 de octubre, 1997. Universidad Nacional. Canberra, Australia.
- Kawabe, K., M. Murai, K. Kato y F. Takashima. 1991. The effect of water temperature on egg development of striped jack, *Caranx delicatissimus*. *Suisan Zoshoku* 39: 211-216.
- Murai, M., K. Kato, T. Nakano y F. Takashima. 1987. Egg development and morphological changes of larvae of striped jack *Caranx delicatissimus*. *Suisan Zoshoku* 34: 217-226.
- Mushiake, K. 1994. *Studies on technical development of broodstock management in striped jack and yellowtail*. Tesis doctoral. Universidad de Hiroshima. Hiroshima, Japón: 145 pp.
- Rowling, K. R. y L. P. Raines. 2000. Description of the biology and assessment of the fishery for Silver Trevally *Pseudocaranx dentex* of New South Wales. *NSW Fisheries Final Report Series* 24: 69 pp.
- Watanabe, T. y R. Vassallo-Agius. 2003. Broodstock nutrition research on marine finfish in Japan. *Aquaculture* 227: 35-61.