

HERMAFRODITISMO SINCRÓNICO DEL TIPO INTERSEXO EN LA SARDINA ESPAÑOLA, *SARDINOPS SAGAX* JENYNS 1842 (PISCES: CLUPEIFORMES)

Gustavo Herrera* Carlos Padilla*, Gabriel Claramunt*, Pedro Pizarro* y David Garland*

ABSTRACT. Synchronous hermaphroditism of the intersex type in the Spanish sardine. *Sardinops sagax* Jenyns, 1842.

A second report of hermaphroditism of the intersex type is described in the Spanish sardine, a species normally gonochorism.

The daily growth lines as well as the marks of reproduction observed in the otolith, put in evidence that the specimen analyzed, of 27,5 cm in total length, was young (two years old) and that its sexual activity would be recent. Taking into

consideration the advanced developmental stage of the ovarian and testicular parenchyma of the ovotestes, it is concluded that the specimen would correspond to a synchronous hermaphrodite.

Key words: hermaphrodite, intersex, Spanish sardine.

RESUMEN. Hermafroditismo sincrónico del tipo intersexo en la Sardina española, *Sardinops sagax* Jenyns, 1842.

Se describe un segundo registro de hermafroditismo del tipo intersexo en la sardina española, especie normalmente gonocórica.

Las líneas de crecimiento diario como también de reproducción presentes en el otolito evidencian que el ejemplar analizado, de 27,5 cm de longitud total, es joven (dos años de edad) y que su actividad sexual sería reciente.

El avanzado estado de desarrollo del parénquima ovárico y testicular del ovoteste permitieron establecer que el ejemplar correspondería a un hermafrodita sincrónico.

* Departamento Ciencias del Mar, Universidad Arturo Prat Casilla 121, Iquique, Chile.

Se discuten los resultados y se analizan las posibles causas e implicancias.

Palabras claves : Hermafrodita, intersexo, sardina española.

INTRODUCCION

La sexualidad de los peces está caracterizada por la variedad en sus modalidades de expresión (hermafroditismo, unisexualidad y bisexualidad) (Price, 1984); como también por la labilidad en la diferenciación sexual y actividad funcional (D'Ancona, 1949; Yamamoto, 1969). En peces teleósteos la existencia de variados tipos de hermafroditismo (ocurrencia secuencial o simultánea de ambos sexos funcionales en el mismo individuo), puede ser algo frecuente (Reinboth, 1983).

Dentro de la expresión hermafroditica, cabe destacar el caso denominado intersexo, término acuñado por Goldschmidt (1915, fide Yamamoto, 1969), el cual es usado para referirse a aquellos individuos cuya condición hermafrodita puede ser provocada en forma experimental o presentarse de manera excepcional, donde la mayoría o todos los individuos restantes son gonocóricos (Yamamoto, op.cit.). Los reportes de individuos intersexo han sido poco frecuentes, registrándose algunos casos accidentales tales como en *Mugil cephalus*, *Merluccius merluccius* (Ciechomsky y Christiansen, 1968 fide Aranís y Torres, 1987), *Rutilus rutilus* (Jafrí y Ensor, 1979, fide Porter y Fivizzani, 1983), *Fundulus diaphanus* (Porter y Fivizzani, op. cit.), y experimentales en *Perca flavescens*

(Mallson et al., 1986). En *Fundulus diaphanus*, Porter y Fivizzani (op. cit.) han descrito la ocurrencia espontánea de un ejemplar hermafrodita sincrónico, destacando la co-existencia de espermatozoides y ovocitos maduros, lo que les permitió sugerir potencialidad de auto-fecundación.

En Clupeidos se pueden citar casos de intersexo como por ejemplo en *Clupea harengus* (Davis, fide Aranís y Torres 1987) y *Sardinops sagax* (Aranís y Torres, 1987), y un caso por describir en *Engraulis ringens* (Báez com.pers., fide Aranís y Torres, op. cit.). En sardina española (*Sardinops sagax*), especie con sexos separados sin dimorfismo sexual aparente (Serra y Tsukayama, 1988), Aranís y Torres (op.cit.) detectaron por primera vez un ejemplar hermafrodita capturado en la zona norte de Chile, el cual se caracterizó por presentar un ovoteste con predominio del elemento testicular, un ovario en proceso de madurez y una gónada rudimentaria o degenerativa testicular.

El presente trabajo describe un segundo hallazgo de un individuo hermafrodita del tipo intersexo en sardina española.

MATERIALES Y METODOS

El hallazgo del ejemplar hermafrodita ocurrió en los muestreos rutinarios que se llevan a cabo en el Departamento de Ciencias del Mar de la Universidad Arturo Prat, como parte del monitoreo semanal sobre los recursos pelágicos de la zona norte de Chile (Proyecto INPESCON CM-1590)(4). La captura del espécimen se efectuó el 20 de Junio de 1990, a 5 millas de la zona de Pabellón de Pica (20°54' LS; 70°08' LW), por el buque pesquero Gallilea I. Al ejemplar se le registraron datos de longitud y peso total. Las gónadas se caracterizaron macroscópicamente en posición cúbito-dorsal del pez y se removieron para ser sometidas a técnicas histológicas de rutina con la finalidad de describir el parénquima reproductivo.

Para ello, cortes de 5 μ m de espesor provenientes de tejido ovárico y testicular fijados en Bouin, se tñieron con hematoxilina de Harris y eritrosina. Además, se extrajeron los otolitos sagitales para establecer la edad del espécimen a través de líneas de crecimiento diario y conocer otras características relacionadas con los aspectos reproductivos.

Para determinar la distribución de frecuencia de diámetros de los ovocitos, submuestras de tejido ovárico fueron preservadas en solución Gilson modificado por Simpson (1951), las que posteriormente se pasaron a través de un sistema de tamices en un rango de 200 a 1000 μ m con intervalos de 50 μ m.

RESULTADOS

EDAD.

El espécimen analizado tenía 570 días de vida (fecha de muerte: 20 de Junio de 1990; fecha de nacimiento: 27 de noviembre de 1988), asignándosele dos años de edad. El borde de la sagitta presentó patrones de incremento diario notoriamente refrigentes similares a líneas de reproducción, no así en el resto del otolito.

CARACTERISTICA EXTERNAS.

La longitud total registrada fue de 27,5 cm y el peso total de 222,1 gr. Las características morfométricas de la gónada se señalan en el cuadro 1.

Cuadro 1. Características morfométricas de la porción testicular y ovárica.

Largo ovario derecho		70,8 mm
Espesor ovario derecho	(*)	30,5 mm
Largo ovario izquierdo		58,7 mm
Espesor ovario izquierdo	(*)	10,0 mm
Largo testículo derecho		47,1 mm
Ancho testículo derecho	(*)	20,0 mm
Largo testículo izquierdo		40,9 mm
Ancho testículo izquierdo	(*)	15,9 mm

(*) : Máximo grosor de la gónada.

(4) Proyecto financiado por las Empresas Pesqueras Coloso; Guanaye; Indo-Eperva.

La gónada hermafrodita ocupó gran parte de la cavidad abdominal, en donde la porción media-anterior de ambos lóbulos correspondió a tejido ovárico (entre 59 y 60 %) y la porción caudal a tejido testicular, separados entre sí por una fina depresión transversal.

El ovario izquierdo era alargado de color amarillo naranja, poco irrigado y el derecho de mayor espesor, amarillo intenso, fuertemente irrigado cuya región cefálica se observó translúcida por el avanzado estado de hidratación de los ovocitos. La zona próxima a la porción testicular de este lóbulo derecho, presentó ovocitos opacos entre los cuales se disponían algunos hidratados.

La porción testicular de ambos lóbulos gonadales era de color café claro de aspecto congestionado, presentando el izquierdo forma alargada y el derecho triangular, insinuando una insición media sagital (Fig. 1a).

PARENQUIMA GONADAL.

El carácter hermafrodita del espécimen, confirmado por medio del análisis histológico de la gónada, mostró continuidad física de los tejidos ováricos y

testicular con límites estrictos entre ambos a través de un prominente tabique fibroconectivo con ramificaciones dirigidas al parénquima (Fig. 1b).

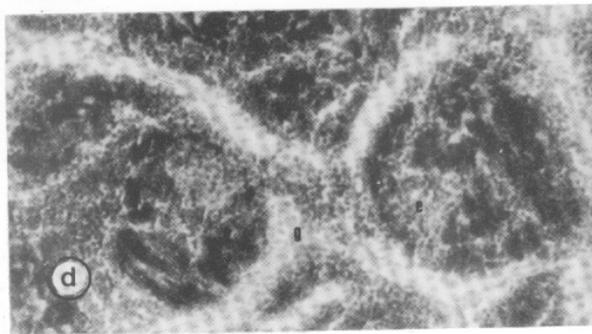
El ovario presentó ovocitos en diferentes grados de deposición de vitelo (asincrónico), con casos aislados de atresia folicular. El derecho se encontró en vitelación avanzada y en proceso de hidratación (Fig. 1c), a diferencia del izquierdo que se presentó en vitelación.

En el tejido testicular, la espermatogénesis activa quedó de manifiesto por la presencia de cistos en distintos estadios de desarrollo. Sin embargo, la porción derecha mostró un mayor predominio de cistos con espermátides y espermatozoides (Fig. 1d) cuyos conductos espermáticos contenían abundantes espermatozoides.

La distribución de frecuencia de diámetro de los ovocitos (fig.2), confirma una situación de desovador parcial en la cual se evidencia claramente el grupo modal más avanzado (mayores a 550 μm) que correspondería a los próximos a ser desovados, con un diámetro medio de 624 μm .

Figura 1. Aspecto macroscópico y microscópico de la gónada del espécimen hermafrodita de *Sardina española*.

- a: Regiones del ovoteste (od: ovario derecho; oi: ovario izquierdo; td: testículo derecho; ti: testículo izquierdo; flecha: ovocitos hidratados).
 b: Microfotografía de la región ovario-testicular (L: lóbulo testicular; t: tabique conectivo; ov: ovocito vitelogénico; pv: ovocito previtelogénico) (aumento 40).
 c: Microfotografía de la porción ovárica derecha (H: ovocito hidratado) (aumento 40).
 d: Microfotografía de la porción testicular (g: cisto espermatogonial; e: cisto espermátide; s: cisto espermatozoide) (aumento 400).



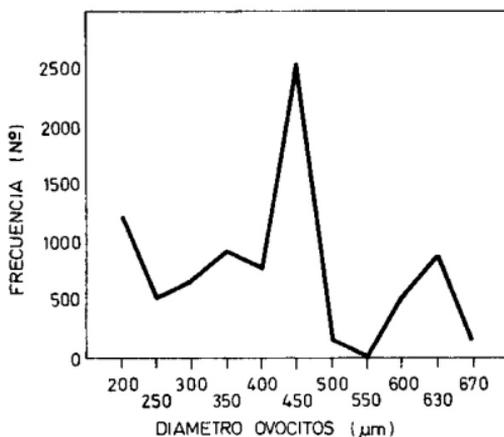


Figura 2. Distribución de frecuencias del diámetro de los ovocitos en el espécimen hermafrodita de sardina española.

DISCUSION

En contraste con otras especies gonocóricas de diferenciación sexual lábil tales como *Cyprinus carpio* en la cual se han reportado varios casos de hermafroditismo (Kossmann, 1971, Gupta y Meske, 1976 fide Porter y Fivizzani, 1983), la sardina española es definida como un heterossexual diferenciado, lo que ha sido corroborado en nuestro laboratorio donde se han sexado 48.763 ejemplares provenientes de zonas de pesca entre Arica y Tocopilla, y analizado sobre 9.000 placas histológicas de tejido gonadal. De éstos, sólo se ha detectado un espécimen hermafrodita que por su carácter excepcional correspondería a un intersexo, siendo éste un segundo caso de hermafroditismo registrado en esta especie ya que el primero

fue detectado en 1984 frente a las costas de Coquimbo (Chile) por Aranís y Torres (1987).

La presencia de patrones de incremento diario similares en refringencia a líneas de reproducción en el borde y no en el resto de la réplica del otolito, se debería a que el ejemplar analizado es joven y que habría iniciado su actividad sexual hace poco tiempo. Estas líneas de reproducción son semejantes a las descritas por Garland et al. (1989) para hembras de sardina española.

De acuerdo con las observaciones macroscópica de las porciones ovarica y testicular y el grado de evolución de

la gametogénesis (porción ovárica y testicular funcional con células germinales en distintos estados de desarrollo), se estima que el espécimen descrito correspondería a un hermafrodita sincrónico cuyas características morfohistológicas de la gónada concuerdan con las señaladas por Reinboth (1983) para especies hermafroditas sincrónicas. Este autor supone que en hermafroditas heterólogos con separación topográfica entre los tejidos germinales, la proliferación de los elementos testiculares y ováricos puede haber ocurrido en forma paralela desde su diferenciación en un estadio temprano del desarrollo gonadal. Mallson et al. (1986) indican que la administración de 17β estradiol a machos de *Perca flavescens* provoca la inversión sexual de las células germinales, y el tratamiento con 17α metil-testosterona a hembras induce la espermatogénesis y formación de ovoteste, sugiriendo que las hormonas sexuales estarían involucradas como mediadores en la diferenciación de los tejidos germinales. Estos hallazgos permiten suponer que un cambio en los niveles circulantes nor-

males de andrógenos podrían constituir una de las causas del hermafroditismo accidental (intersexo). El avanzado estado funcional evidenciado en los tejidos heterólogos del intersexo de sardina española supone un proceso normal de la esteroidogénesis.

La distribución de frecuencias de diámetros de los ovocitos muestra una situación normal para peces desovadores múltiples y en especial al ser comparadas con las obtenidas en ejemplares hembra de sardina española por Herrera y Claramunt (1990). Esta corresponde a una típica distribución de un ovario en estadio avanzado de desarrollo ovocitario, con una clara diferenciación del grupo modal más avanzado, en la cual ha comenzado el proceso de hidratación, evidenciado por la presencia de ovocitos mayores a $650 \mu\text{m}$ de diámetro.

Por último, el hallazgo de un caso hermafrodita en sardina española, nos lleva a sugerir una nueva posibilidad que estaría latente dentro de la amplia gama de tácticas reproductivas en los peces teleosteos.

LITERATURA CITADA

- Aranis, A. y A. Torres. 1987. Un caso de hermafroditismo en la sardina (*Sardinops sagax* Jenyns, 1842) (Pisces, Clupeiformes, Clupeidae). Invest. Pesq. (Chile) 34: 149-153.
- D' Ancona, U. 1949. Ermafroditismo ed intersessualità nei teleostei. *Experientia* 5:381-389

- Garland, D., G. Herrera, M. Díaz y C. Padilla. 1989. Estimación de la talla y edad de la primera madurez sexual en *Sardinops sagax musica* del norte de Chile, utilizando incrementos de crecimiento diarios en sus otolitos. Resumen III Congreso Venezolano sobre Ciencias del Mar. p. 33.
- Herrera, G. y G. Claramunt. 1990. Estimaciones de la fecundidad parcial y frecuencia de desove de *Sardinops sagax* durante 1987 y 1988, en el norte de Chile. Invest. Cient. y Tec., Serie: Ciencias del Mar 1:55-68.
- Malison, J.A., T.B. Kayes, C.D. Best and C.W. Amundson. 1986. Sexual differentiation and use of hormones to control sex in yellow perch (*Perca flavescens*). Can. J. Fish. Aquat. Sci. 43: 26-35.
- Porter, D.A. and A.J. Fivizzani. 1983. Spontaneous occurrence of a synchronous hermaphrodite in the banded killifish, *Fundulus diaphanus* (Lesueur). J. Fish Biol. 22: 671-675.
- Price, D.J. 1984. Genetics of sex determination in fishes - A Brief Review. En: G.W. Potts and R.J. Wootton (eds.), Fish Reproduction: Strategies and tactics, 77-89. Academic Press, London.
- Reinboth, R. 1983. The peculiarities of gonad transformation in teleosts. Differentiation 23 (Suppl.): S82-S86.
- Serra, R. y I. Tsukayama. 1988. Sinopsis de datos biológicos y pesqueros de la sardina española *Sardinops sagax* en el pacífico suroriental. FAO Sinopsis. Pesca (13) Rev. 1: 60 p.
- Simpson, A. 1951. The fecundity of the plaice. Fishery Invest. Lon. Ser. 2, 17(5): 1-27.
- YAMAMOTO, I. 1969. Sex differentiation. En: W.S. Hoar and D.J. Randall (eds.), Fish physiology 2: 117-158. Academic Press, New York.