

PRIMER REPORTE DE OVOTESTIS EN *Anchoa mitchilli* (TELEOSTEI: ENGRAULIDAE) EN UNA LAGUNA COSTERA DE VERACRUZ

Manuel Castillo-Rivera^{*1,2}, Susana Vélez-Jiménez¹
y Rocío Zárate-Hernández¹

¹Laboratorio de Peces, Departamento de Biología. Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa . Apdo. Postal 55-535, C.P. 09340. México, D.F. ²Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, Campus II, Universidad Nacional Autónoma de México. Batalla del 5 de mayo s/n, esq. Fuerte de Loreto, Col. Ejército de Oriente, C.P. 09230, Deleg. Iztapalapa, México, D.F. E-mail: *crma@xanum.uam.mx.

RESUMEN

Durante el estudio de la biología reproductiva de *Anchoa mitchilli* en la laguna de Pueblo Viejo, Veracruz, se analizaron 3,385 individuos (1,530 machos y 1,855 hembras). Del total de organismos analizados, un individuo de 45 mm de longitud patrón y peso de 0.89 g, mostró que la gónada derecha (peso de 2.6 mg y longitud de 7.5 mm), corresponde a un ovario normal, mientras que la gónada izquierda (8.4 mg y 8.0 mm), en tres cuartas partes presenta tejido ovárico y en una cuarta parte tejido testicular. A pesar que la biología reproductiva de *A. mitchilli* ha sido extensamente estudiada, el presente reporte representa el primer registro de la presencia de ovotestis para esta especie inherentemente “gonocorística” y, en general, para cualquier miembro de la Familia Engraulidae. Aunque la presencia de ovotestis en especies dioicas se ha relacionado con el proceso de feminización de machos por exposición a contaminantes endocrino-disruptivos, se considera que el presente reporte obedece a una anomalía endógena debida a una disfunción endocrina aislada.

Palabras Clave: dioico, endocrino-disruptivo, especies “gonocorísticas”, intersexo, masculinización.

ABSTRACT

During the study of the reproductive biology of *Anchoa mitchilli* in the Pueblo Viejo Lagoon, Veracruz, Mexico, 3,385 individuals were analyzed (1,530 males and 1,855 females). Of these individuals, an organism of 45.0 mm standard length and 0.89 g in weight, showed that the right gonad (weight of 2.6 mg and 7.5 mm in length) corresponds to a normal ovary, while the left gonad (8.4 mg and 8.0 mm), has a section of ovarian tissue (three quarters) and a section of testicular tissue (one quarter). Even though the reproductive biology of *A. mitchilli* has been extensively studied, this report is the first record of an ovotestis for this inherently gonochoristic species, and in general, for any member of the Engraulidae family. Although the presence of ovotestis in gonochoristic species has been related to a male feminization process due to exposure to endocrine-disrupting chemicals (EDCs), it is considered that the reported case is due to an anomaly as a result of an isolated endocrine dysfunction.

Key Words: dioecious, endocrine-disrupting, gonochoristic species, intersex, masculinization.

INTRODUCCIÓN

La especie *Anchoa mitchilli* (Valenciennes in Cuvier & Valenciennes, 1848) es un pez teleósteo de la Familia Engraulidae, que presenta una amplia distribución geográfica en el Atlántico Norte y Central (42°N - 16°N, 99°W - 72°W), desde Casco Bay en Maine hasta los cayos de Florida, y en todo el Golfo de México, hasta el sur de Yucatán. Es una especie pelágica encontrada en aguas costeras, preferentemente en áreas poco profundas con fondos fangosos y aguas salobres, la cual tolera una amplia variación de salinidad¹. *Anchoa mitchilli* es una especie de talla relativamente pequeña (comúnmente no rebasa los 80 mm de longitud total), llegando a ser una especie dominante en las comunidades de peces, tanto en estuarios templados fríos^{2,3} y cálidos^{4,5} del Atlántico Norte, como en el norte del Golfo de México⁶. Particularmente en la laguna de Pueblo Viejo, Veracruz, esta especie es la más abundante de toda la comunidad íctica⁶⁻⁹.

La mayoría de las especies de peces son dioicas ("gonocóricas"), es decir que los órganos reproductores masculinos y femeninos se encuentran en individuos distintos. Sin embargo, existen especies en las cuales un mismo individuo presenta tejido reproductivo femenino y masculino, pero esta condición (monoico o hermafroditismo) se presenta sólo en miembros de unas 14 familias de teleósteos y, en general, está reducida principalmente a peces de arrecifes de coral (Serranidae, Scaridae, Labridae) y aquéllos que viven en las profundidades del océano¹⁰⁻¹².

MATERIALES Y MÉTODOS

La laguna de Pueblo Viejo se ubica al norte del estado de Veracruz (22°05' - 22°13' N, 97°50' - 98°00' W), en el límite con el estado de Tamaulipas. El sistema es somero (con una profundidad promedio de 1.31 m) y es relativamente pequeño, con una superficie aproximada de 88.7 Km². La temperatura del agua varía de los 15° C en enero a los 34° C en agosto, mientras que la salinidad oscila entre los 0.5 y los 33⁸.

Los peces fueron colectados a través de dos ciclos anuales, en el primero de ellos, mensualmente se tomaron muestras únicamente durante horas luz en seis diferentes localidades, mientras que en el segundo ciclo se realizaron bimestralmente muestreos nocturnos (toma de muestras cada dos horas), considerando dos localidades. En ambos ciclos de muestreo se utilizó un chinchorro playero de 30 m de longitud por 1 m de profundidad y malla de 1 cm, considerándose los dos principales tipos de hábitat del sistema, uno con vegetación sumergida (dominada por *Ruppia maritima* L.) y otro de sustrato blando desnudo.

En total se realizaron 210 muestreos e inmediatamente después de su captura, los peces fueron fijados en formalina al 10% y, posteriormente, preservados en etanol

al 70%^{6,8,9}. En laboratorio se determinó la longitud patrón, peso total y peso de las gónadas de cada individuo.

RESULTADOS

Durante el estudio de la biología reproductiva de *A. mitchilli*, se disecaron 3,385 individuos, de los cuales 1,530 fueron machos y 1,855 hembras. La talla de los machos varió de 18.50 a 62.54 mm de longitud patrón con un promedio de 41.73 mm, mientras que su peso osciló entre 0.06 y 2.74 g, con un promedio de 0.80 g. En relación con las hembras, su talla varió entre 18.50 a 70.46 mm con un promedio de 42.25 mm y su peso osciló entre 0.06 y 3.83 g con un promedio de 0.84 g. El peso de los testículos varió de 0.5 a 152 mg con un promedio de 18.11 mg, mientras que el peso de los ovarios osciló de 0.5 a 200 mg con un promedio de 19.27 mg.

Del total de individuos analizados se registró un caso de ovotestis (Figura 1). El ejemplar presentó una longitud patrón de 45 mm y un peso de 0.89 g, fue recolectado en la localidad antes citada, con vegetación sumergida, a las 04:00 h durante el mes de enero, aproximadamente dos meses antes del máximo pulso reproductivo de la especie. La disección del ejemplar mostró que la gónada derecha, con peso de 2.6 mg y longitud de 7.5 mm, corresponde a un ovario normal, mientras que la gónada izquierda, con peso de 8.4 mg y longitud de 8.0 mm, en tres cuartas partes presenta tejido ovárico y en una cuarta parte tejido testicular.

DISCUSIÓN

La presencia de ovotestis en especies dioicas de peces, ha sido reportada en varios Órdenes, desde Esociformes hasta Pleuronectiformes¹³⁻¹⁷. Para Clupeiformes se han reportado casos de ovotestis, pero principalmente en miembros de la

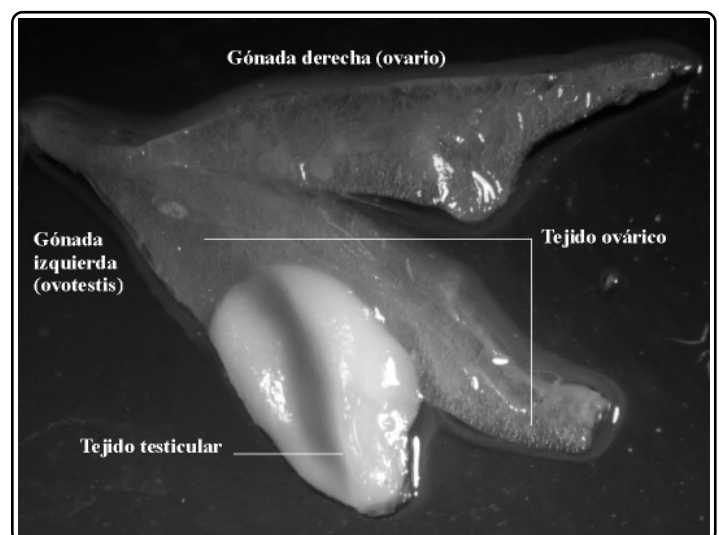


Figura 1. Ovotestis (gónada izquierda) de *Anchoa mitchilli*. Especimen capturado en la laguna de Pueblo Viejo, Veracruz.

Familia Clupeidae¹⁸. Por el contrario, para especies de la Familia Engraulidae, a la fecha, no existe reporte formal sobre una condición de ovotestis. Así, aunque existen muchos estudios sobre la biología reproductiva de *Anchoa mitchilli*, tanto en ambientes templados como tropicales^{2,19-23}, el presente reporte es el primer registro de la presencia de ovotestis para esta especie inherentemente “gonocorística” (dioica).

En especies dioicas, la frecuencia en poblaciones silvestres de individuos con ovotestis, varía entre el 0.5 y 25%^{14,15,17,24}. De acuerdo con lo anterior y con el número total de individuos analizados, la presencia de ovotestis en *A. mitchilli* mostró una frecuencia relativa extremadamente baja (0.03%).

Asimismo, tomando en cuenta que la gónada derecha fue un ovario normal y que sólo una fracción de la gónada izquierda mostró tejido testicular, se puede considerar que se trata de una hembra con un proceso de masculinización. Por el contrario, la mayoría de los casos reportados de ovotestis de especies dioicas se relacionan con el proceso de feminización de machos y se han asociado con la contaminación ambiental por compuestos endocrino-disruptivos, los cuales mimetizan las acciones de las hormonas sexuales femeninas²⁵⁻²⁹. Así, a pesar de que la laguna de Pueblo Viejo no está exenta de contaminación, tomando en cuenta que se registró un solo caso de 3,385 individuos analizados y que éste corresponde a la masculinización de una hembra, se puede considerar que el presente reporte obedece a una anomalía endógena producto de una disfunción endocrina aislada.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa, por el apoyo financiero que permitió realizar el trabajo de campo y procesamiento del material biológico. Asimismo, se agradece a los tesisistas Griselda Moreno y Rodolfo Iniestra de la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza (UNAM), su asistencia en el procesamiento de las muestras.

REFERENCIAS

1. Nizinski, M.S. & Munroe, T.A. Engraulidae, Anchovies. In: Carpenter, K.E. (ed.). The living marine resources of the Western Central Atlantic. Vol 2: Bony fishes part 1 (Acipenseridae to Grammatidae). FAO Species Identification Guide for Fishery Purposes and American Society of Ichthyologists and Herpetologists Special Publication No. 5. Rome, FAO. p. 778 (2002).
2. Lapolla, A.E. Bay anchovy *Anchoa mitchilli* in Narragansett Bay, Rhode Island. II. Spawning season, hatch-date distribution and young-of-the-year growth. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* **217**, 103-109 (2001).
3. Able, K.W., Grothues, T.M., Rowe, P. M., Wuenschel, M.J. & Vasslides, J.M. Near-surface larval and juvenile fish in coastal habitats: comparisons between the inner shelf and an estuary in the New York bight during summer and fall. *Estuaries Coasts.* **34**(4), 726-738 (2011).
4. Kirby-Smith, W.W., Lebo, M.E. & Herrmann, R.B. Nekton variations in tributaries along a hydrologically modified North Carolina estuary. *Estuaries.* **24**(1), 59-68 (2001).
5. Paperno, R. & Brodie, R.B. Effects of environmental variables upon the spatial and temporal structure of a fish community in a small, freshwater tributary of the Indian River Lagoon, Florida. *Estuar. Coast. Shelf Sci.* **61**(2), 229-241 (2004).
6. Castillo-Rivera, M., Zárate-Hernández, R., Ortiz-Burgos, S. & Zavala-Hurtado, J. Diel and seasonal variability in the fish community structure of a mud bottom estuarine habitat in the Gulf of Mexico. *Mar. Ecol.* **31**, 633-642 (2010).
7. Castillo-Rivera, M., Moreno, G. & Iniestra, R. Spatial, seasonal, and diel variation in abundance of the bay anchovy, *Anchoa mitchilli* (Teleostei: Engraulidae), in a tropical coastal lagoon of México. *Southwest. Nat.* **39**(3), 263-268 (1994).
8. Castillo-Rivera, M., Zavala-Hurtado, J.A. & Zárate, R. Exploration of spatial and temporal patterns of fish diversity and composition in a tropical estuarine system of Mexico. *Rev. Fish Biol. Fish.* **12**, 167-177 (2002).
9. Castillo-Rivera, M., Ortiz-Burgos, S. & Zárate-Hernández, R. Estructura de la comunidad de peces estuarinos en un hábitat con vegetación sumergida: variación estacional y nictémera. *Hidrobiol.* **21**(3), 311-321 (2011).
10. Wootton, R.J. Ecology of teleost fishes (Chapman & Hall. U.S.A. 1990). 404 págs.
11. Jobling, M. Environmental Biology of Fishes (Chapman and Hall, Great Britain, 1995). 455 págs.
12. Moyle, P.B. & Cech, J.J. Fishes: an introduction to ichthyology. (5th edn. Prentice-Hall, New Jersey, 2004). 726 págs.
13. Domínguez, J., Peña, J.C. & González, G. First occurrence of hermaphrodite pike, *Esox lucius* L., in the Esla basin (Spain). *J. Fish Biol.* **34**(6), 973-975 (1989).
14. Wen, D.J. & Chen, M.H. Reproductive biology of *Liza subviridis* in Kaohsiung Harbor Area, southern Taiwan. *J. Fish. Soc. Taiwan.* **23**(2), 95-107 (1996).
15. Stentiford, G.D., et al. Histopathological biomarkers in estuarine fish species for the assessment of biological effects of contaminants. *Mar. Environ. Res.* **55**(2), 137-159 (2003).
16. Shao, Y., Hwang, L. & Lee, T. Short Report: Histological observations of ovotestis in the spotted scat *Scatophagus argus*. *Fish. Sci.* **70**(4), 716-718 (2004).
17. Stentiford, G.D. & Feist, S.W. First reported cases of intersex (ovotestis) in the flatfish species dab *Limanda limanda*: Dogger Bank, North Sea. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* **301**, 307-310 (2005).
18. Atz, J.W. Intersexuality in fishes. In: Intersexuality in vertebrates including man (eds. Armstrong, C.N. & Marshall, A. J.) 145-232 (Academic Press, New York, 1964).
19. Voughlitois, J.J., Able, K.W., Kurtz, R.J. & Tigre, K.A. Life history and population dynamics of the bay anchovy in New Jersey. *Trans. Am. Fish. Soc.* **166**, 141-153 (1987).
20. Flores-Coto, C., Ocaña-Luna, A., Luna-Calvo, A. & Zavala-García, F. Abundancia de algunas especies de anchoas en la Laguna de Términos (México), estimada a través de la captura de huevos. *An. Inst. Cienc. Mar Limnol. Univ. Nac. Auton. Mex.* **15**, 125-134 (1988).
21. Luo, J. & Musick J.A. Reproductive biology of the bay anchovy in Chesapeake Bay. *Trans. Am. Fish. Soc.* **120**, 701-710 (1991).
22. Zastrow, C.E., Houde, E.D. & Morin, L.G. Spawning, fecundity,

- hatch date frequency and young-of-the-year growth of bay anchovy *Anchoa mitchilli* in mid-Chesapeake Bay. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* **73**, 161-171 (1991).
23. Bassista, T.P. & Hartman, K.J. Reproductive biology and egg mortality of bay anchovy, *Anchoa mitchilli*, in the Hudson River estuary. *Environ. Biol. Fishes.* **73**(1), 49-59 (2005).
24. Allen, Y. *et al.* The extent of estrogenic contamination in the UK estuarine and marine environments - further surveys of flounder. *Sci. Total Environ.* **233**(1-3), 5-20 (1999).
25. Matthiessen, P. *et al.* The impact of oestrogenic and androgenic contamination on marine organisms in the United Kingdom - summary of the EDMAR programme. *Mar. Environ. Res.* **54**(3-5), 645-649 (2002).
26. Vethaak, A.D. *et al.* Estrogenic effects in fish in The Netherlands: some preliminary results. *Toxicology.* **181-182**, 147-150 (2002).
27. Bateman, K.S., Stentiford, G.D. & Feist, S.W. A ranking system for the evaluation of intersex condition in European flounder (*Platichthys flesus*). *Environ. Toxicol. Chem.* **23**(12), 2831-2836 (2004).
28. Crain, D.A. *et al.* An ecological assessment of bisphenol-A: Evidence from comparative biology. *Reprod. Toxicol.* **24**(2), 225-239 (2007).
29. Nadzialek, S. *et al.* Understanding the gap between the estrogenicity of an effluent and its real impact into the wild. *Sci. Total Environ.* **408**(4), 812-821 (2010).