

OBSERVACIONES SOBRE EL DESARROLLO GONADAL DEL PEZ HERMAFRODITA *Diplectrum formosum* (Linnaeus 1758) EN EL NORORIENTE DE VENEZUELA

ALFREDO GÓMEZ GASPAR

Instituto Oceanográfico, Universidad de Oriente, Cumaná, Venezuela

RESUMEN: Se estudió el desarrollo gonadal de *Diplectrum formosum* (Linnaeus, 1758) (Serranidae) un pez hermafrodita sincrónico muy abundante en el sureste de la Isla de Margarita y en la Isla de Cubagua (Venezuela). Histológicamente se estudiaron las gónadas de 120 ejemplares con longitud total entre 70 y 236 mm. En individuos con talla de 70 a 95 mm no se observó tejido ovárico ni testicular. En ejemplares con talla de 100 a 140 mm, son diferenciables ambos sexos y en la gónada hembra fue característica la existencia de lo que denominamos cuerpos gonádicos, que son oocitos malformados o fragmentos de ovas. Los cuales, sin excepción, siempre aparecieron antes de la vitelogénesis normal. *D. formosum* desova por primera vez cuando tiene talla de 140 a 160 mm, a este rango de longitud en la porción testicular se observaron espermátides y espermatozoides maduros, asimismo, en la porción ovárica se encontraron ovocitos en estado de vitelogénesis avanzada presentando los tres tipos de inclusiones nutricias (vesículas de vitelo, lípidos y gránulos de vitelo) y además tienen un diámetro hasta de 332,6 micras. Ocurrido el desove, nuevamente y al parecer cíclicamente, aparecen los cuerpos gonádicos que desaparecen al normalizarse el proceso ovogenésico. Algunos ejemplares con gónadas maduras o recientemente desovados presentaron una joroba al inicio de la aleta dorsal. Se comenta que la teoría (modelo) de la baja densidad poblacional, no es causa del hermafroditismo sincrónico en *D. formosum*, porque es una especie muy abundante en el nororiente de Venezuela.

ABSTRACT: The gonadal maturation process in the synchronous hermaphrodite *Diplectrum formosum* (Serranidae), captured from Margarita and Cubagua Islands (Venezuela), was studied. Gonads of 120 specimens whose total length ranged from 70 to 236 mm were examined histologically. The gonadal tissue of specimens with sizes between 70 and 95 mm could not be distinguished as to sex. In fish of 100 to 140 mm, the sexes were differentiated, but the female region was invariably characterized by numerous gonadic bodies consisting of fragmented ova or disorganized oocytes. This condition always preceded the normal process of ovogenesis. *D. formosum* first spawns between 140 and 160 mm of length. Mature spermatozoa and oocytes in various stages of maturity can be seen in the testicular and ovarian regions respectively. The more mature oocytes are 332.6 μ in diameter and we observed three types of nutritive inclusions (yolk vacuoles, oil droplets and yolk granules) and radial striations on the zona radiata. Some individuals with ripe gonads or nearly spawned had a hump on the nape. The low density model does not adequately explain the synchronous hermaphroditism of *D. formosum* because this species is very abundant in the northeast of Venezuela.

INTRODUCCION

En los peces teleósteos se presentan dos tipos generales de sexualidad. Existen las especies denominadas gonocóricas y las hermafroditas. La mayoría de los peces son gonocóricos, que es lo mismo que dióicos, es decir con los sexos separados. En sentido estricto, las especies hermafroditas tienen gónadas con tejido ovárico y testicular,

pero puede suceder que inicialmente un sexo predomine un tiempo y que luego ocurra una inversión sexual, y prevalecer el otro sexo. En estos casos, los hermafroditas protoginos son aquellas especies que en su ciclo reproductivo primero son hembras y que luego se transforman en machos, éste tipo de hermafroditismo es común en las familias Sparidae y Serranidae (SMITH, 1959). A su vez, las especies

hermafroditas protándricas primero funcionan como machos y luego cambian a hembras, éste fenómeno se presenta en las familias *Sparidae*, *Platycephalidae* y *Gonostomatidae*, entre otras.

También, existe el hermafroditismo sincrónico o simultáneo, denominado así porque los procesos de ovogénesis y espermiogénesis ocurren el mismo tiempo, y generalmente, pero no siempre, ambas gónadas se pueden diferenciar topográficamente. Este hermafroditismo es especialmente manifiesto en los serránidos de los géneros *Serranus*, *Hypoplectrus*, *Diplectrum* y *Serraniculus* (JONES, 1980).

En las costas del oriente de Venezuela, el género *Diplectrum* se representa por dos especies; *D. radiale*, frecuente en fondos arenofangosos y la especie *D. formosum* que abunda en ambientes arenosos con corales córneos del sureste de la Isla de Margarita y en la Isla de Cubagua, donde se conoce con el nombre de bolo o guatacare. En estas áreas tiene hábitos alimenticios macrofágos y en sus contenidos gástricos predominan los crustáceos, especialmente camarones carídeos y cangrejos de los géneros *Callinectes*, *Menippe* y *Calappa*; también ingiere peces juveniles de clupeidos, engraulidos y gerreídos, y rara vez moluscos pelecipodos (*Lithophaga*). Se ha citado que *D. formosum* vive en agujeros que excava (BOHLKE y CHAPLIN, 1968), puede alcanzar una talla de 30 cm y ocasionalmente penetra a las lagunas de los manglares (CERVIGON, 1966).

Es conocido que las especies de *Diplectrum* son hermafroditas sincrónicas (BORTONE, 1974, 1977) pero la mayoría de los estudios se han realizado en base a pocos ejemplares, y es escasa la información sobre la biología reproductiva de *D. formosum*, en especial lo relacionado con el desarrollo de las gónadas.

MATERIAL Y METODOS

El material se colectó pescando con anzuelo en fondos arenosos (profundidades

de 6 a 12 m) en los que abundan corales córneos y situados al sureste de la Isla de Margarita y en la Isla de Cubagua. Se capturaron 120 ejemplares con rango de talla de 70 a 236 mm de longitud total y peso de 3,78 a 177,57 gramos. Las gónadas se fijaron con formol (10%) neutralizado y luego se mantuvieron por algunos días en solución de Davidson. Se deshidrataron con alcohol y etanol-cloroformo e incluidas en parafina. En la porción anterior, medial y posterior de la gónadas, se realizaron cortes longitudinales y transversales con espesor de ocho micras. Las preparaciones histológicas fueron teñidas con hematoxilina Harris y contrastadas con tricónico VOF, de acuerdo a lo sugerido por GUTIERREZ (1967).

RESULTADOS

MORFOLOGIA DE LA GONADA

Todos los ejemplares examinados resultaron hermafroditas. En *D. formosum* las gónadas están constituidas por dos lóbulos en los que predomina el tejido ovárico. En la parte posterior de la gónada los lóbulos forman un seno postovárico, con estructura reproductiva accesoria, tal como se ha indicado (TOURT & BORTONE, 1980) para el género *Diplectrum*. En la parte posterior e inferior de la gónada se localiza el área testicular, y solamente en un ejemplar se observó que los testículos ocuparan la mitad de la longitud total de la gónada. Los ductos espermáticos están próximos al conducto mesonéfrico y rodeados de músculo liso. El conducto espermático no se une al oviducto ni al conducto mesonéfrico.

Desarrollo gonadal según la talla.

Ejemplares con talla de 70 a 96 mm: La gónada no fue diferenciada por disección y en los cortes histológicos no se observó tejido gonadal.

Ejemplares con talla de 100 a 140 mm: La gónada hembra es muy pequeña y la porción testicular difusa. Sin embargo, es característica la presencia de lo que deno-

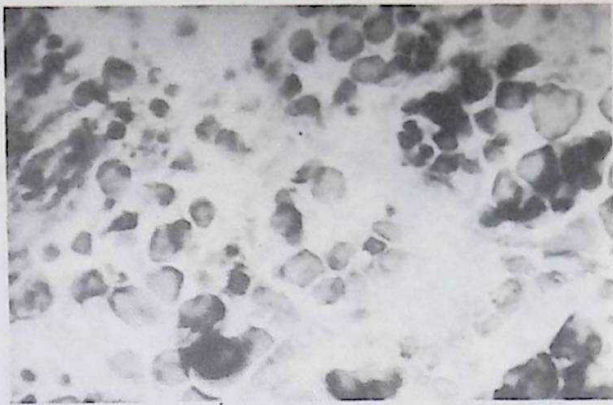


Fig. 1. Cuerpos gonádicos (= oocitos malformados) que predominan antes de la ovogenesis normal del pez hermafrodita *Diplectrum formosum*. (x 400).

minamos "cuerpos gonádicos" que tienen forma irregular, algunos con acusada basofilia, otros eosinófilos o intensamente coloreados de amarillo. Tienen un tamaño de 13,3 a 66,5 μm , los cuerpos gonádicos generalmente no tienen el núcleo diferenciado (Fig. 1). En la porción testicular no se observaron cuerpos gonádicos.

Ejemplares con talla de 140 a 160 mm: En la porción ovárica se observa un menor número de cuerpos gonádicos. Algunos oocitos inician el proceso de previtelogénesis normal, con el núcleo situado en la periferia de los ovocitos y los nucleólos sin posición nuclear definida (GOMEZ, 1980). En la porción testicular existen espermatogonias y espermatoцитos con diámetro de 1 a 3 μm y los túbulos espermáticos tienen de 18 a 36 μm .

Ejemplares con talla de 160 a 175 mm: Tienen un desarrollo normal de los procesos de ovogénesis y espermiogénesis. En el ovario, ovocitos en estado de previtelogénesis tienen un diámetro de 10,7 a 71,4 μm y el núcleo de 7,14 a 17,85 μm . La fase de vitelogénesis, se inicia con la aparición de las vesículas de vitelo, caracterizadas por su basofilia intensa; los oocitos tienen un diámetro de 57,12 a 178,2 μm (Fig. 2). El proceso vitelogenético continúa con la aparición

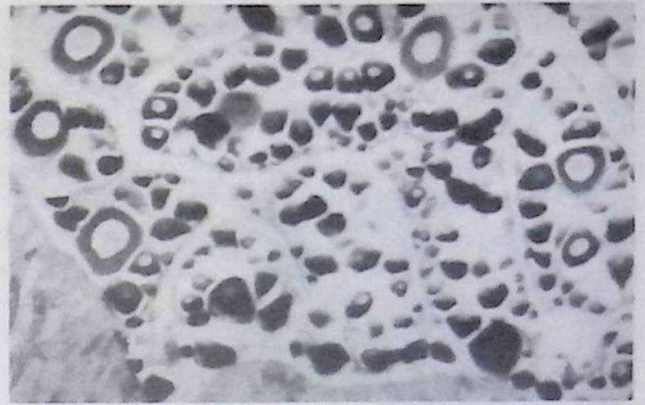


Fig. 2. Inicio de la vitelogénesis con la aparición de las primeras inclusiones nutricias y el núcleo situado hacia el centro de los oocitos. El tejido testicular en la parte inferior. (x 400).

de los gránulos de vitelo (Fig. 3) y los oocitos tienen un diámetro de 93,1 a 266,0 μm . Por último, alrededor del núcleo aparecen los lípidos, es la tercera inclusión nutricia, y los oocitos tienen un diámetro de 212,8 a 332,6 micras. Los ovocitos observados en el mayor grado de madurez, tienen núcleo con diámetro de 28,56 a 96,39 μm ; los gránulos de vitelo tienen de 3,57 a 10,31 micras y las inclusiones lipídicas con diámetro de 3,55 a 39,27 μm . La zona radiada es muy visible y con ancho de 7,14 a 14,28 μm y patentes las estriaciones que permiten el intercambio de materiales con las células de la granulosa que rodean el ovocito (Fig. 4). En la porción testicular, la espermiogénesis es muy avanzada y en algunos casos se observan, claramente diferenciadas, las colas de los espermatozoides congregados en el lumen de los túbulos seminíferos (Fig. 5).

Ejemplares con talla de 175 a 180 mm: En las gónadas predominaron los cuerpos gonádicos y no se observaron oocitos en estado de vitelogénesis.

Ejemplares con talla de 185 a 195 mm: Se observó el desarrollo normal de los procesos de ovogénesis y vitelogénesis, y se apreciaron muy pocos cuerpos gonádicos.

En los ejemplares con talla próxima a los 200 mm de longitud, las gónadas presenta-

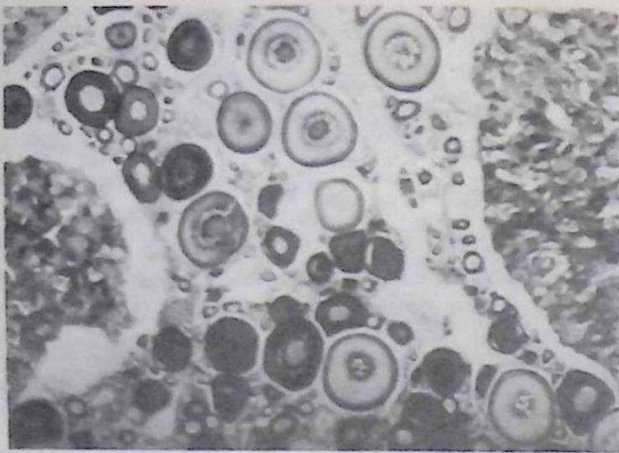


Fig. 3. *Diplectrum formosum* es un pez hermafrodita sincrónico. Se aprecian oocitos en diversos estados de desarrollo y el tejido testicular en los extremos izquierdo y derecho (x 200).

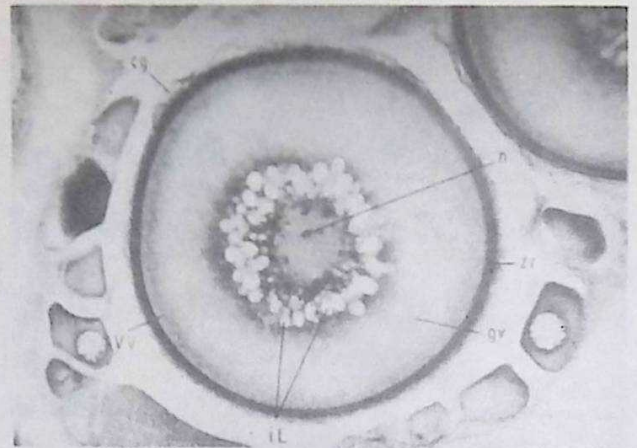


Fig. 4. Oocito en estado de desarrollo avanzado. VV: vesículas de vitelo GV: granulos de Vitelo IL: inclusiones lipídicas ZR: zona radiada CG: células de la granulosa N: nucléolo (x 400).

ron numerosos cuerpos gonádicos (Fig. 1) y en los ejemplares con tallas mayores de 200 mm, indistintamente presentaban gónadas en las cuáles se apreciaba un desarrollo gonadal normal y otras en las que predominaban los cuerpos gonádicos. Esta secuencia permite suponer que para el desarrollo de un proceso de ovogénesis normal, previa y necesariamente aparecen los cuerpos gonádicos, que predominan pero son reabsorbidos y hacen su aparición otros óvulos que tienen una vitelogénesis semejante a la de cualquier teleósteo gonocórico.

También es de resaltar, que algunos ejemplares en estado de madurez avanzada o recién desovados, presentaron una notoria joroba al inicio de la aleta dorsal (Fig. 6).

DISCUSION

En los ejemplares de *Diplectrum formosum* con talla inferior a 100 mm de longitud total, el tejido gonadal no es diferenciable. Los ejemplares con longitud de 100 a 140 mm, tienen gónadas con la porción testicular diferenciada de la ovárica, pero en ésta, es de notar la existencia de numerosos cuerpos gonádicos u oocitos malformados. *D. formosum* con talla de 140 a 160 mm presentaron gónadas en las cuales se desarrollaba un proceso ovogenético normal y se

determinaron todos los estadios de previtelogénesis (Fig. 3) y vitelogénesis (Fig. 4). A su vez, en la región testicular se observaron espermátides y espermatozoides. Se considera entonces que la especie desova por primera vez cuando tiene una longitud total de 140 a 160 mm. Ocurrida la puesta, en la gónada aparecen de nuevo los cuerpos gonádicos, tal como se observó en los ejemplares con talla de 175 a 180 mm, y en los de longitud próxima a los 200 mm. En consecuencia, suponemos que *D. formosum* tiene desoves intensos e intermitentes, y luego de cada desove se reinicia un desarrollo gonadal, que necesariamente incluye la aparición cíclica de los cuerpos gonádicos, que surgen de los procesos fisiológicos que permiten la sincronía de la gónada hermafrodita.

Los cuerpos gonádicos son oocitos malformados que han perdido su organización, pero que pueden permanecer algún tiempo (YAMAMOTO, 1956). Se observan generalmente en hermafroditas consecutivos o metagóneos, donde existe una sucesión sexual y se hacen notorios cuando la parte ovárica deja de funcionar, y comienza a predominar el tejido testicular. A este respecto, debe indicarse la notable similitud entre los cuerpos gonádicos que observamos en *D. formosum* (Fig. 1), y los óvulos fragmentados y

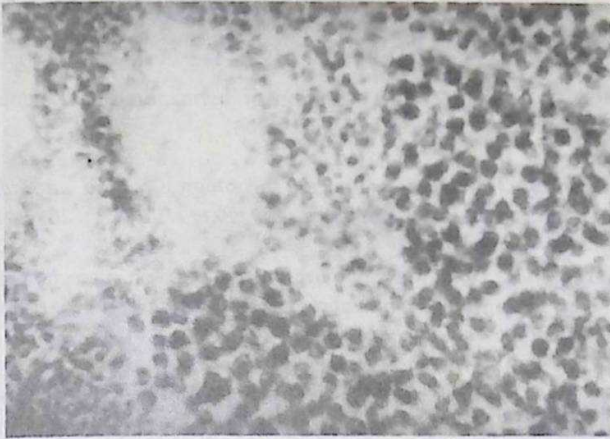


Fig. 5 Espermatides y espermatozoides con sus colas diferenciadas en el lumen de los túbulos seminíferos (x 100).

sin vitelo presentes en individuos del lutjánico *Hemanthias vivanus* en fase de cambiar de hembra a macho (HASTINGS, 1981. Fig. 3); este mismo autor menciona que los fragmentos de ovas disminuyen en número a medida que predomina el tejido testicular y desaparecen cuando el pez cambia totalmente su sexo a macho.

En algunos ejemplares adultos de *D. formosum* observamos una protuberancia o joroba (Fig. 6) al inicio de la aleta dorsal, y puede ser una característica sexual secundaria, pero teniendo en cuenta el hermafroditismo sincrónico de la especie, debe considerarse como indicación de madurez sexual o desove reciente.



Fig. 6. *Diplectrum formosum* en estado de madurez sexual avanzada o recién desovados, con frecuencia presentan una joroba al inicio de la aleta dorsal.

Es conveniente hacer un comentario sobre el hermafroditismo en los peces Serranidae, especialmente en relación a que sea una estrategia de los individuos de poblaciones pequeñas y con poca movilidad, tal como se ha sugerido (BARLOW, 1975) para el género *Hypoplectrus* de Puerto Rico, y que de manera general se indica como una de las posibles explicaciones del hermafroditismo (TOMLINSON, 1966; GHISELIN, 1969; HEATH, 1977). Esta hipótesis no es aplicable a *D. formosum* considerando que las poblaciones de las islas de Margarita y Cubagua, no presentan baja densidad. Otra teoría, tal vez más interesante, es la de JONES (1980), quien menciona que los serránidos de tallas pequeñas son hermafroditas sincrónicos, y cita como ejemplo a *Serraniculus pumilio*, *Diplectrum macropoma* y *D. pacificum* que alcanzan tallas de 60, 130 y 219 mm, respectivamente. A estas especies se puede agregar *D. formosum*, que en Venezuela tiene una talla máxima de unos 300 mm (CERVIGON, 1966). En cambio, los hermafroditas protogínicos tienen tallas mayores, como el mero *Epinephelus morio* que alcanza 750 mm y la cuna *Mycteroperca microlepis* que tiene una longitud hasta de 900 mm (JONES, op. cit.). Esta situación, que parece cumplirse en los peces hermafroditas, ya había sido sugerida por CLARK (1978), como una explicación a la numerosa ocurrencia de hermafroditas funcionales en metazoos de talla muy pequeña. De todas maneras, debe considerarse que el hermafroditismo sincrónico en los peces, puede ser una respuesta peculiar al grado de estructura del ecosistema en el cual viven.

AGRADECIMIENTOS

Se expresa especial agradecimiento al Técnico FIDEL LAREZ por su ayuda en el laboratorio. Los cortes histológicos fueron realizados por el señor CARLOS GARVIA del Centro de Investigaciones Científicas de la Universidad de Oriente en Boca del Río, Margarita, y las fotografías por el señor RA-

MON VARGAS. El trabajo mecanográfico estuvo a cargo de las señoras CONSUELO DE PRESILLA y DILIA MARQUEZ del Instituto Oceanográfico.

REFERENCIAS

- BARLOW, G. 1975. On the sociobiology of some hermaphroditic serranid fishes, the hamlets, in Puerto Rico. *Mar. Biol.* 33 (4): 295-300.
- BOHLKE, J. & CHAPLIN, C. 1968. Fishes of the Bahamas and adjacent waters. *Livingston Publ. Co. Penn.*, 771 pp.
- BORTONE, S. 1974. *Diplectrum rostrum*, a hermaphroditic new species (Pisces: Serranidae) from the eastern Pacific coast. *Copeia*, 1974, (1): 61-65.
- , 1977. Revision of the sea basses of the genus *Diplectrum* (Pisces: Serranidae). *NOAA Technical Report. NMFS Circular 404*, 49 pp.
- CERVIGON, F. 1966. *Los Peces Marinos de Venezuela*. Fondo de Cultura Científica, Caracas, 951 pp.
- CLARK, W. 1978. Hermaphroditism as a reproductive strategy for metazoans; some correlated benefits. *New. Zea. J. zool.*, 5: 769-780.
- GÓMEZ, A. 1980. Ovogénesis y fecundidad de *Trachinotus goodei* confinado en estanques de concreto. *Memorias III Simposio Latinoamericano de Acuicultura, Cartagena Colombia 1980*.
- GHISELIN, M. 1969. The evolution of hermaphroditism among animals. *Q. Rev. Biol.*, 44: 189-208.
- GUTIÉRREZ, M. 1967. Coloración histológica para ovarios de peces, crustáceos y moluscos. *Inv. Pesq.*, 31 (2): 265-271.
- HASTINGS, P. 1981. Gonad morphology and sex succession in the protogynous hermaphrodite *Hemanthias vivanus* (Jordan and Swain). *J. Fish. Biol.*, 18 (4): 443-454.
- HEATH, D. 1977. Simultaneous hermaphroditism, cost and benefit. *J. theor. Biol.*, 64: 363-373.
- JONES, G. 1980. Contribution to the biology of the red banded perch, *Ellerkeldia huntii* (Hector), with a discussion on hermaphroditism. *J. Fish. Biol.*, 17 (2): 207-216.
- SMITH, C. 1959. Hermaphroditism in some serranid fishes from Bermuda. *Pap. Mich. Acad. Sci.*, 44: 111-119.
- TOURT, L. & BORTONE, S. 1980. The accessory reproductive structure in the simultaneous hermaphrodite *Diplectrum bivittatum*. *J. Fish Biol.*, 16 (4): 397-403.
- TOMLINSON, J. 1966. The advantages of hermaphroditism and parthenogenesis. *J. theor. Biol.*, 11 (1): 54-58.
- YAMAMOTO, K. 1956. Annual cycle in the development of ovarian eggs in the flounder *Liopsetta obscura*. *J. Fac. Sci. Hokkaido Univ.*, (Ser. 6, Zoo.) 12: 362-373.

(Manuscrito recibido el 5 de julio de 1985).