

ESCALA DE MADUREZ GONADAL MACROSCÓPICA DE *Diplectrum conceptione* (PERCIFORMES: SERRANIDAE) VALIDADA HISTOLÓGICAMENTE

HISTOLOGICALLY VALIDATED GONADAL MATURITY SCALE MACROSCOPIC OF *Diplectrum conceptione* (PERCIFORMES: SERRANIDAE)

Luis Tito¹Manuel Vera¹Ángel Perea²Carlos E. Inga¹

RESUMEN

TITO L, VERA M, PEREA A, INGA C. 2020. Escala de madurez gonadal macroscópica de *Diplectrum conceptione* (Perciformes: Serranidae) validada histológicamente. Bol Inst Mar Perú. 35(2): 368-377.- Se realizó la validación de la escala de madurez gonadal macroscópica de *Diplectrum conceptione*. Se analizaron 608 gónadas recolectadas de enero a diciembre 2016, provenientes de capturas comerciales efectuadas con arrastre y espinel en Tumbes. Por tratarse de una especie hermafrodita, el corte histológico comprendió las regiones ovárica y testicular, investigándose solo la región ovárica; se empleó el método de infiltración en parafina y coloración con hematoxilina-eosina. Con base en el análisis histológico se asignó a cada individuo una fase de madurez macroscópica. Se describieron las fases de madurez: 0 (virginal), I (reposo), II (en maduración), III (maduro), IV (desovante) y V (recuperación). Se comparó esta escala con las de otras especies del mismo género, diferenciándose en la fase de recuperación, la que se trataría de un período de rápida transición y que se diferenciaría de la fase reposo por presencia de ovocitos atrésicos (puntos de color amarillo intenso a lo largo de los lóbulos). Se recomienda el empleo de esta escala validada para estimar la talla mínima de captura de la especie, además de iniciar estudios específicos que permitan determinar la sincronía en el desarrollo de las regiones ovárica y testicular de las gónadas de esta especie, así como la alternancia en el desove y expulsión en un mismo individuo.

PALABRAS CLAVE: *Diplectrum conceptione*, fases de madurez, desarrollo gonadal, histología, sincronía

ABSTRACT

TITO L, VERA M, PEREA A, INGA C. 2020. Histologically validated macroscopic gonadal maturity scale of *Diplectrum conceptione* (Perciformes: Serranidae). Bol Inst Mar Peru. 35(2): 368-377.- In this study, we analyzed 608 gonads of *Diplectrum conceptione* collected from January to December 2016, from commercial trawl and longline catches in Tumbes, to validate its macroscopic gonadal maturity scale. Since it is a hermaphrodite species, the histological cut included the ovarian and testicular regions, but we only studied the ovarian region. We applied the method of infiltration in paraffin and staining with hematoxylin-eosin. Based on the histological analysis, each individual was assigned a macroscopic maturity stage. We described the maturity stages as follows: 0 (virginal), I (rest), II (developing), III (mature), IV (spawning), and V (recovery). This scale was compared with those of other species in the same genus, with a difference in the recovery stage, which would be a period of rapid transition. This stage differs from the resting one by the presence of atretic oocytes (points of intense yellow color along the lobes). We recommend the use of this validated scale to estimate the minimum catch size of the species, as well as initiating specific studies to determine the synchrony in the development of the ovarian and testicular regions of the gonads of this species, and the alternation in the spawning and expulsion in the same individual.

KEYWORDS: *Diplectrum conceptione*, maturity phases, gonadal development, histology, synchrony

1. INTRODUCCIÓN

Diplectrum conceptione (Valenciennes, 1828), conocido como carajito, pollito, maraño, camotillo o camote (IMARPE, 2011), es una especie bentopelágica de plataforma sobre fondos arenosos y fangosos (CHIRICHIGNO y CORNEJO, 2001). BORTONE (1977) refiere que se distribuye en el extremo norte desde 3°15'S y en el extremo sur hasta Concepción, Chile (37°S). OBANDO y LEÓN (1989), LÓPEZ *et al.* (2002) y ABURTO-OROPEZA *et al.* (2008) indican que *D. conceptione* es una especie hermafrodita sincrónica

1. INTRODUCTION

Diplectrum conceptione (Valenciennes, 1828), known as yellow-mouth sand-perch (IMARPE, 2011), is a benthopelagic species found in the platform on sandy and muddy bottoms (CHIRICHIGNO & CORNEJO, 2001). BORTONE (1977) reports that it is distributed in the extreme north from 3°15'S and in the extreme south to Concepción, Chile (37°S). OBANDO & LEÓN (1989), LÓPEZ *et al.* (2002), and ABURTO-OROPEZA *et al.* (2008) indicate that *D. conceptione* is a synchronous or simultaneous

1 Instituto del Mar del Perú, Laboratorio Costero de Tumbes, Perú. ltito@imarpe.gob.pe

2 Instituto del Mar del Perú, Laboratorio Costero de Chimbote, Perú.

o simultánea, pues los individuos funcionan como machos y hembras al mismo tiempo.

En Tumbes *D. conceptione* es una de las cuatro especies demersales con mayores desembarques anuales (IMARPE, 2017), destinada básicamente al consumo humano directo, que genera actividad económica en la región norte de Perú (IMARPE, 2011).

A pesar de su importancia económica, son pocos los trabajos enfocados en el estudio de su biología reproductiva, destacando VERA (2008) e IMARPE (2011) en los que se determinó la época de desove y talla de primera madurez y se estimó la talla mínima de captura. Para la obtención de estas variables se empleó la escala de madurez gonadal descrita por OBANDO y LEÓN (1989) para *Diplectrum formosum* (Linnaeus, 1766) adaptándose sus fases de desarrollo gonadal al de *D. conceptione*.

SÁNCHEZ y GÁLVEZ (2015) afirman que la base de los parámetros reproductivos es identificar el estadio en el que se encuentra la especie, para lo cual es necesario el uso de su propia escala de madurez gonadal. Además, señalan que, como los aspectos reproductivos pueden presentar variaciones en el tiempo, estas deben ser actualizadas.

El objetivo de este trabajo es determinar una escala de madurez gonadal macroscópica para *D. conceptione*, validada mediante análisis histológico de la región ovárica de las gónadas, que permita tener mayor precisión en la determinación de las fases de madurez, a partir de la cual se pueda determinar la condición reproductiva de la especie.

El presente estudio aportará conocimientos básicos que servirán a los administradores de pesquerías como insumos técnicos para el ordenamiento pesquero del recurso, con lo cual se contribuirá a mantener su sostenibilidad en el tiempo y evitar su sobreexplotación.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

Se recolectaron 608 gónadas de *D. conceptione*, de enero a diciembre 2016, provenientes de las capturas comerciales efectuadas con arrastre y espinel en Tumbes, cuyos ejemplares registraron tallas desde 11 hasta 23 cm de longitud total (LT). Posteriormente, las gónadas fueron previamente fotografiadas y luego fijadas en formaldehído buferado al 10% para luego ser procesadas histológicamente en el laboratorio.

hermaphroditic species, as individuals function as males and females at the same time.

In Tumbes, *D. conceptione* is one of the four demersal species with the highest annual landings (IMARPE, 2017), destined basically for direct human consumption, which generates economic activity in northern Peru (IMARPE, 2011).

However, despite its economic importance, few studies have focused on its reproductive biology, highlighting VERA (2008) and IMARPE (2011) in which the spawning season and size at first maturity were determined and the minimum catch size was estimated. To obtain these variables, we applied the gonadal maturity scale described by OBANDO & LEÓN (1989) for *Diplectrum formosum* (Linnaeus, 1766) and adapted its gonadal development stages to that of *D. conceptione*.

SÁNCHEZ & GÁLVEZ (2015) state that the basis of reproductive parameters is to identify the stage in which the species is found, for which it is necessary to use its gonadal maturity scale. Furthermore, they point out that, as the reproductive aspects can present variations over time, these must be updated.

This work aims to determine a macroscopic gonadal maturity scale for *D. conceptione*, validated by histological analysis of the ovarian region of the gonads, which allows having more precision in the determination of the maturity stages, from which we can determine the reproductive condition of the species.

This study will provide basic knowledge that will be helpful to fisheries managers as technical inputs for the management of the resource, thus contributing to maintain its sustainability over time and avoid its overexploitation.

2. MATERIAL AND METHODS

From January to December 2016, we collected 608 gonads of *D. conceptione* from commercial trawl and longline catches in Tumbes, whose specimens recorded sizes from 11 to 23 cm in total length (TL). Later, the gonads were photographed and then fixed in 10% buffered formaldehyde to be histologically processed in the laboratory.

We used the photographs to carry out the macroscopic description of the gonads, using the methodology described by BUITRÓN *et al.* (2015).

Las fotografías sirvieron para realizar la descripción macroscópica de las gónadas, empleando la metodología descrita por BUITRÓN *et al.* (2015).

Para el procesamiento histológico de las gónadas se empleó el método de infiltración con parafina (HUMASON, 1979) y los cortes fueron hechos a 7 μm de grosor empleando un micrótopo de rotación. Las secciones histológicas obtenidas se colorearon manualmente con hematoxilina-eosina y como medio de montaje se utilizó Entellán (BUITRÓN *et al.*, 2015).

Microscópicamente se analizaron las regiones ovárica y testicular de cada gónada; sin embargo, para la preparación de la escala validada solo se consideró la descripción de las características macroscópicas de la región ovárica determinándose las fases de desarrollo gonadal (BUITRÓN *et al.*, 2015). Para la diferenciación de los tipos de ovocitos y la descripción de la histoarquitectura ovárica se empleó la metodología descrita por HUNTER & MACEWICZ (1985).

3. RESULTADOS

Se detallan las características macroscópicas y microscópicas de las seis fases de madurez gonadal observadas en las regiones ováricas de las gónadas de *D. conceptione*.

VIRGINAL (FASE 0)

Características macroscópicas: ovarios translúcidos, sus ovocitos no son visibles a simple vista. Presenta escasa vascularización siendo macroscópicamente poco notoria. Regiones ovárica y testicular diferenciadas o poco diferenciadas. Pared del ovario muy fina al corte (Fig. 1-A).

Características microscópicas: se observan ovocitos inmaduros, caracterizados por presentar citoplasma basófilo y núcleo central grande en relación al citoplasma, de forma esférica con numerosos nucleolos distribuidos en la periferia, aunque es posible detectar ovocitos previtelogenados al mismo tiempo (Tabla 1). La pared del ovario es delgada, diferenciándose claramente las lamelas (Fig. 1-B).

Reposo (Fase I)

Características macroscópicas: ovarios turgentes a medianamente turgentes, translúcidos, oscuros con tonalidades rojo a vino. Presentan vascularización con línea principal notoria. Regiones ovárica y testicular diferenciadas, siendo esta última de pequeña a muy pequeña en algunos casos. Pared del ovario gruesa al corte (Fig. 1-C).

For the histological processing of the gonads, we used the paraffin infiltration method (HUMASON, 1979) and the cuts were made at 7 μm thickness using a rotation microtome. The histological sections obtained were manually stained with hematoxylin-eosin and Entellan (BUITRÓN *et al.*, 2015).

Microscopically, we analyzed the ovarian and testicular regions of each gonad. Nevertheless, for the preparation of the validated scale, we only considered the description of the macroscopic characteristics of the ovarian region, thus determining the gonadal development stages (BUITRÓN *et al.*, 2015). For the differentiation of the types of oocytes and the description of the ovarian histoarchitecture, we used the methodology described by HUNTER & MACEWICZ (1985).

3. RESULTS

We detail the macroscopic and microscopic characteristics of the six gonadal maturity stages observed in the ovarian regions of the gonads of *D. conceptione*.

VIRGINAL (STAGE 0)

Macroscopic features: translucent ovaries. Oocytes are not visible to the naked eye. It presents scarce vascularization which is not very noticeable macroscopically. Ovarian and testicular regions differentiated or little differentiated. Ovary wall very thin when cut (Fig. 1-A).

Microscopic features: immature oocytes are observed, characterized by presenting basophilic cytoplasm and large central nucleus in relation to the cytoplasm, which is spherical-shaped with numerous nucleoli distributed in the periphery, although it is possible to detect previtellogenic oocytes at the same time (Table 1). The wall of the ovary is thin and the lamellae are differentiated (Fig. 1-B).

REST (STAGE I)

Macroscopic features: Turgid to medium-turgid, translucent, dark ovaries with red-to-wine tones. They present vascularization with a notorious main line. Differentiated ovarian and testicular regions, the latter being small to very small in some cases. A thick wall of the ovary when cut (Fig. 1-C).

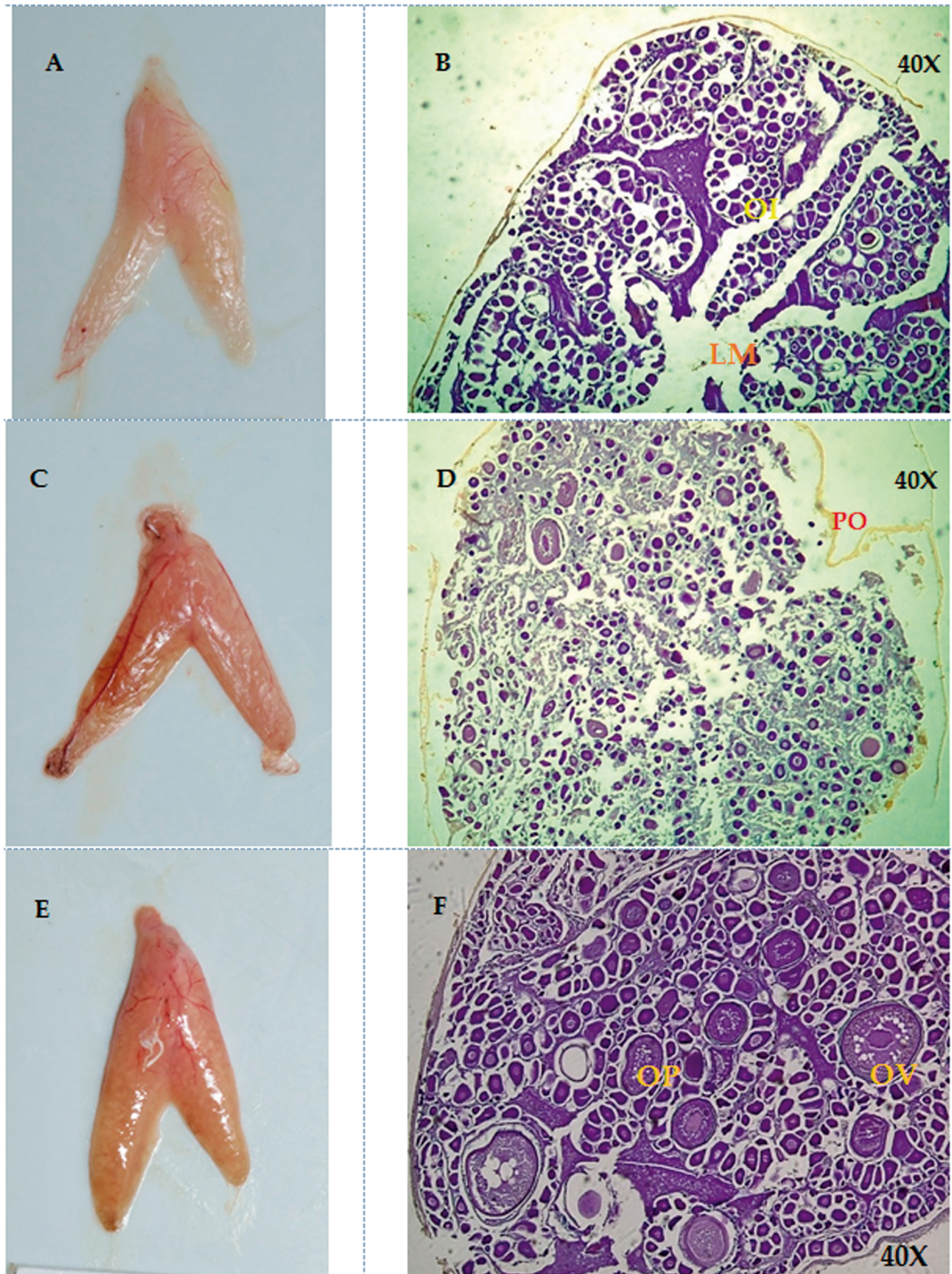


Figura 1.- Fotografías macroscópica y microscópica de las fases de madurez gonadal de *D. conceptione*.

A-B: virginal (fase 0), C-D: reposo (fase I), E-F: en maduración (fase II)

OI: ovocito inmaduro, OPV: ovocito previtelogenado, OV: ovocito vitelogenado, LM: lamela, PO: pared ovárica

Figure 1. Macroscopic and microscopic photographs of the gonadal maturity stages of *D. conceptione*.

A-B: virgin (stage 0), C-D: rest (stage I), E-F: developing (stage II)

OI: immature oocyte, OPV: previtellogenic oocyte, OV: vitellogenic oocyte, LM: lamella, PO: ovarian wall

Características microscópicas: ovocitariamente esta fase de madurez es similar a la fase 0, es decir se identifican las mismas clases de ovocitos; sin embargo, la pared ovárica es notoriamente más gruesa con lamelas poco diferenciadas (Fig. 1-D).

EN MADURACIÓN (FASE II)

Características macroscópicas: ovarios medianamente turgentes con ovocitos agrupados observándose a manera de gránulos y espacios translúcidos debido a la presencia de ovocitos inmaduros (no visibles a simple vista). Presenta vascularización principal y secundaria. Regiones ovárica y testicular diferenciadas (Fig. 1-E).

Características microscópicas: se caracteriza por mostrar ovocitos vitelogenados, los que presentan gránulos de vitelo visibles desde la periferia del citoplasma hacia el núcleo, observándose a manera de puntos pequeños de color rosado oscuro (Tabla 1). En el mismo estroma ovárico se observan ovocitos inmaduros y previtelogenados (Fig. 1-F).

MADURO (FASE III)

Características macroscópicas: ovarios turgentes con presencia de ovocitos visibles a simple vista. Presenta vascularización principal muy notoria y vascularizaciones secundarias y terciarias notoriamente diferenciadas. Regiones ovárica y testicular claramente diferenciadas (Fig. 2-A).

Características microscópicas: predominancia de ovocitos maduros con abundantes gránulos de vitelo distribuidos uniformemente en todo el citoplasma (Tabla 1). También se observan ovocitos inmaduros, previtelogenados y vitelogenados (Fig. 2-B).

DESOVANTE (FASE IV)

Características macroscópicas: Ovarios muy turgentes, con ovocitos hidratados visibles a simple vista, o flácidos y de aspecto sanguinolento, por la expulsión de los ovocitos. Presentan vascularización principal muy notoria, la vascularización secundaria y terciaria están bien diferenciadas. Regiones ovárica y testicular muy bien diferenciadas (Fig. 2-C).

Características microscópicas: Se observan ovocitos hidratados (Tabla 1) y folículos post-ovulatorios. También se observan ovocitos inmaduros, previtelogenados, vitelogenados y maduros. En las gónadas con gran turgencia, la pared del ovario se observa delgada (Fig. 2-D).

Microscopic features: This maturity stage is similar to stage 0, i.e. the same classes of oocytes are identified; however, the ovarian wall is noticeably thicker with poorly differentiated lamellae (Fig. 1-D).

DEVELOPING (STAGE II)

Macroscopic features: moderately turgid ovaries with oocytes grouped and observed as granules and translucent spaces due to the presence of immature oocytes (not visible to the naked eye). It presents the main and secondary vascularization. Differentiated ovarian and testicular regions (Fig. 1-E).

Microscopic features: It is characterized by showing vitellogenic oocytes, those that have yolk granules visible from the periphery of the cytoplasm towards the nucleus, being observed as small dark pink spots (Table 1). In the same ovarian stroma, immature and previtellogenic oocytes are observed (Fig. 1-F).

MATURE (STAGE III)

Macroscopic features: turgid ovaries with the presence of oocytes visible to the naked eye. It presents very noticeable main vascularization and notoriously differentiated secondary and tertiary vascularizations. Ovarian and testicular regions are differentiated (Fig. 2-A).

Microscopic features: predominance of mature oocytes with abundant yolk granules evenly distributed throughout the cytoplasm (Table 1). Immature, previtellogenic, and vitellogenic oocytes are also observed (Fig. 2-B).

SPAWNING (STAGE IV)

Macroscopic features: Very turgid ovaries, with hydrated oocytes visible to the naked eye, or flaccid and bloody-looking, due to the expulsion of the oocytes. Its main vascularization is very notorious, secondary and tertiary vascularization are well differentiated. Ovarian and testicular regions are very well differentiated (Fig. 2-C).

Microscopic features: Hydrated oocytes (Table 1) and post-ovulatory follicles are observed. Immature, previtellogenic, vitellogenic, and mature oocytes are also observed. In the gonads with great turgidity, the wall of the ovary is thin (Fig. 2-D).

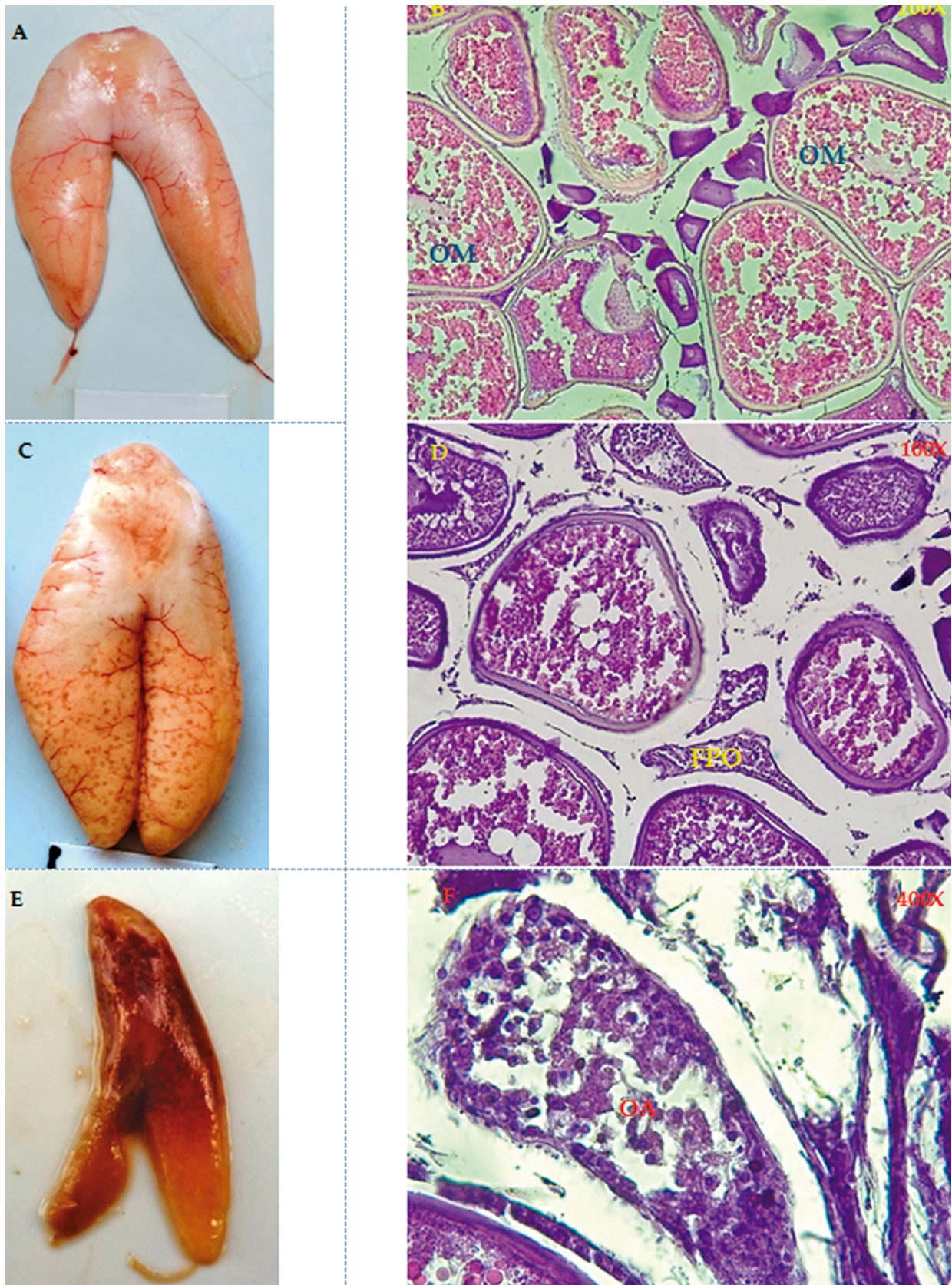


Figura 2.- Fotografías macroscópica y microscópica de las fases de madurez gonadal de *D. conceptione*

A-B: maduro (fase III), C-D: desovante (fase IV), E-F: recuperación (fase V)

OM: ovocito maduro, FPO: folículo post-ovulatorio, OA: ovocito atrésico, PO: pared ovárica

Figure 2. Macroscopic and microscopic photographs of the gonadal maturity stages of *D. conceptione*

A-B: mature (stage III), C-D: spawning (stage IV), E-F: recovery (stage V)

OM: mature oocyte, FPO: post-ovulatory follicle, OA: oocyte atresia, PO: ovarian wall

RECUPERACIÓN (FASE V)

Características macroscópicas: ovarios ligeramente flácidos con presencia de puntos amarillo intenso, típicos de ovocitos atrésicos. Presenta vascularización primaria con escasa vascularización secundaria. Regiones ovárica y testicular diferenciadas (Fig. 2-E).

Características microscópicas: se caracteriza por presentar ovocitos atrésicos (Tabla 1). También se pueden observar ovocitos inmaduros, previtelogenados y vitelogenados (Fig. 2-F).

RECOVERY (STAGE V)

Macroscopic features: slightly flaccid ovaries with the presence of intense yellow spots, typical of oocyte atresia. It presents primary vascularization with little secondary vascularization. Differentiated ovarian and testicular regions (Fig. 2-E).

Microscopic features: It is characterized by the presence of atretic oocytes (Table 1). Immature, previtellogenic, and vitellogenic oocytes can also be observed (Fig. 2-F).

Tabla 1.- Descripción de las características de los ovocitos presentes en las gónadas de *Diplectrum conceptione* coloreados con hematoxilina-eosina (H-E)

Table 1. Description of the characteristics of the oocytes present in the gonads of *Diplectrum conceptione* stained with hematoxylin-eosin (H-E)

Ovocito / Oocyte	Descripción / Description	Coloración con H-E Coloring with H-E	Diámetro± DS (µm) Diameter± DS (µm)
Inmaduro (OI) Immature	Células pequeñas y polimórficas, con núcleo central grande y esférico respecto al citoplasma. Son basófilos Small, polymorphic cells with a large, spherical central nucleus in relation to the cytoplasm. They are basophils	Núcleo color lila y citoplasma color morado Lilac nucleus and purple cytoplasm	54,593 ± 9,531
Pre-vitelogenado (OPV) Pre-vitellogenic	Células esféricas, con núcleo más pequeño respecto al citoplasma y gránulos corticales con pequeñas gotas oleosas a su alrededor. Son basófilos Spherical cells, with a smaller nucleus in relation to the cytoplasm and cortical granules with small oily drops around it. They are basophils	Núcleo color lila, citoplasma color morado y gránulos corticales y gotas oleosas color blanco Lilac nucleus, purple cytoplasm, and cortical granules, and white oily drops	108,679 ± 29,286
Vitelogenado (OV) Vitellogenic	Células esféricas, con gránulos corticales, gotas oleosas y pocos gránulos de vitelo alrededor del citoplasma. Con zonas basófilas y eosinófilas Spherical cells, with cortical granules, oily drops, and few yolk granules around the cytoplasm. With basophilic and eosinophilic areas	Núcleo color lila, citoplasma color morado, gránulos corticales y gotas oleosas color blanco, y gránulos de vitelo color rosado Lilac nucleus, purple cytoplasm, cortical granules, and white oily drops, and pink yolk granules	192,770 ± 44,069
Maduro (OM) Mature	Células esféricas con gotas oleosas de gran tamaño y abundantes gránulos de vitelo distribuidos en todo el citoplasma. Son eosinófilas Spherical cells with large oily drops and abundant yolk granules distributed throughout the cytoplasm. They are eosinophilic	Núcleo color lila, gotas oleosas color blanco y gránulos de vitelo color rosado.	306,302 ± 43,364
Hidratado (OH) Hydrated	Células grandes y ovaladas con gránulos de vitelo fusionados y con gotas oleosas en algunos casos. Debido al proceso histológico adquieren una forma irregular. Son eosinófilas Large, oval cells with fused yolk granules and in some cases oily drops. They acquire an irregular shape due to the histological process. They are eosinophilic	Núcleo color lila, gotas oleosas color blanco y gránulos de vitelo color rosado Lilac nucleus, white oily drops, and pink yolk granules	
Atrésico (OA) Atretic	Células de forma irregular con pocos a ningún gránulo de vitelo debido al proceso de reabsorción en diferente grado Irregularly shaped cells with few to no yolk granules due to the resorption process in different degrees	De rosado a lila y morado según el grado de reabsorción Depending on the degree of resorption, pink to lilac and purple	

DS: desviación estándar / Standard deviation

4. DISCUSIÓN

Los primeros esfuerzos por describir la condición reproductiva de *D. conceptione* “carajito” (determinar la época de desove y la talla de primera madurez y estimar la talla mínima de captura) fueron realizados por VERA (2008) e IMARPE (2011) quienes utilizaron la escala de madurez gonadal descrita por OBANDO y LEÓN (1989) desarrollada para *D. formosum*, en Punta Mosquito (Isla de Margarita, Venezuela) y se diferenciaron cinco fases de madurez gonadal: I (virgen), II (inmaduro), III (madurando), IV (maduro) y V (grávido) no describiéndose gónadas desovadas, completamente vacías y flácidas.

En el estudio con *D. conceptione* se describen seis fases de madurez gonadal con base en el desarrollo ovocitario encontrado en los cortes histológicos de cada gónada, que brindaron el sustento para la catalogación. En estos resultados se incluyen las fases de reposo y recuperación no contempladas en la escala de OBANDO y LEÓN (1989). Debido a que ambas especies son del mismo género, es probable que las fases de reposo y recuperación estén inmersas en lo que OBANDO y LEÓN (1989) consideran como inmaduro. En nuestro estudio existe una muy baja frecuencia de individuos en fase V (recuperación) debido, posiblemente, a que se trata de una fase de rápida transición la que quizá sea más frecuente frente a anomalías ambientales que generen reabsorciones masivas no contempladas durante esta investigación. Registrar atresias ovocitarias dan cuenta que esta especie es capaz de reabsorber ovocitos con algún grado de vitelogénesis. Por tanto, en el presente estudio se muestra una escala de maduración con mayor resolución para esta especie, que podría ser utilizada en cualquier época del año. *D. conceptione* es una especie capaz de desarrollar atresias ovocitarias y esta característica podría expresarse con mayor frecuencia frente a condiciones ambientales adversas de cualquier naturaleza (p. e. El Niño, La Niña) e incluso en futuros esfuerzos de acuicultura, pues podrían estimarse los niveles de atresia como indicador de stress.

Las características macroscópicas de la región ovárica de la fase V (recuperación) fueron diferentes a las observadas en la fase I (reposo); sin embargo, a simple vista puede haber cierta dificultad para diferenciar ambas fases, igual a lo observado por SÁNCHEZ y GÁLVEZ (2015) en ejemplares hembras de *Paralabrax humeralis*, debido al tipo de coloración que presentan las gónadas. Estos autores afirman que la diferencia entre ambas fases es la presencia de algunos ovocitos atrésicos en las gónadas en fase

4. DISCUSSION

The first efforts to describe the reproductive condition of *D. conceptione* “yellow-mouth sand-perch” (determining the spawning season and the size at first maturity and estimating the minimum catch size) were carried out by VERA (2008) and IMARPE (2011) who used the gonadal maturity scale described by OBANDO & LEÓN (1989) developed for *D. formosum*, in Punta Mosquito (Margarita Island, Venezuela) and differentiated five gonadal maturity stages: I (virgin), II (immature), III (developing), IV (mature), and V (gravid) with no description of spawned, empty and flaccid gonads.

In the study, we describe six gonadal maturity stages based on the oocyte development found in the histological sections of each gonad, which provided the basis for the cataloging. These results include the rest and recovery stages, which were not contemplated in the scale proposed by OBANDO & LEÓN (1989). Since both species belong to the same genus, the rest and recovery stages are likely embedded in what OBANDO & LEÓN (1989) consider to be immature. We found a very low frequency of individuals in stage V (recovery), possibly since it is a fast-transition stage which may be more frequent in the face of environmental anomalies that generate massive resorption that was not considered during this research. The recording of oocyte atresia shows that this species is capable of resorbing oocytes with some degree of yolkeness. Therefore, this study shows a maturation scale with higher resolution for this species, which could be used at any time of the year. *D. conceptione* is a species capable of developing oocyte atresia and this characteristic could be expressed more frequently under adverse environmental conditions (e.g. El Niño, La Niña) and even in future aquaculture efforts since we could estimate atresia levels as an indicator of stress.

The macroscopic characteristics of the ovarian region in stage V (recovery) were different from those observed in stage I (rest). Nevertheless, there might be some difficulty in differentiating both stages at first glance, as observed by SÁNCHEZ & GÁLVEZ (2015) in female specimens of *Paralabrax humeralis*, due to the type of coloration of the gonads. These authors claim that the difference between both stages is the presence

de recuperación, producto de la reabsorción ovocitaria, los que brindan otra característica visual a las gónadas debido a su coloración amarillo intenso.

Debido a la naturaleza hermafrodita de *D. conceptione*, y de acuerdo a recomendaciones de BUITRÓN *et al.* (2011), quienes señalan que para el estudio de los procesos reproductivos se deben analizar principalmente a las hembras, en los análisis histológicos solo se consideró la descripción de la región ovárica, la que ocupa el mayor porcentaje de la gónada, independientemente de su fase de madurez.

Este estudio es importante porque sirve de sustento para la determinación de la talla de madurez (BUITRÓN *et al.*, 2011), la que es un aspecto indispensable para la estimación de la talla mínima de captura, instrumento de gestión regulatorio básico de la pesquería de cualquier especie explotada como *D. conceptione*, por lo que se recomienda el empleo de la escala validada para estimar este parámetro pesquero en la zona norte de Perú.

Al igual que lo analizado por OBANDO y LEÓN (1989) para *D. formosum*, existe un desarrollo asincrónico en las regiones ováricas de las gónadas de *D. conceptione*, con tres fases de crecimiento de los ovocitos (previtelogénesis, vitelogénesis y atresia), por tanto se trata de una especie que si bien es cierto es hermafrodita simultáneo, su desarrollo ovocitario lo distingue como una especie con reproducción parcial, es decir, el desove se realiza parcialmente o por tandas durante un determinado periodo.

Durante las observaciones de las regiones ovárica y testicular, se verificó que el proceso de madurez se inicia simultáneamente para ambos sexos, similar a lo señalado por LÓPEZ *et al.* (2002) y ABURTO-OROPEZA *et al.* (2008). Al respecto, se debe mencionar que tanto el desove (liberación de ovocitos de la región ovárica) como la expulsión (liberación de espermatozoides de la región testicular) dentro de algunos individuos se manifestaron de forma alterna, por lo que se recomienda iniciar estudios específicos que permitan aclarar esta estrategia reproductiva de *D. conceptione*.

Agradecimientos

A Elmer Ordinola y Mervin Guevara, por las facilidades brindadas para la recolección de información; a Leedy Mendis, Juan M. Antón, Emmer Balladares, Francisco Ayala y Mario Morán, por su apoyo en los muestreos en laboratorio y a Manuel Cobeñas, por su apoyo en la recolección y procesamiento de gónadas.

of some atretic oocytes in the recovering gonads caused by oocyte resorption, which provides another visual characteristic to the gonad given their intense yellow coloration.

In the histological analyses, we only considered the description of the ovarian region, which occupies the largest percentage of the gonad, regardless of its stage of maturity, due to the hermaphroditic nature of *D. conceptione*, and following the recommendations of BUITRÓN *et al.* (2011).

We encourage the use of our validated scale since is important for determining the size at maturity (BUITRÓN *et al.*, 2011), which is an essential aspect for estimating the minimum catch size, a basic regulatory management tool for the fishery of any species exploited as *D. conceptione* in northern Peru.

Similarly, to the analysis carried out by OBANDO & LEÓN (1989) for *D. formosum*, we observed an asynchronous development in the ovarian regions of *D. conceptione*, with three stages of oocyte growth (pre-vitellogenesis, vitellogenesis, and atresia). Thus, it is a species that, although it is hermaphroditic, its oocyte development makes it a species with partial reproduction, i.e., spawning is carried out partially or in batches during a certain period.

During the observations of the ovarian and testicular regions, we verified that the maturity process begins simultaneously for both sexes, which is similar to that indicated by LÓPEZ *et al.* (2002) and ABURTO-OROPEZA *et al.* (2008). In this regard, we should mention that both spawning (release of oocytes from the ovarian region) and expulsion (release of sperm from the testicular region) within some individuals were manifested alternately, so we recommend initiating specific studies to clarify this reproductive strategy of *D. conceptione*.

Acknowledgments

We would like to thank Elmer Ordinola and Mervin Guevara, for the help provided in the collection of information; Leedy Mendis, Juan M. Anton, Emmer Balladares, Francisco Ayala, and Mario Moran, for their support in the laboratory sampling and Manuel Cobeñas, for his support in the collection and processing of gonads.

REFERENCIAS / REFERENCES

- ABURTO-OROPEZA O, ERISMAN B, VALDEZ-ORNELAS C, DANEMANN G. 2008. Serránidos de importancia comercial del Golfo de California: Ecología, pesquerías y conservación. *Ciencia y Conservación*. (1): 1-23.
- BORTONE S. 1977. Revision of the sea basses of the genus *Diplectrum* (Pisces: Serranidae). NOAA Technical reports NMFS. Circular 404. 49 pp.
- BUITRÓN B, PEREA A, MORI J, SÁNCHEZ J, ROQUE C. 2011. Protocolo para estudios sobre el proceso reproductivo de peces pelágicos y demersales. *Inf Inst Mar Perú*. 38(4): 373-383.
- BUITRÓN B, PEREA A, MORI J, SÁNCHEZ J, ROQUE C, CASTILLO J, GÁLVEZ M A. 2015. Madurez gonadal de algunos peces de importancia comercial: Escalas macroscópicas validadas microscópicamente. *Bol Inst Mar Perú*. 30(1-2): 3-9.
- CHIRICHIGNO N, CORNEJO M. 2001. Catálogo comentado de los peces marinos del Perú. Publicación especial Inst. Mar Perú. Callao - Perú. 314 pp.
- HUMASON G. 1979. *Animal tissue techniques*. W. Freeman Eds. 4ta Ed. 661 pp.
- HUNTER J R, MACEWICZ B J. 1985. Measurement of spawning frequency in multiple spawning fishes. In: An egg production method for estimating spawning biomass of pelagic fish: Application to the northern anchovy, *Engraulis mordax*, R. Lasker, ed. NOAA Tech. Rep. NMFS 36: 79-94.
- INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ. 2011. El carajito, *Diplectrum conceptione* (Valenciennes) en Tumbes, Perú. Parámetros biológico-pesqueros y talla mínima de captura. Informe Interno. Inst Mar Perú. 18 pp.
- INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ. 2017. Situación de los principales recursos pesqueros en el ámbito marino adyacente a la región Tumbes. Informe Técnico. Inst Mar Perú. 33 pp.
- LÓPEZ P, ROSAS J, VELÁSQUEZ A, CABRERA T, MANEIRO C. 2002. Desarrollo embrionario y larval del bolo *Diplectrum radiale* Quoy y Gaimard, 1824 (Pisces: Serranidae). *Revista de Biología Marina y Oceanografía*. 37 (2): 127-137.
- OBANDO E, LEÓN J R. 1989. Reproducción del bolo, *Diplectrum formosum* (Linnaeus, 1766) (Pisces: Serranidae) en Punta Mosquito, Isla de Margarita, Venezuela. *Scient. Mar*. 53 (4): 771-777.
- ROJAS J R, PEQUEÑO G. 2001. Revisión taxonómica de especies de las subfamilias Epinephelinae y Serraninae (Pisces: Serranidae) de Chile. *Rev. biol. trop*. 49 (1): 157-171.
- SÁNCHEZ J, GÁLVEZ M A. 2015. Escala de madurez gonadal de cabrilla *Paralabrax humeralis* (Valenciennes, 1828). *Bol Inst Mar Perú*. 30(1-2): 58-65.
- VERA M. 2008. Estudio biológico pesquero de los principales recursos costeros frente al litoral de la Región Tumbes durante el 2007. Informe Interno. Inst Mar Perú. 27 pp.