

**HISTOLOGÍA DE LOS OVOCITOS DE *Lutjanus peru*
(NICHOLS Y MURPHY, 1922) (PISCES: LUTJANIDAE)**

**HISTOLOGY OF THE OOCYTES OF *Lutjanus peru*
(NICHOLS AND MURPHY, 1922) (PISCES: LUTJANIDAE)**

Gabriela Lucano-Ramírez^{1*}
Maricela Villagrán-Santa Cruz²
Salvador Ruiz-Ramírez¹
Teresa López-Murillo²

¹ Centro de Ecología Costera
Universidad de Guadalajara
Valentín Gómez Farías 82
San Patricio-Melaque, C.P. 48980, Jalisco, México
*e-mail: lucanorg@costera.melaque.udg.mx

² Laboratorio de Biología de la Reproducción Animal
Facultad de Ciencias
Universidad Nacional Autónoma de México
C.P. 04510, México, D.F., México

Recibido en noviembre de 2000; aceptado en abril de 2001

RESUMEN

Se describen las características distintivas encontradas en cada una de las fases de desarrollo de los ovocitos en el ovario de *Lutjanus peru* (huachinango). Se usó la técnica histológica para distinguir las fases de desarrollo de los ovocitos y se obtuvieron los promedios de los diámetros de los ovocitos en estas fases. Fase I, ovocito cromatina nucléolo: diámetro promedio de 52.89 μm . Fase II, ovocitos en perinucleolo: diámetro promedio de 117.78 μm . Fase III, ovocitos con vesículas vitelinas: diámetro promedio de 166.18 μm . Fase IV, ovocitos en vitelogénesis primaria: diámetro promedio de 221.73 μm . Fase V, ovocitos en vitelogénesis secundaria: diámetro promedio de 333.7 μm . Fase VI, ovocitos en vitelogénesis terciaria: diámetro promedio de 340.17 μm . Fase VII, ovocitos maduros: diámetro promedio de 340.17 μm . Con la identificación de estas fases se ha completado la observación del proceso de la ovogénesis en *L. peru*.

Palabras clave: *Lutjanus peru*, Lutjanidae, histología, ovocito.

ABSTRACT

The distinctive characteristics found in each of the development stages of the oocyte in the ovary of *Lutjanus peru* (Pacific red snapper) are described. The histological technique was used to identify the development stages of the oocytes and the averages of the diameters of the oocytes were obtained

for these stages. Stage I, chromatin nucleolus oocyte: average diameter of 52.89 μm . Stage II, perinucleolus oocyte: average diameter of 117.78 μm . Stage III, yolk vesicle oocyte: average diameter of 166.18 μm . Stage IV, primary vitellogenesis oocyte: average diameter of 221.73 μm . Stage V, secondary vitellogenesis oocyte: average diameter of 333.7 μm . Stage VI, tertiary vitellogenesis oocyte: average diameter of 340.17 μm . Stage VII, mature oocyte: average diameter of 340.17 μm . With the identification of these stages, the observation of the process of the oogenesis in *L. peru* has been completed.

Key words: *Lutjanus peru*, Lutjanidae, histology, oocyte.

INTRODUCCIÓN

Los ovarios tienen como función primordial generar las células femeninas u óvulos, en los cuales ocurre la elaboración del material nutritivo (vitelo) esencial para el desarrollo embrionario (García-Alarcón, 1995). En especies de grupos ovíparos como los peces, los huevos contienen una gran cantidad de vitelo y el incremento en el tamaño del huevo en muchos animales consiste principalmente en el depósito de vitelo. Los precursores del vitelo (vitelogeninas) son formados en el hígado en respuesta a la estimulación de los estrógenos; a este proceso se le llama vitelogénesis (van Tienhoven, 1983). Las vitelogeninas se trasladan vía torrente sanguíneo y se incorporan por endocitosis al ovocito mediante un receptor específico ubicado en la membrana del mismo. En la vitelogénesis se han definido dos etapas de crecimiento, una lenta y la otra rápida, las cuales presentan cambios importantes a nivel de desarrollo del ovocito. La primera etapa incluye a la premeiosis y a todos los procesos previos a la acumulación de sustancias de reserva propiamente dichas; a dicho proceso se le conoce como previtelogénesis (Coward y Bromage, 2000). Posteriormente se formará el vitelo; esta fase corresponde a la vitelogénesis, en donde el crecimiento del ovocito se acelera (García-Alarcón, 1995).

En los peces se han encontrado tres tipos de desarrollo de los ovocitos: el sincrónico, en donde todos los ovocitos se desarrollan al

INTRODUCTION

The main function of the ovaries is to generate the female cells or ovules, in which the nutritious material (yolk), essential for embryonic development, is produced (García-Alarcón, 1995). In species of oviparous groups, such as fish, eggs contain a great amount of yolk, and the increase in egg size in many animals consists chiefly in the yolk deposit. The yolk's precursors (vitellogenins) are produced in the liver in response to the stimulation of the estrogens; this process is called vitellogenesis (van Tienhoven, 1983). The vitellogenins are transported via the bloodstream and are incorporated by endocytosis into the oocyte through a specific receiver located in its membrane. In vitellogenesis, two growth stages have been defined, one slow and the other fast, which show important changes in the development of the oocyte. The first stage includes premeiosis and all the processes prior to the accumulation of the actual stock substances; this process is known as previtellogenesis (Coward and Bromage, 2000). The yolk will then be formed; this is known as the vitellogenesis stage, in which the growth of the oocyte accelerates (García-Alarcón, 1995).

In fish, three types of oocyte development have been found: synchronous, where all the oocytes develop at the same time inside the ovary; synchronous in groups, where two types of developing oocytes are seen inside the ovary, one in the terminal stage of development

mismo tiempo dentro del ovario; el sincrónico por grupos, en donde dentro del ovario se observan dos tipos de ovocitos en desarrollo, uno en fase de desarrollo terminal y otro en fase de inmaduros; y el asincrónico, en donde los ovocitos están en diferentes fases de desarrollo (Yamamoto y Yamazaki, 1961). Durante el crecimiento de los ovocitos, se almacena y acumula vitelo en forma de gránulos que aparece en las últimas fases del desarrollo de los ovocitos. Químicamente, la estructura del vitelo no está bien definida; de hecho, la composición puede ser muy compleja y diferente entre las especies. Los componentes principales del vitelo son proteínas, fosfolípidos y, en menor grado, grasas neutras. En los peces óseos puede existir grasa en forma de grandes gotas dentro de la masa del vitelo; el número y tamaño de las gotas es un carácter distintivo entre las familias de peces (Carrillo, 1987).

El desarrollo completo de los ovocitos ha sido dividido en diferentes etapas, tomando como base las características morfológicas más importantes para identificarlos. Es decir, conforme cada ovogonia va madurando, sus características microscópicas cambian gradualmente hasta convertirse en una célula madura que presenta el elemento principal conocido como vitelo. Acorde con esto, Yamamoto y Yamazaki (1961) describen diez fases para el desarrollo de los ovocitos (o vitelogénesis). De igual forma, Cerisola (1984), con base en Braekvelt y McMillard (1967), caracteriza el desarrollo de los ovocitos en ocho etapas de maduración. El presente trabajo tiene como objetivo describir las características que presentan los ovocitos de *Lutjanus peru* conforme llegan a la etapa de maduración.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las muestras de ovarios provinieron de los organismos capturados por la pesca artesanal que se realiza en la costa sur del estado de

and the other in the immature stage; and asynchronous, where oocytes are in different stages of development (Yamamoto and Yamazaki, 1961). During the growth of the oocytes, the yolk is stored and accumulated in the form of granules that appear in the last stages of oocyte development. Chemically, the yolk structure is not well defined. In fact, the composition may be very complex and diverse among species. The main components of the yolk are proteins, phospholipids and, to a lesser extent, neutral fats. In bony fish, fat can exist in the form of big drops inside the yolk mass; the number and size of the drops is a distinctive characteristic among fish families (Carrillo, 1987).

The complete development of the oocytes has been divided into several stages, according to the most relevant morphological characteristics used to identify them. That is, as each oogonium matures, its microscopic characteristics gradually change until it becomes a mature cell that presents the main element known as yolk. Yamamoto and Yamazaki (1961) describe ten stages in the development of the oocytes (or vitellogenesis). Cerisola (1984), based on Braekvelt and McMillard (1967), characterizes oocyte development in eight stages of maturation. The present work aims to describe the characteristics presented by the oocytes of *Lutjanus peru* as they reach the stage of maturation.

MATERIALS AND METHODS

The samples of ovaries were obtained from the organisms captured by the artisanal fishery conducted on the southern coast of the state of Jalisco (Mexico). The ovaries of *L. peru* were extracted and fixed with neutral formalin, using monobasic and dibasic sodium phosphate as buffers (Estrada-Flores *et al.*, 1982). The material was transported to the Laboratory of Animal Reproduction Biology at the Science Faculty of UNAM, in Mexico City, where all

Jalisco (México). Se extrajeron los ovarios de *L. peru* y se fijaron en formalina neutra, usando como amortiguadores fosfato de sodio monobásico y dibásico (Estrada-Flores *et al.*, 1982). El material se trasladó al Laboratorio de Biología de la Reproducción Animal, de la Facultad de Ciencias de la UNAM, en la Ciudad de México, en donde se llevó a cabo todo el procesamiento histológico, de acuerdo con Estrada-Flores *et al.* (1982), y la determinación de las características histológicas del ovario, usando las claves de Yamamoto y Yamazaki (1961) y Cerisola (1984).

Se tomaron muestras de ovario de aproximadamente 0.5 cm de grosor. Las muestras se lavaron con agua corriente por una hora para quitar el exceso de formol. Se procedió a deshidratarlas durante una hora con alcohol etílico en concentraciones crecientes (50, 70, 80, 96, 100, 100 + xileno, y xileno), y finalmente se pasaron a las parafinas a 56°C (parafina + xileno, parafina I y parafina II). Se realizaron cortes de 6 µm de grosor con un microtomo de rotación American Optical, modelo 820, y se siguió con la técnica de tinción con hematoxilina-eosina (Estrada-Flores *et al.*, 1982). El diámetro de los ovocitos se midió con un micrómetro ocular y se utilizó un fotomicroscopio marca Zeiss, modelo III.

RESULTADOS

Los ovarios de *L. peru* están cubiertos por una túnica ovárica (TO), la cual está formada por dos capas de músculo: una capa externa llamada músculo liso transversal (MT) y una capa interna llamada músculo liso circular (MC). Este último penetra en el ovario y forma las lamelas (L), en cuyo interior se localizan los ovocitos (OV), fibras de tejido conectivo (T), vasos sanguíneos y el epitelio germinal (fig. 1). La túnica ovárica midió entre 22.5 y 392 µm, y presentó un promedio de 162.01 µm.

the histological processing was done, according to Estrada-Flores *et al.* (1982), and the histological characteristics of the ovary were determined, using the keys of Yamamoto and Yamazaki (1961) and Cerisola (1984).

The ovary samples taken were approximately 0.5 cm thick. The samples were washed with running water for one hour to remove the excess of formol. They were dehydrated for one hour with ethyl alcohol at increasing concentrations (50, 70, 80, 96, 100, 100 + xylene, and xylene), and then transferred to the paraffins at 56°C (paraffin + xylene, paraffin I and paraffin II). Cuts 6-µm-thick were made with a rotation microtome, American Optical model 820, and stained with hematoxylin-eosin (Estrada-Flores *et al.*, 1982). The diameter of the oocytes was measured with an ocular micrometer, using a Zeiss, model III, photomicroscope.

RESULTS

The ovaries of *L. peru* are covered by an ovarian tunic (TO), which is composed of two layers of muscle: an external layer called transverse flat muscle (MT) and an internal layer called circular flat muscle (MC). The latter penetrates in the ovary and forms the lamellae (L), in whose interior the oocytes (OV), connective tissue fibers (T), blood vessels and germinal epithelium are located (fig. 1). The ovarian tunic measured 22.5–392 µm, with an average of 162.01 µm.

Stage I

The oocyte with the least degree of development found was the chromatin nucleolus oocyte (CN). It is distinguished by its small size and irregular form. It has little cytoplasm (C), strongly vasophile, arranged homogeneously. The nucleus (N) is big and spherical, and the nucleoli (n) are found in its interior. In

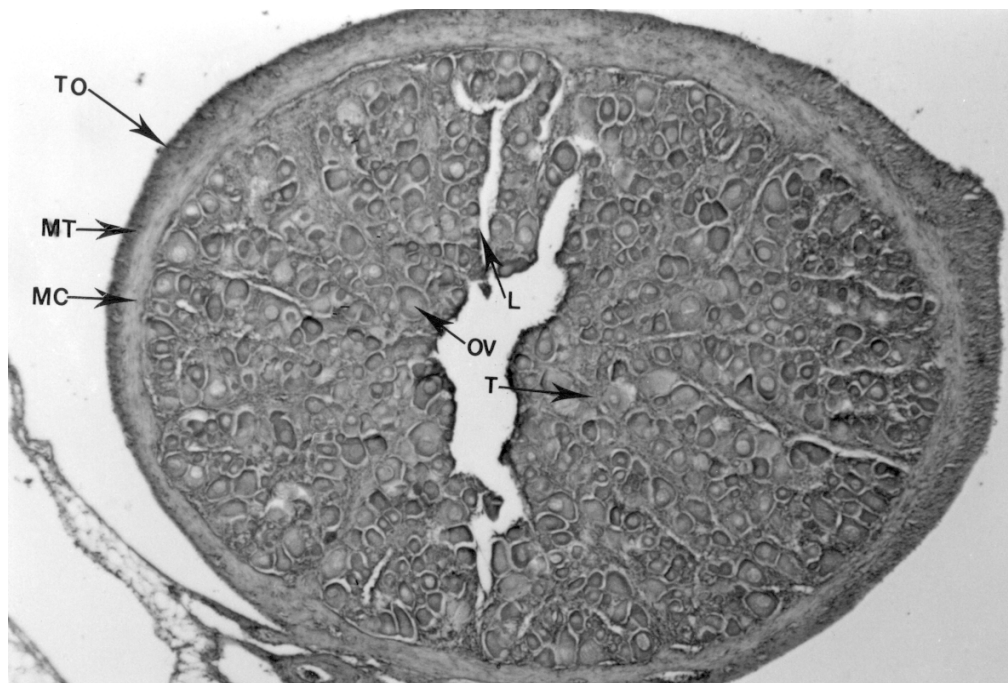


Figura 1. Ovario de *Lutjanus peru*, en donde se observa la túnica ovárica (TO), formada por músculo liso transversal (MT) y músculo liso circular (MC). En el interior del ovario se observan las lamelas (L), ovocitos (OV) y tejido conjuntivo (T). 31.2×.

Figure 1. Ovary of *Lutjanus peru*, showing the ovarian tunic (TO), formed by transverse flat muscle (MT) and circular flat muscle (MC). Inside the ovary, the lamellae (L), oocytes (OV) and conjunctive tissue are observed. 31.2×

Fase I

El ovocito de menor grado de desarrollo encontrado fue el denominado ovocito cromatina nucléolo (CN). Se distingue por presentar un tamaño pequeño y forma irregular. Presenta poco citoplasma (C) fuertemente basófilo, dispuesto en forma homogénea. El núcleo (N) es grande y esférico y en su interior se encuentran los nucléolos (n). En la periferia del ovocito se encuentran en contacto las futuras células foliculares y las envolturas típicas del folículo, las cuales en esta fase aún no se distinguen (fig. 2). El intervalo del diámetro de estos ovocitos fue de 15 a 112.5 μm y el diámetro medio fue de 52.89 μm .

the oocyte's periphery, the future follicular cells are in contact with the typical envelopes of the follicle, which cannot be distinguished yet in this stage (fig. 2). The diameter of these oocytes ranged from 15 to 112.5 μm , and their mean diameter was 52.89 μm .

Stage II

In the perinucleolus oocytes (OP), the nucleoli (n) are in contact with the nuclear envelope. The cytoplasm is homogeneous and less vasophile compared to the chromatin nucleolus oocytes. The follicular cells are not well differentiated; the nuclei of the follicular cells are only observed in some regions (fig. 2).

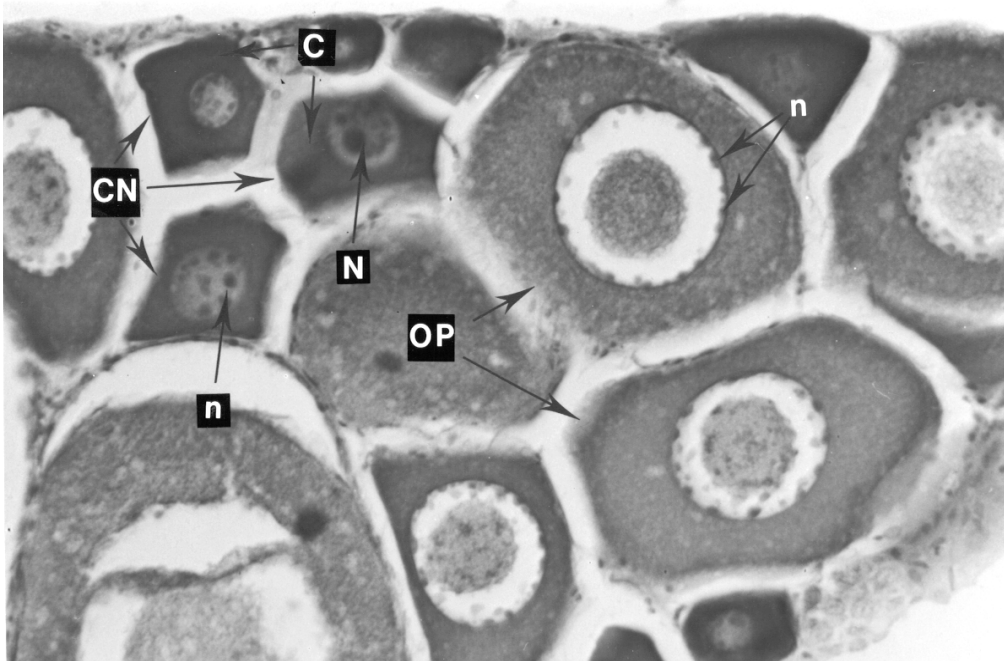


Figura 2. Ovocito en fase I o cromatina nucléolo (CN), con citoplasma fuertemente basófilo (C), núcleo (N) y nucleolos (n); y ovocito en fase II u ovocito en perinucleólo (OP), con nucléolos periféricos (n). 200×.

Figure 2. Oocyte in stage I or nucleolus chromatin (CN), with strongly basophilic cytoplasm (C), nucleus (N) and nucleoli (n); and oocyte in stage II or oocyte in perinucleolus (OP), with peripheral nucleoli (n). 200×.

Fase II

En los ovocitos en perinucleólo (OP), los nucléolos (n) se encuentran en contacto con la envoltura nuclear. El citoplasma es homogéneo y menos basófilo en comparación con los ovocitos cromatina nucléolo. Las células foliculares no se aprecian bien diferenciadas; sólo en algunas regiones se observan los núcleos de las células foliculares (fig. 2). El diámetro de estos ovocitos osciló entre 75 y 175 μm , y su promedio fue de 117.78 μm .

The diameter of these oocytes ranged from 75 to 175 μm , with an average of 117.78 μm .

Stage III

In the oocytes with yolk vesicles (VV), nucleoli are observed in the periphery of the nucleus, but in smaller amounts than in the previous stage. In the cytoplasm, vitelline vesicles (V) are found that determine the beginning of the formation of the yolk or pre-tellogenesis (fig. 3). The diameter of these oocytes ranged from 100 to 225 μm , with an average of 166.18 μm .

Fase III

En los ovocitos con vesículas de vitelo (VV), los nucléolos se observan en la periferia del núcleo pero en menor cantidad que en la fase anterior. En el citoplasma se presentan vesículas vitelinas (V), que definen el inicio de la formación del vitelo o previtelogénesis (fig. 3). El intervalo del diámetro de estos ovocitos fue de 100 a 225 μm y el promedio de 166.18 μm .

Fase IV

En los ovocitos en vitelogénesis primaria (VP), el núcleo presenta material acidófilo que consta de finos filamentos dispuestos regularmente. Se distinguen varios nucléolos. El citoplasma es menos basófilo y en él se observa la aparición de algunos glóbulos de vitelo (G), lo que significa que se inicia la formación del vitelo secundario (fig. 3). Los ovocitos de esta fase presentaron un intervalo de diámetro de 147 a 333.2 μm y un promedio de diámetro de 221.73 μm .

Fase V

En los ovocitos en vitelogénesis secundaria (VS), se observan algunos nucléolos. El citoplasma se encuentra prácticamente cubierto de gránulos de vitelo (G) esféricos (eosinófilos) que constituyen el también llamado vitelo secundario (fig. 4). Inmediatamente por fuera del ovocito se encuentra una zona radiada (ZR) muy delgada, la cual midió entre 7.5 y 30 μm , y el promedio de su grosor fue de 10.5 μm . La zona radiada tiene aspecto estriado debido a la presencia de canaliculos que la atraviesan. En algunos ovocitos se observan las células foliculares (CF) formando una capa monoestratificada. Los núcleos de estas células son pequeños y ovoides; la cromatina es escasa y dispuesta principalmente en la periferia. Por lo

Stage IV

In the oocytes in primary vitellogenesis (VP), the nucleus shows acidophile material consisting of fine filaments arranged regularly. Several nucleoli are distinguishable. The cytoplasm is less vasophile and shows the appearance of some yolk globules (G), which means the beginning of the generation of the secondary yolk (fig. 3). Oocytes in this stage had a diameter ranging from 147 to 333.2 μm , and a mean diameter of 221.73 μm .

Stage V

In the oocytes in secondary vitellogenesis (VS), some nucleoli are observed. The cytoplasm is practically covered by spherical yolk granules (G) (eosinophile), which constitute the also-called secondary yolk (fig. 4). Immediately outside the oocyte, a very thin radiated area (ZR) is found measuring between 7.5 and 30 μm , with a mean thickness of 10.5 μm . The radiated area has a grooved aspect due to the presence of canaliculi that pass through it. In some oocytes, the follicular cells (CF) are observed forming a monostratified layer. The nuclei of these cells are small and ovoid; chromatin is scarce and located mainly in the periphery. In general, the follicular cells and the radiated area appeared well defined, from oocytes with yolk vesicles to oocytes in secondary vitellogenesis (fig. 5). During this stage, the diameter of the oocytes ranged from 196 to 441 μm , with an average of 333.7 μm .

Stage VI

In the oocytes in tertiary vitellogenesis (VT), the nucleus is in the process of migrating towards the animal pole. Some yolk vesicles (V) are present and in some areas the yolk globules begin to fuse (Gf) (fig. 6). The

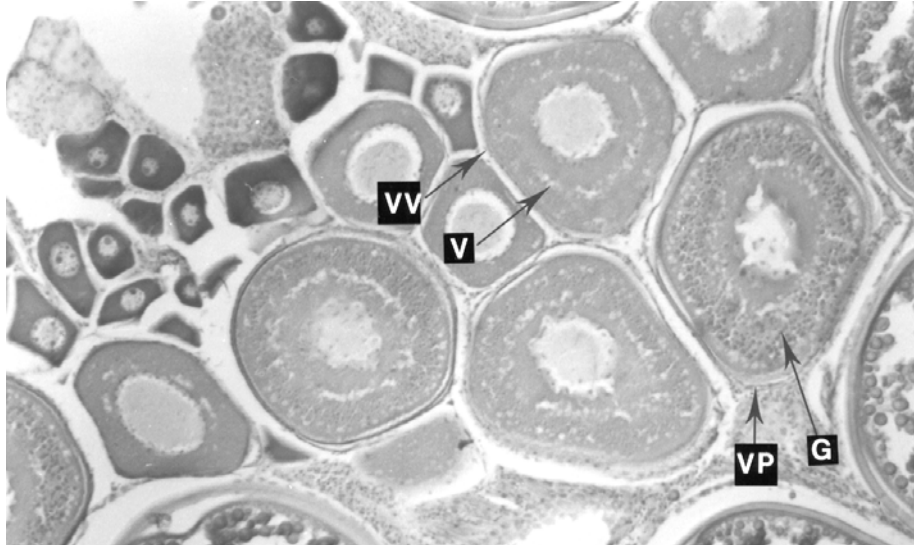


Figura 3. Ovocitos en fase III o vesículas vitelinas (VV), en donde se observa la presencia de las vesículas de vitelo (V); y ovocitos en fase IV o vitelogenésis primaria (VP), con glóbulos de vitelo (G). 78.7×.

Figure 3. Oocytes in stage III or vitelline vesicles (VV), showing the presence of yolk vesicles (V); and oocytes in stage IV or primary vitellogenesis (VP), with yolk globules (G). 78.4×.

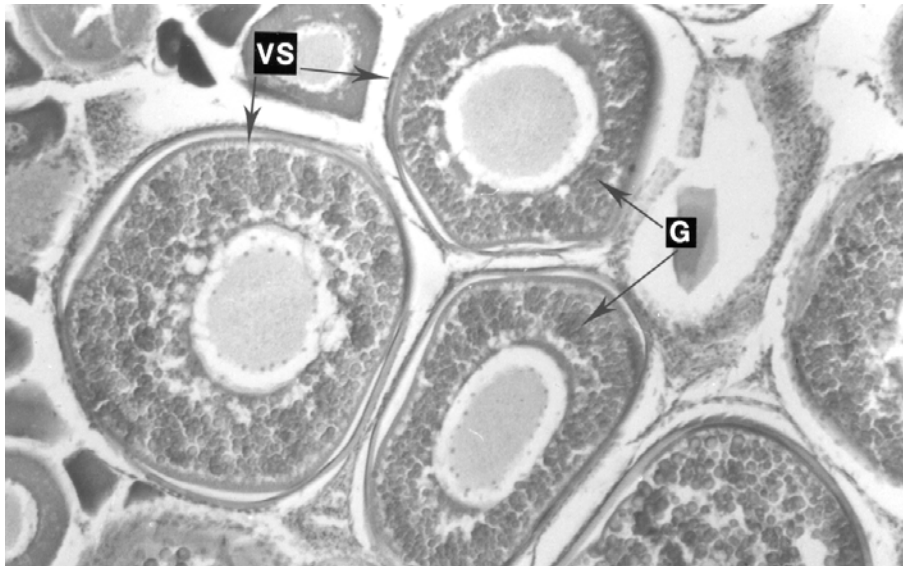


Figura 4. Ovocito en fase V o vitelogenésis secundaria (VS); el citoplasma se encuentra cubierto con glóbulos de vitelo (G). 78.7×.

Figure 4. Oocyte in stage V or secondary vitellogenesis (VS); the cytoplasm is found covered by yolk globules (G). 78.7×.

general, las células foliculares y la zona radiada se presentaron bien definidas, desde ovocitos con vesículas de vitelo hasta ovocitos en vitelogenésis secundaria (fig. 5). En esta fase los ovocitos presentaron un diámetro entre 196 y 441 μm , y un promedio de 333.7 μm .

Fase VI

En los ovocitos en vitelogenésis terciaria (VT), el núcleo se encuentra en proceso de migración hacia el polo animal. Se presentan algunas vesículas de vitelo (V) y en algunas zonas los glóbulos de vitelo se empiezan a fusionar (Gf) (fig. 6). El intervalo del diámetro de los ovocitos de esta fase fue de 245 a 396.2 μm y su promedio de 340.87 μm .

Fase VII

En los ovocitos maduros (M), no se aprecia el núcleo. Se observan algunas vesículas vitelinas (V) y los glóbulos de vitelo se encuentran totalmente fusionados (Gf) (fig. 7). Los ovocitos maduros presentaron un diámetro de 264.6 a 395.8 μm y un promedio de 340.17 μm .

DISCUSIÓN

Pocos son los trabajos en donde se describe con detalle la estructura de la túnica ovárica que envuelve el ovario de los peces. En este estudio, al igual que en los de Cerisola (1984) y Grier (2000) para las especies *Sicyases sanguineus* y *Centropomus undecimalis*, respectivamente, se observó que el tejido interno de la túnica ovárica penetra a la cavidad del ovario, formando las lamelas en cuyo interior se lleva a cabo el desarrollo de los ovocitos. González *et al.* (1979) mencionan que el ovario de *Lutjanus griseus*, de Cuba, presenta una pared delgada sin describir ninguna característica histológica, haciendo referencia a la túnica ovárica.

diameter of the oocytes in this stage ranged from 245 to 396.2 μm , with an average of 340.87 μm .

Stage VII

In the mature oocytes (M), the nucleus is not visible. Some vitelline vesicles (V) occur and the yolk globules (Gf) are completely fused (fig. 7). The diameter of the mature oocytes ranged from 264.6 to 395.8 μm , with an average of 340.17 μm .

DISCUSSION

There are few studies in which the structure of the ovarian tunic that covers the ovary of fish is described in detail. In this work, as in those of Cerisola (1984) and Grier (2000) for the species *Sicyases sanguineus* and *Centropomus undecimalis*, respectively, the internal tissue of the ovarian tunic was observed to penetrate into the cavity of the ovary, forming the lamellae in whose interior the oocytes develop. González *et al.* (1979) report that the ovary of *Lutjanus griseus*, from Cuba, has a thin wall, but they do not describe any histological characteristic in reference to the ovarian tunic.

Due to the little resolution of the light microscope used in this work, it was not possible to describe the elements that compose the epithelium; only its presence in the ovary of *L. peru* is mentioned. However, using the electronic microscope, according to Grier (2000), the epithelium appears as a structure containing scaly epithelial cells, associated with a single oogonium or a group of these. In the present work, no oogonia were observed. Grier (2000) mentions that oogonia reproduce mitotically and, on entering the meiotic stages, they become oocytes. The oogonia observed by Grier (2000) show ovoid nuclei and an organule in the cytoplasm called "Nuage".

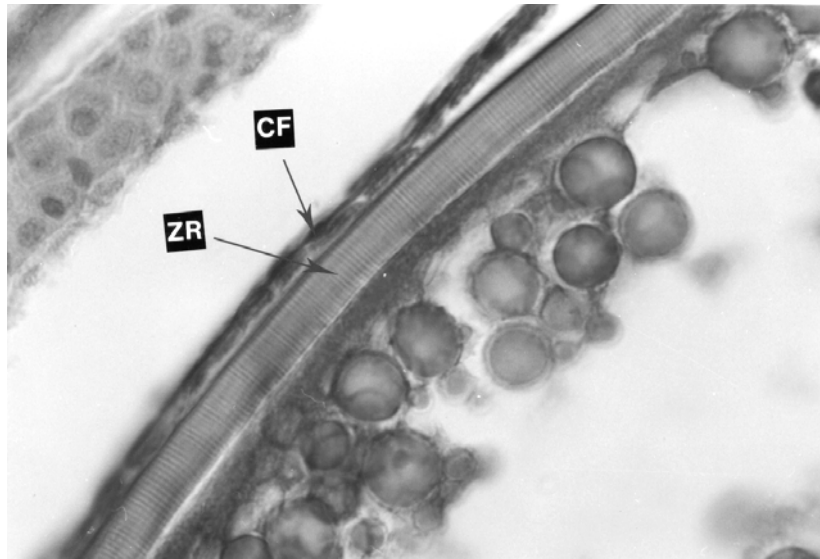


Figura 5. Se observan las capas que envuelven a los ovocitos, como la zona radiada (ZR) y las células foliculares (CF). 500×.

Figure 5. The layers that surround the oocytes are observed, such as the radiated area (ZR) and the follicular cells (CF). 500×.

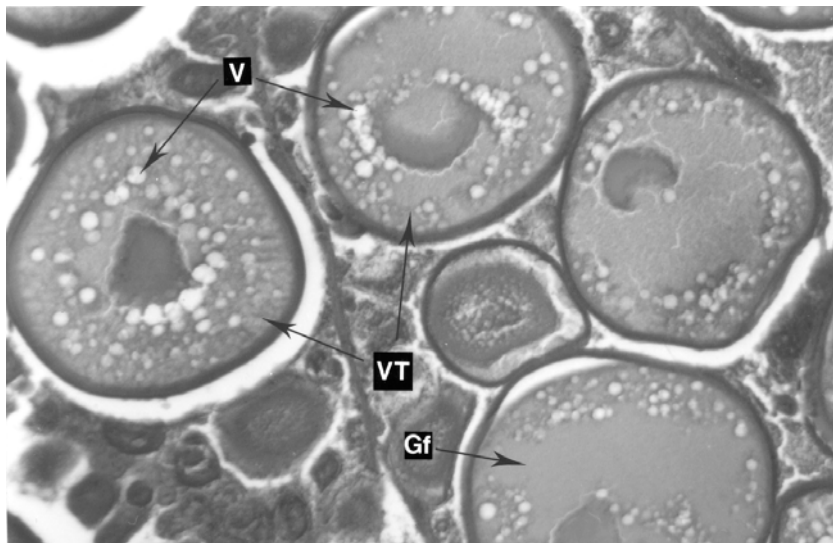


Figura 6. Ovocitos en fase VI o vitelogenénesis terciaria (VT); en el citoplasma los glóbulos de vitelo se empiezan a fusionar (Gf) y se observan vesículas vitelinas (V). 78.7×.

Figure 6. Oocytes in stage VI or tertiary vitellogenesis (VT); in the cytoplasm, the yolk globules begin to fuse (Gf) and the vitelline vesicles are observed (V). 78.7×.

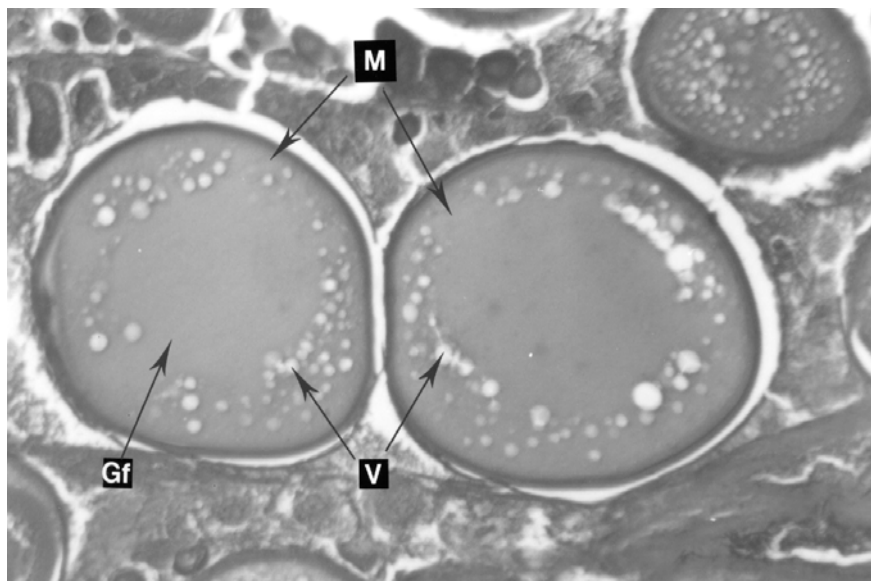


Figura 7. Ovocitos en fase VII u ovocitos maduros (M); en el citoplasma los glóbulos de vitelo se encuentran totalmente fusionados (Gf) y se encuentran algunas vesículas vitelinas (V). 78.7×.

Figure 7. Oocytes in stage VII or mature oocytes (M); in the cytoplasm, the yolk globules are completely fused (Gf) and some vitelline vesicles (V) are found. 78.7×.

Debido a la poca resolución que proporciona el microscopio de luz utilizado en este trabajo, no se pudieron describir los elementos que integran el epitelio; sólo se menciona su presencia en el ovario de *L. peru*. Sin embargo, utilizando el microscopio electrónico, según Grier (2000) el epitelio se muestra como una estructura que contiene células epiteliales escamosas, asociadas con una sola ovogonia o un grupo de éstas. En el presente trabajo no se observaron ovogonias. Por su parte, Grier (2000) menciona que las ovogonias se reproducen mitóticamente y al entrar a las etapas meióticas, se transforman en ovocitos. Las ovogonias observadas por Grier (2000) presentan núcleos ovalados y un organelo en el citoplasma denominado “Nuage”.

En *L. peru* se pudieron observar algunas características microscópicas del desarrollo de

In *L. peru*, it is possible to observe some microscopic characteristics of oocyte development as those described by Yamamoto and Yamazaki (1961), in ten development stages, and Cerisola (1984), in eight stages. In this work, seven stages were observed, very similar to those described by those authors. It should be indicated that stages three and four described by Cerisola (1984) could be considered one, as the only difference between them is the amount of yolk globules observed inside the oocytes. With these seven stages it was possible to observe practically the entire process of oogenesis in *L. peru*. One of the few studies with the same species, and similar subject, was carried out by Reyna-Trujillo (1993) in La Paz Bay, Baja California Sur (Mexico), in which the development of the oocytes is described in basically five stages. As expected, these same stages were observed in

los ovocitos como las descritas por Yamamoto y Yamazaki (1961) en diez fases y Cerisola (1984) en ocho fases de desarrollo. En este trabajo, se observaron siete fases muy similares a las que describen ambos autores. Cabe señalar que las fases tres y cuatro que describe Cerisola (1984) podrían conjuntarse en una sola, ya que la única diferencia entre éstas es la cantidad de glóbulos de vitelo que se observa en el interior de los ovocitos. Con estas siete fases fue posible observar prácticamente todo el proceso de ovogénesis que ocurre en *L. peru*. Uno de los pocos estudios realizados con la misma especie, y en un tema semejante, es el llevado a cabo por Reyna-Trujillo (1993) en la Bahía de La Paz, Baja California Sur (México), en donde describe el desarrollo de los ovocitos básicamente en cinco fases. Como habría de esperarse, estas mismas fases fueron observadas en el presente trabajo. González *et al.* (1979) utilizaron una especie estrechamente relacionada con la usada en el presente trabajo, *L. griseus*, y establecieron cinco fases en el proceso de la ovogénesis. Las cuatro primeras se denominaron fases no maduras y se observaron en organismos capturados en medios naturales. La fase cinco o de ovocito maduro se logró sólo al tratar hembras con la hormona Gonadotropina Coriónica Humana (GCH) en condiciones controladas de laboratorio. Estos autores también mencionan que la fase de ovocito maduro (fase cinco) es difícil de observar en el ambiente natural, ya que el proceso de ovulación es un fenómeno que ocurre en pocas horas. Selman y Wallace (1989) y García-Alarcón (1995) mencionan que el proceso de maduración de los ovocitos en teleósteos ocurre rápidamente y en algunas ocasiones se realiza dentro de un periodo de 24 horas (dependiendo de la especie, la temperatura, etc.). Cabe mencionar que en el presente trabajo se pudo observar esta última fase del desarrollo del ovocito (ovocito maduro). Cruz-Romero *et al.* (1991)

the present work. González *et al.* (1979) used a species closely related to the one used herein, *L. griseus*, and they established five stages in the process of oogenesis. The first four were called immature stages and were observed in organisms caught in the natural environment. Stage five, that of the mature oocyte, was attained only by treating the female fish with the Human Chorionic Gonadotropin hormone (HCG) under controlled laboratory conditions. These authors also indicate that the mature oocyte stage (stage five) is difficult to observe in the natural environment because the process of ovulation occurs in a few hours. Selman and Wallace (1989) and García-Alarcón (1995) report that the process of maturation of the oocytes in teleosts occurs rapidly, sometimes within a 24-hour period (depending on the species, temperature, etc.). In the present work, it was possible to observe this last stage of oocyte development (mature oocyte). Cruz-Romero *et al.* (1991) mention that they found mature oocytes in different species of *Lutjanus* studied in Colima, but they do not describe their microscopic characteristics. Reyna-Trujillo (1993) reports that mature oocytes are those that present yolk globules; however, a mature oocyte is one in which globules are fused, as described by Yamamoto and Yamazaki (1961) and Cerisola (1984). According to these authors, the stage showing yolk globules corresponds to oocytes in the stage of tertiary vitellogenesis, which occurs before the maturation of the oocyte.

In the ovary of *L. peru*, oocytes of several sizes were found distributed at random in this organ. This was also observed by Selman and Wallace (1989), in *Fundulus heteroclitus*; by Reyna-Trujillo (1993), in *Lutjanus peru*; by Tzioumis and Kingsford (1999), in *Parma microlepis*; and by Maack and George (2000), in *Encrasicholina punctifer*. This type of oocyte development inside the ovary is known as asynchronous development.

Tabla 1. Comparación de los diámetros de los ovocitos en diferentes especies de peces.
Table 1. Comparison of the diameters of the oocytes in different fish species.

Diámetro de ovocitos	Especie	Referencia	Observación
350–550 µm	<i>Lutjanus</i>	Cruz-Romero <i>et al.</i> (1991)	Intervalo del diámetro de los ovocitos maduros <i>Range of the diameter of mature oocytes</i>
264.6–395.8 µm	<i>Lutjanus peru</i>	Lucano-Ramírez <i>et al.</i> (este trabajo)	Intervalo del diámetro de los ovocitos maduros <i>Range of the diameter of mature oocytes</i>
250, 300 y 500 µm	<i>Engrasicholina punctifer</i>	Maack y George (2000)	Promedios de los diámetros de ovocitos inmaduros, vitelogenéticos y maduros <i>Averages of the diameters of immature, vitellogenetic and mature oocytes</i>
52.89 y 340.17 µm	<i>Lutjanus peru</i>	Lucano-Ramírez <i>et al.</i> (este trabajo)	Promedios de los diámetros de ovocitos inmaduros y maduros <i>Averages of the diameters of immature and mature oocytes</i>
21–290 µm	<i>Parma microlepis</i>	Tzioumis y Kingsford (1999)	Intervalo del diámetro de los ovocitos en general <i>Range of the diameter of the oocytes in general</i>
15–441 µm	<i>Lutjanus peru</i>	Lucano-Ramírez <i>et al.</i> (este trabajo)	Intervalo del diámetro de los ovocitos en general <i>Range of the diameter of the oocytes in general</i>

mencionan que encontraron ovocitos maduros en las diferentes especies de *Lutjanus* estudiados en Colima (México); sin embargo, no describen las características microscópicas que presentaron los mismos. Reyna-Trujillo (1993) menciona que los ovocitos maduros son aquellos que presentaron glóbulos de vitelo; sin embargo, un ovocito maduro es aquel en el que los glóbulos se encuentran fusionados, tal y como describen Yamamoto y Yamazaki (1961) y Cerisola (1984). Siguiendo a estos autores, la fase que presenta glóbulos de vitelo corresponde a ovocitos en vitelogénesis terciaria, fase que se presenta antes de la maduración del ovocito.

En el ovario de *L. peru*, se identificaron ovocitos de tamaños diferentes, los cuales estuvieron distribuidos en este órgano de manera aleatoria. Se han encontrado hallazgos similares por Selman y Wallace (1989), en la especie *Fundulus heteroclitus*; por Reyna-Trujillo (1993), en *Lutjanus peru*; por Tzioumis y Kingsford (1999), en *Parma microlepis*; y por Maack y George (2000), en *Encrasicholina punctifer*. A este tipo de desarrollo de los ovocitos dentro del ovario se conoce como desarrollo asincrónico.

Si bien se conoce que las dimensiones de los ovocitos pueden ser un atributo de cada especie, las comparaciones que se presentan en la tabla 1 se consideran útiles, aunque deben tomarse con reserva toda vez que se traten de especies diferentes.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos la colaboración a los pescadores de la Sociedad Cooperativa "PRI" de Barra de Navidad, Jalisco, México, así como a los integrantes del Laboratorio de Pesquerías del Centro de Ecología Costera, de la Universidad de Guadalajara.

Even though it is well known that the dimensions of the oocytes may be an attribute of each species, the comparison presented in table 1 is considered useful, though it should be taken into account that we are dealing with different species.

ACKNOWLEDGEMENTS

We thank the fishermen of the "PRI" cooperative from Barra de Navidad, Jalisco, Mexico, and the staff of the Fisheries Laboratory at the Centro de Ecología Costera, University of Guadalajara, for their collaboration.

English translation by Manuel Gardea.

REFERENCIAS

- Braekvelt, C.R. and McMillard, D.B. (1967). Cyclic changes in ovary of the brook stickleback *Eucalia inconstans* (Kirtland). J. Morphol., 123: 373–396.
- Carrillo, M. (1987). Reproducción en Acuicultura. CAICYT, Madrid, 321 pp.
- Cerisola, H. (1984). Cambios estructurales del folículo ovárico durante su maduración en el pejesapo *Sicyases sanguineus*, Muller y Troschel 1843 (Gobiesocidae: Teleostei). Rev. Biol. Mar., 20: 1–21.
- Coward, K. and Bromage, N.R. (2000). Reproductive physiology of female tilapia broodstock. Rev. Fish Biol. Fish., 10: 1–25.
- Cruz-Romero, M., Espino-Barr, E., Mimbela-López, J., García-Boa, A., Obregón-Alcaraz, L.F. y Girón-Botello, E. (1991). Biología reproductiva en tres especies del género *Lutjanus* en la costa de Colima, México. Informe final de CONACYT, clave POZPCCPR 892739, 118 pp.
- Estrada-Flores, E., Peralta-Zamora, I. y Rivas-Manzano, P. (1982). Manual de Técnicas Histológicas. AGT Editor, México, 140 pp.
- García-Alarcón, A. (1995). Establecimiento del patrón reproductivo en hembras de *Oreochromis*

- mossambicus* Peters, 1852 (Pisces: Cichlidae) cultivadas en estanques de concreto. Tesis profesional, Facultad de Ciencias, UNAM, México, 66 pp.
- González, E., Damas, T., Millares, N. y Borrero, M. (1979). Desove inducido en el caballote (*Lutjanus griseus* Linné, 1758) en condiciones de laboratorio. *Rev. Cub. Inv. Pesq.*, 4(1): 43–63.
- Grier, H. (2000). Ovarian germinal epithelium and folliculogenesis in the common snook, *Centropomus undecimalis* (Teleostei: Centropomidae). *J. Morphol.*, 243: 265–281.
- Maack, G. and George, M.R. (2000). Contributions to the reproductive biology of *Encrasicholina punctifer* Fowler, 1938 (Engraulidae) from West Sumatra, Indonesia. *Fish. Res.*, 44: 113–120.
- Reyna-Trujillo, M.M. (1993). Desarrollo gonádico y época de desove del “huachinango” (*Lutjanus peru*) Nichols y Murphy 1922 (Pisces: Lutjanidae) en la Bahía de La Paz, B.C.S., México. Tesis profesional, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad de Guadalajara, México, 73 pp.
- Selman, K. and Wallace, R.A. (1989). Cellular aspects of oocyte growth in teleosts. *Zool. Sci.*, 6: 211–231.
- Tzioumis, V. and Kingsford, M.J. (1999). Reproductive biology and growth of the temperate damselfish *Parma microlepis*. *Copeia*, 1999(2): 348–361.
- van Tienhoven, A. (1983). The ovary. In: *Reproductive Physiology of Vertebrates*. Comstock Publishing Associates, Ithaca, 7: 170–195.
- Yamamoto, K. and Yamazaki, F. (1961). Rhythm of development in the oocyte of the gold-fish, *Carassius auratus*. *Bull. Fac. Fish. Hokkaido Univ.*, 12: 93–114.