

## Ciclo reproductivo del caracol *Plicopurpura pansa* (Gould, 1853) de la Bahía de Huatulco, Oaxaca, México

### Reproductive cycle of the snail *Plicopurpura pansa* (Gould, 1853) in the Huatulco's Bay, Oaxaca, Mexico

María del Pilar Torres-García\*, Erika Samantha Palacios-Ávila & María Mercedes Corona-Muñiz

Laboratorio de Invertebrados, Departamento de Biología Comparada, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. Av. Universidad 3000. Circuito Exterior s/n. C.P. 04510, Ciudad de México. Tel: (55) 56224919.

\*Autor corresponsal, e-mail: pilar.torres@ciencias.unam.mx

#### Resumen

El caracol *Plicopurpura pansa* tiene importancia cultural para los pueblos indígenas mixtecos de la zona de Oaxaca. Se recolectaron 72 organismos en la Bahía de Huatulco, Oaxaca, México, durante los meses de enero a diciembre de 2010, obteniendo tres machos y tres hembras cada mes. Las gónadas se procesaron mediante la técnica histológica, determinando cuatro etapas de diferenciación celular gonádica para hembras y machos. Estos organismos son asincrónicos y pueden reproducirse todo el año; pero se observó que, durante el invierno, su capacidad reproductiva aumenta en este lugar. Es la primera vez que se describe la estructura histológica de la gónada de machos y hembras de la especie *P. pansa* en la zona de Huatulco, Oaxaca, México.

**Palabras clave:** caracol púrpura, ciclo gonádico, histología, asincrónico.

#### Abstract

The snail *Plicopurpura pansa* has a cultural significance for the Mixtec indigenous communities in the area of Oaxaca. Seventy-two specimens were collected in the Huatulco's Bay, Oaxaca, Mexico, during the months of January to December 2010, obtaining three males and three females each month. The gonads were processed by histological technique, determining four stages of cell differentiation of both the female and male gonads. These organisms are asynchronous and can reproduce throughout the year; but it was observed that during the winter, their reproductive capacity increases in this place. This is the first time that the histological structure of the males and females gonads of the species *P. pansa* is described in the area of Huatulco, Oaxaca, Mexico.

**Key words:** purple snail, gonadal cycle, histology, asynchronous.

#### Introducción

Desde la antigüedad han sido muy apreciados los tintes naturales vegetales y animales. Los primeros pueblos en teñir textiles con caracoles marinos fueron los cretenses, minoicos y fenicios, quienes usaban el tinte púrpuro de los gasterópodos pertenecientes a los géneros *Murex* Linnaeus, 1758 y *Purpura* Bruguiere, 1789. El color púrpura estaba asociado a la fertilidad y el poder, además de dar a las personas de la nobleza y

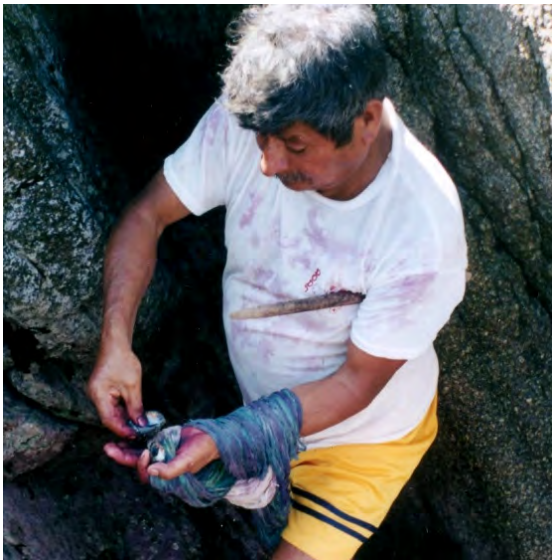
el clero la distinción de riqueza. El uso de estos caracoles se extendió en el Mediterráneo a causa del aumento del área de práctica de los fenicios y de la amplia distribución de los caracoles (Turok, *et al.*, 1988).

El nombre "púrpura" se aplicó a los caracoles marinos que secretan una sustancia blanquecina producida por la glándula hipobranquial, que al fotorreaccionar con la luz solar se torna de

color escarlata hasta un púrpura intenso (Morris, 1966). Esta sustancia es utilizada por el organismo para inmovilizar a sus presas y depredadores, ya que actúa sobre el sistema nervioso de otros invertebrados marinos (Hyman, 1967) e incluso pueden paralizar peces (Yoshioka, 1974).

En México, la especie se distribuye en el océano Pacífico, desde Baja California hasta Chiapas, pero particularmente en Oaxaca. Desde épocas prehispánicas diferentes grupos étnicos, como los mixtecos, los huaves, zapotecos y los chontales utilizaban el tinte del caracol *P. pansa* para teñir hilos de algodón que se empleaban para la elaboración de prendas de vestir que usaban en ceremonias de gran importancia para la comunidad.

Estos grupos étnicos heredan la tradición del teñido textil, de generación en generación, transmitiéndose la forma de explotar este recurso, para preservar el equilibrio de sus poblaciones mediante el conocimiento previo del comportamiento del caracol, protegiendo sus épocas de reproducción (Fig. 1).



**Figura 1.** Mixteco extrayendo la tinta del “caracol morado” en la costa oaxaqueña.

**Figure 1.** Mixtec man extracting ink of the “purple snail” on the Oaxacan coast.

Sin embargo, la sobreexplotación del recurso por la operación de una compañía japonesa en 1981 en costas oaxaqueñas, provocó la casi extinción de las tallas grandes de la población del

caracol, el desplazamiento de los tintoreros indígenas y la pérdida gradual de su tradición, que es parte de la identidad cultural de los mixtecos, por lo que en 1988 el gobierno mexicano prohibió la explotación comercial de *P. pansa* (DOF, 1988), permitiendo a los indígenas el manejo sustentable del recurso para mantener sus tradiciones. Por esta razón, *P. pansa* es de suma importancia por sus atributos culturales, ecológicos, religiosos, sociales y económicos.

Correlacionando la información de las actividades realizadas por los mixtecos en la localidad de Huatulco, Oaxaca, México y con ayuda de las técnicas histológicas en laboratorio, se estableció un estudio integral de los cambios en el desarrollo gonadal, identificando sus etapas de maduración.

El caracol *P. pansa* es un organismo dioico, es decir, presenta sexos separados. La gónada está situada en las dos primeras espiras del caracol, en posición dorsal, estrechamente relacionada con el hepatopáncreas (Quiroz, 1992), la cual es distinguible en fresco por su color de amarillo a gris pardo, en el caso de las hembras y anaranjado rojizo en el caso de los machos (Álvarez, 1989). Su concha es delgada, de coloración parda, la ornamentación externa presenta de 7 a 8 hileras de nódulos agudos con líneas tenues intercaladas (Fig. 2). Alcanzan tallas hasta 100 mm de longitud, siendo el promedio de 64 mm (Keen, 1971). Este organismo se caracteriza por tener una abertura pedal que ocupa el 70% de la longitud de la concha (Castillo-Rodríguez, 1992), es de color café-salmón brillante y el labio externo tiene pliegues con manchas alternadas claro-oscuro.



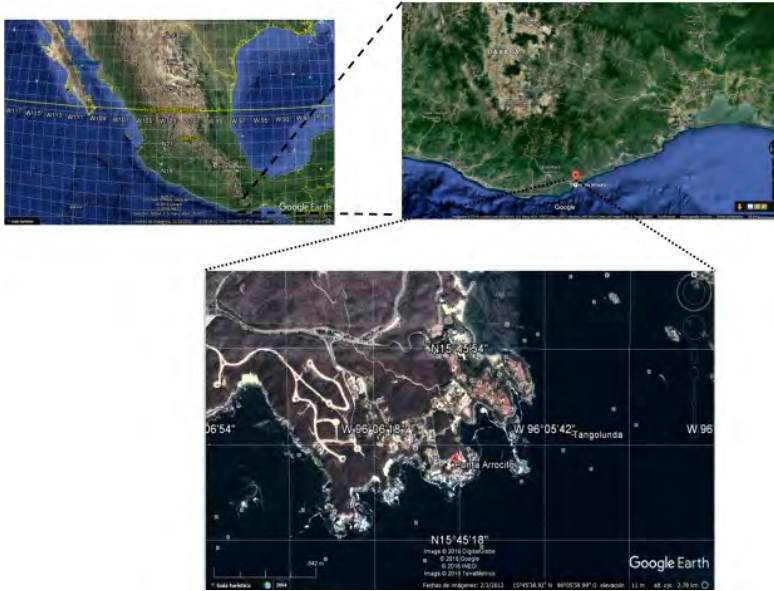
**Figura 2.** Vista dorsal y ventral del caracol *Plicopurpura pansa*. Medida del ejemplar: 5 cm.

**Figure 2.** Dorsal and ventral views of the snail *Plicopurpura pansa*. Size of specimen: 5 cm.

## Materiales y métodos

El trabajo se realizó en la costa media y occidental del estado de Oaxaca, donde se localiza el desarrollo turístico “Bahías de Huatulco”. En la zona costera se ubican nueve bahías principales: San Agustín, Chachacual, Cacaluta, El Maguey, Órgano, Santa Cruz, Chahué, Tangolunda y Conejos (FONATUR,

1988). La punta el Arrocito (15°49'58" N; 96°19'14" O) se encuentra entre Bahía Órgano y Bahía Santa Cruz y fue propuesta por los tintoreros de la región, responsables del manejo del recurso, como la zona en que se realizó la recolección, una por mes durante un ciclo anual comprendido de enero a diciembre de 2010 (Fig. 3).



**Figura 3.** Localización del área de estudio. Punta El Arrocito.

**Figure 3.** Location of the study area. El Arrocito peak.

Los caracoles viven en la zona rocosa del intermareal, facilitando su extracción manual ayudados con una vara de huizache para desprenderlos de la roca. Este instrumento lo emplean los pobladores de la región para proteger al caracol de alguna lesión si utilizaran otra herramienta como cuchillo, ya que ellos, por tradición, argumentan que hay que tratar “naturaleza con naturaleza” y cuidar su preservación.

*Plicopurpura pansa* comparte el mismo hábitat con otros moluscos como litorinas y quitones que le sirven de alimento, muy diferentes en su morfología, ya que *P. pansa* se caracteriza por presentar hileras de nódulos en la superficie, lo que es distintivo de la especie.

En cada muestreo mensual se extrajeron tres hembras y tres machos al azar obteniendo un total de 72 ejemplares de la especie durante el año de muestreo. El método para determinar el sexo del caracol en el campo fue el utilizado por los tintoreros que, para no dañarlos, se colocan entre las manos y se agitan unos segundos, observando que los

animales salen de la concha mostrando, atrás del tentáculo ocular derecho, un pene conspicuo en los machos y la ausencia de éste y la presencia de un poro genital en las hembras (Fig. 4).

Los tintoreros permitieron extraer, en la misma playa rocosa, tallas pequeñas (15 mm), mediana (30 mm) y grande (40 mm) de tres ejemplares de hembras y machos cada mes, muestra representativa para los estudios histológicos, ya que no se trataba de dinámicas poblacionales, además de tomar en cuenta de que se trata de una especie protegida. Estos tamaños nos permiten establecer las etapas de desarrollo de la gónada.

Los caracoles se fracturaron en la parte superior de la espira, con ayuda de un pequeño martillo, con la finalidad de permitir el paso del fijador a los tejidos de la gónada. Así, todos los ejemplares completos fracturados se fijaron en formol al 10% preparado con agua de mar y trasladados al Laboratorio de Invertebrados de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), donde se procesaron histológicamente.



**Figura 4.** Diferencias anatómicas entre macho y hembra de *P. pansa*. Macho con pene conspicuo y hembra con poro genital.

**Figure 4.** The anatomic differences between the male and female of *P. pansa*. The male with a conspicuous penis and female with genital pore.

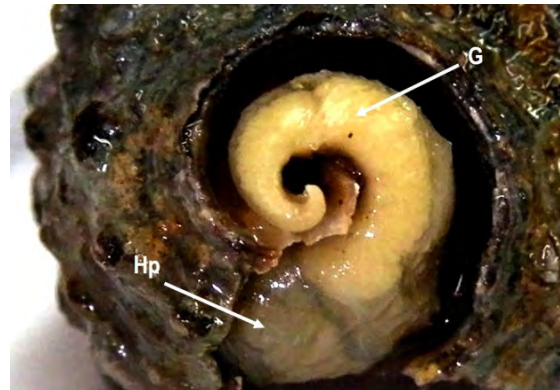
Para conocer las fases gonadales, se aplicó la técnica histológica de deshidratación en alcoholes graduales, inclusión en parafina, obtención de cortes de 5  $\mu\text{m}$  y las técnicas de tinción de hematoxilina-eosina y tricrómica de Mallory.

## Resultados

En época de reproducción (diciembre-enero), la gónada de *P. pansa*, tanto de hembras como de machos, se observó con una coloración más intensa, siendo en hembras de color amarillo a gris pardo (Fig. 5) y en machos anaranjado rojizo (Fig. 6). La gónada se localiza en las primeras espiras de la concha y mantiene una íntima relación con el hepatopáncreas, formando una estructura llamada como hepatogonadal.

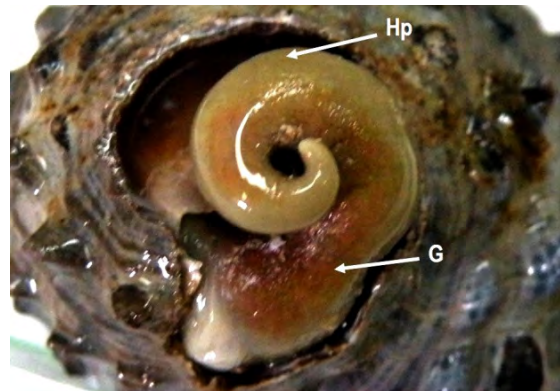
## Descripción histológica de la gónada

En hembras y machos la gónada está delimitada por un epitelio simple cúbico, adyacente a una cápsula de tejido conjuntivo denso irregular, que tiene un grosor de 4  $\mu\text{m}$  aproximadamente; este tejido conjuntivo penetra en las hembras hacia el interior de la gónada conformando la pared de los folículos. En machos se introduce formando la pared de los túbulos seminíferos. Para los dos sexos se identificaron cuatro etapas de desarrollo gonadal según la maduración de las sus células.



**Figura 5.** Gónada de hembra (G) color amarillo en unión con el hepatopáncreas (Hp).

**Figure 5.** The female gonad (G) has a yellow color with hepatopancreas union (Hp).



**Figura 6.** Gónada de macho (G) color anaranjado en unión con el hepatopáncreas (Hp).

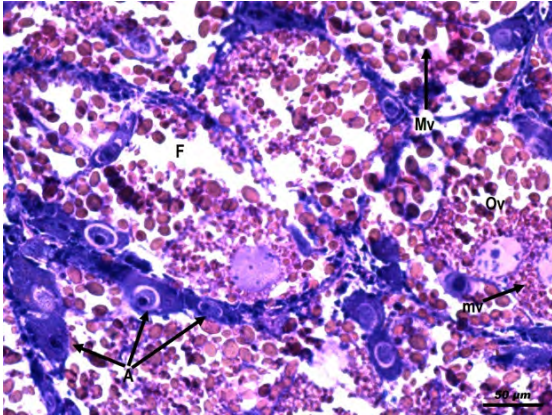
**Figure 6.** The male gonad (G) has an orange color with hepatopancreas union (Hp).



## Hembras

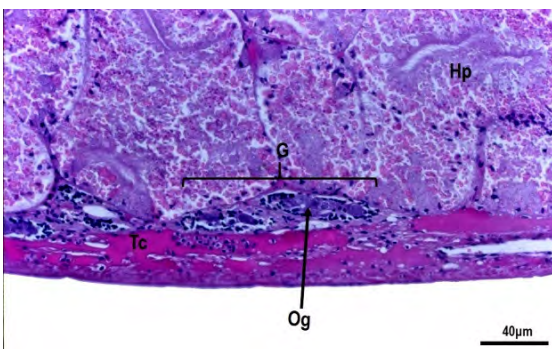
Cada folículo tiene de tres a cinco células en diferente estadio de desarrollo, mostrando gránulos de vitelo según su etapa de maduración, ya que estos organismos presentan asincronía celular (Fig. 7).

Para describir el ciclo gonadal en las hembras se definieron cuatro etapas: temprana, proliferación, maduración y desove.



**Figura 7.** Vista de la gónada femenina con folículos (F) y ovocitos (Ov) que presentan en su citoplasma macrovitelo (Mv) y microvitelo (mv), mostrando asincronía celular (A). H-E. 50μm.

**Figure 7.** A view of the female gonad with follicles (F) and oocytes (Ov) having in their cytoplasm macrovols (Mv) and microvols (mv), showing cell nonsynchronous (A). H-E. 50μm.

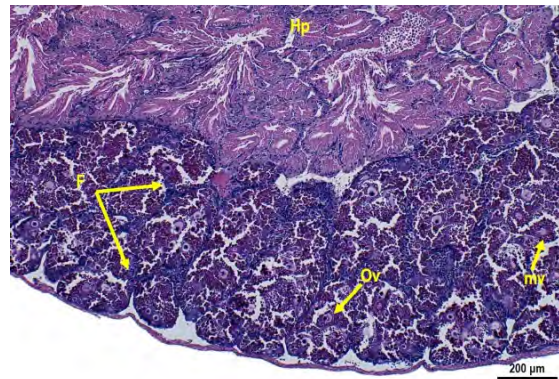


**Figura 8.** Gónada femenina (G) en etapa temprana. Cápsula de tejido conectivo (Tc) rodea el cono hepatogonadal (Hp). Presenta ovogonias (Og) en desarrollo. H-E. 40μm.

**Figure 8.** The female gonad (G) in the early stage. Capsule of connective tissue around the hepatogonadal cone (Hp). Show oogonia (Og) cells in growing. H-E. 40μm.

1. Etapa temprana. El tejido conjuntivo que forma la cápsula que rodea al cono hepatogonadal se adelgaza, penetrando la gónada y estableciendo la división interna de folículos o alveolos. En ellos se encuentran células adheridas a su pared, llamadas ovogonias, que se agrupan de tres a cinco, formando nidos celulares para iniciar su crecimiento (Fig. 8).

2. Etapa de proliferación. En el tejido gonadal los folículos aumentan en número, los ovocitos se observan en proceso de diferenciación produciendo en su citoplasma gotas de lípidos como sustancias de reserva, el microvitelo, localizado en la región perinuclear, lo cual provoca el desplazamiento del núcleo hacia un extremo de la célula. Al final de esta etapa se inicia la formación de macrovitelo, característica que indica el principio de la siguiente etapa (Fig. 9).



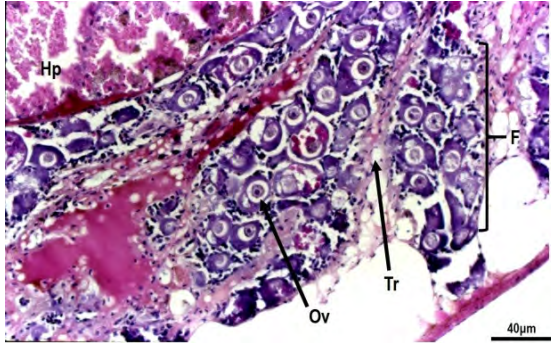
**Figura 9.** Gónada femenina en etapa de proliferación formada por folículos (F) que contienen ovocitos (Ov) con microvitelo (mv). H-E. 200μm.

**Figure 9.** Female gonad in growing stage with oocytes (Ov) with microvols (mv) into follicles (F). H-E. 200μm.

3. Etapa de maduración. En la gónada se observan los folículos repletos de ovocitos maduros sin espacios entre las células, delimitados por trabéculas de tejido conjuntivo. En los ovocitos el núcleo permanece excéntrico, desplazado por la presencia de gran cantidad de micro y macrovitelo en el citoplasma, reservas de lípidos necesarias para su desarrollo (Fig. 10).

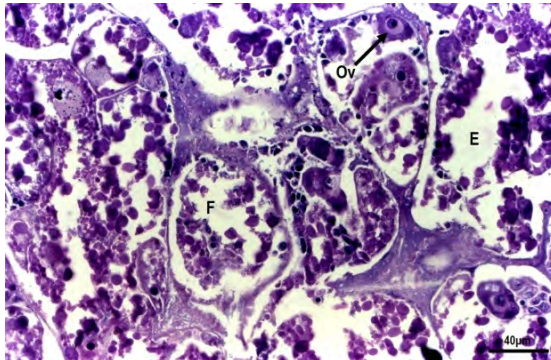
4. Etapa de desove. Se inicia la expulsión de los ovocitos maduros, dejando espacios dentro de los folículos, por lo que el tejido conjuntivo comienza a plegarse. Se aprecian ovogonias adheridas a su pared, debido a la asincronía que presentan. Al final de la etapa se observan los folículos con grandes espacios

y materia residual con escaso micro y macrovitelo. Hay presencia de macrófagos que fagocitan los restos celulares, dejando los folículos vacíos (Fig. 11).



**Figura 10.** Gónada femenina en etapa de maduración. Folículos (F) llenos de ovocitos maduros (Ov) delimitados por trabéculas (Tr) de tejido conectivo. H-E. 40µm.

**Figure 10.** Female gonad in maturity stage. Follicles empty with mature oocytes (Ov) surrounding by connective tissue trabeculae (Tr). H-E. 40µm.



**Figura 11.** Gónada femenina en etapa de desove. Folículos (F) con grandes espacios (E) por la expulsión de los ovocitos (Ov). H-E. 40µm.

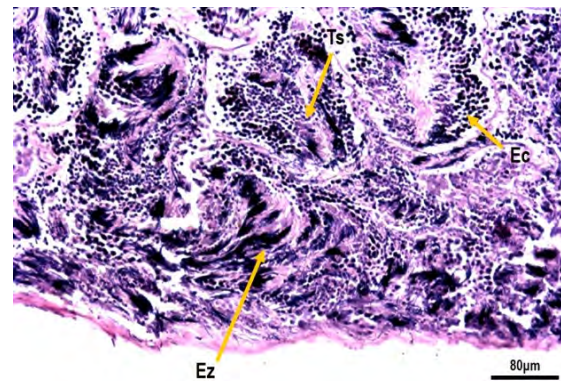
**Figure 11.** The female gonad in the spawning stage, shows follicles (F) with large spaces (E) for the expulsion of the oocytes (Ov). H-E. 40µm.

### Machos

En la gónada de los machos, el tejido conjuntivo delimita a los túbulos seminíferos y entre ellos se presentan células de Leydig y senos venosos. En la parte basal de la pared del túbulo seminífero se encuentra el epitelio germinativo en sus diferentes etapas de maduración, las cuales determinarán las fases de su desarrollo (Fig. 12).

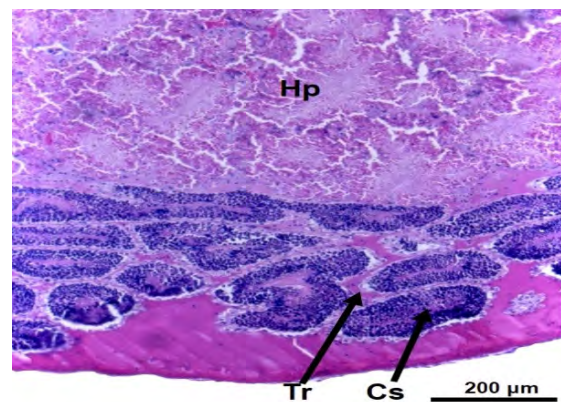
Para describir el ciclo gonadal en los machos se definieron las siguientes cuatro etapas: temprana, proliferación, maduración y expulsión de espermatozoides.

1. Etapa temprana. El tejido conjuntivo laxo se adelgaza y penetra la gónada formando trabéculas que separa a los cordones seminíferos que carecen de lumen. Dentro de ellos se observa un epitelio germinativo con células en desarrollo: las espermatogonias adheridas a la pared y espermatozoides en diferenciación (Fig. 13).



**Figura 12.** Vista panorámica de la gónada masculina en espermatogénesis. Se observan túbulos seminíferos (Ts) con espermatozoides (Ec) y espermatozoides (Ez). H-E. 80µm.

**Figure 12.** Panoramic view of the male gonad in spermatogenesis. There are seminiferous tubules (Ts) with spermatocytes (Ec) and sperm (Ez). H-E. 80µm.

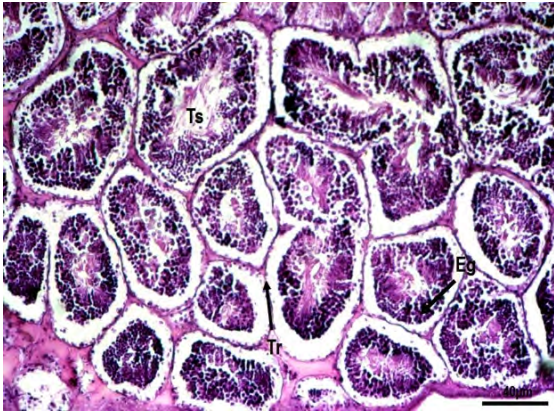


**Figura 13.** Gónada masculina en etapa temprana de desarrollo. Presenta trabéculas (Tr) de tejido conectivo que separa a los cordones seminíferos (Cs). H-E. 200µm.

**Figure 13.** The male gonad in the early stage of development. Presents trabeculae (Tr) of connective tissue that separates the seminiferous cords (Cs). H-E. 200µm.



2. Etapa de proliferación. La gónada aumenta su tamaño mostrando luz en el centro de los cordones, estructurando a los túbulos seminíferos. En su interior se observa un epitelio germinativo en diferentes estadios de maduración, se identifica una capa gruesa de espermatocitos primarios que se han diferenciado a partir de las espermatogonias, los espermatocitos secundarios se localizan en menor número debido a que su maduración es rápida; hacia la parte central del túbulo se localiza una capa con numerosas espermátidas, algunas de las cuales se observan en proceso de espermiogénesis a espermatozoides. Entre las células gaméticas se encuentran células de Sertoli, las cuales brindan sostén y nutrientes a las células sexuales durante su diferenciación. En esta etapa se observan muy pocos espermatozoides (Fig. 14).



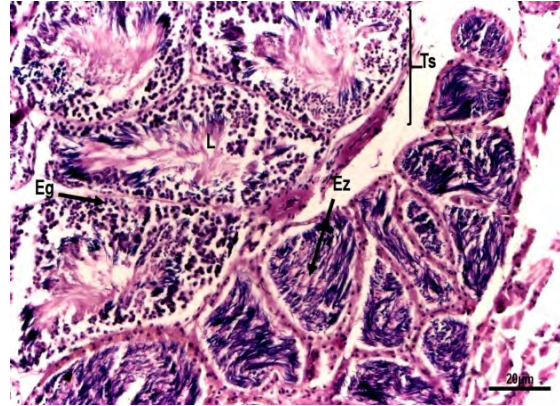
**Figura 14.** Gónada masculina en etapa de proliferación. Gran cantidad de túbulos seminíferos (Ts) con epitelio germinativo (Eg) separados por trabéculas (Tr) de tejido conectivo. H-E. 40  $\mu$ m.

**Figure 14.** The male gonad in the growing stage. Lots of seminiferous tubules (Ts) with germinal epithelium (Eg) separated by the connective tissue trabeculae (Tr). H-E. 40  $\mu$ m.

3. Etapa de maduración. Se caracteriza por presentar gran cantidad de túbulos seminíferos con el lumen bien definido y delimitados por tejido conjuntivo (Fig. 15).

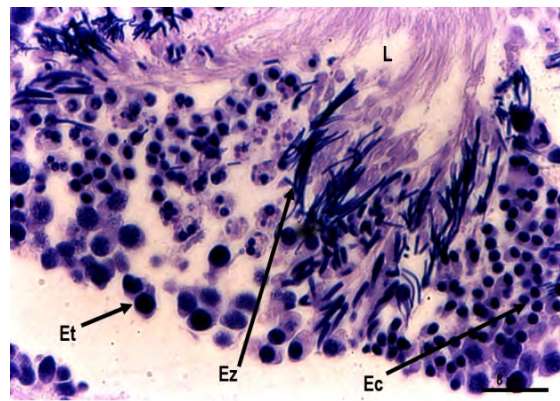
La formación y diferenciación de las células sexuales está en su pico más alto; se observan espermatogonias en desarrollo en la base del epitelio germinativo y espermatocitos de primer orden que aumentan de tamaño y presentan un gran núcleo, observándose varios en mitosis; también hay es-

permatocitos de segundo orden que sufrieron una reducción meiótica; las espermátidas en proceso de espermiogénesis, donde sufren una elongación, dan origen a una gran cantidad de espermatozoides acomodados en bandas helicoidales dispuestas en el centro del lumen, dirigiendo su cola hacia la luz del túbulo seminífero formando penachos en un acomodo típico para su expulsión (Fig. 16).



**Figura 15.** Gónada masculina en etapa de maduración. Presenta túbulos seminíferos (Ts) con epitelio germinativo (Eg) y espermatozoides (Ez) en su lumen (L). H-E. 20 $\mu$ m.

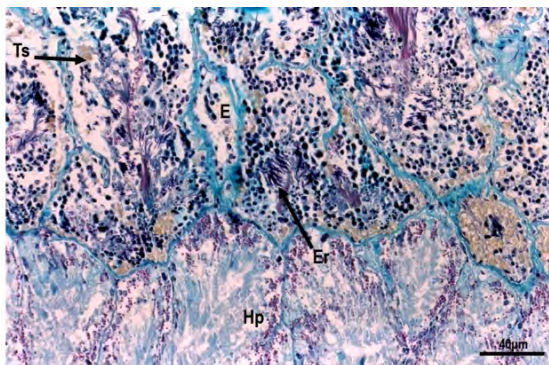
**Figure 15.** The male gonad in the maturity stage. The seminiferous tubules (Ts) with germinal epithelium (Eg) and sperm (Ez) in their lumen (L). H-E. 20 $\mu$ m.



**Figura 16.** Acercamiento del epitelio germinativo de un túbulo seminífero. Se observan espermatogonias (Et), espermatocitos en desarrollo (Ec) y espermatozoides (Ez) hacia el lumen (L). H-E. 8 $\mu$ m.

**Figure 16.** Approaching the germinal epithelium of the seminiferous tubule. They shows spermatogonias (Et), spermatocytes (Ec) in growing and sperm (Ez) to lumen (L). H-E. 8 $\mu$ m.

4. Etapa de expulsión de espermatozoides. La expulsión masiva de los espermatozoides produce que la pared de los túbulos seminíferos se ondule por haber perdido firmeza al quedar grandes espacios en su interior. Al final de la etapa, los túbulos presentan escasos espermatozoides residuales y macrófagos que eliminan los restos celulares (Fig. 17).



**Figura 17.** Gónada masculina en etapa de expulsión. Túbulos seminíferos (Ts) con espacios (E) por la expulsión, quedan espermatozoides residuales (Er). Mallory. 40µm.

**Figure 17.** The male gonad in the expulsion stage. The seminiferous tubules (Ts) with large spaces (E) due the expulsion, stay some sperm residuals (Er). Mallory. 40µm.

## Discusión

Se observó que el caracol *Plicopurpura pansa* presenta dimorfismo sexual, siendo las hembras de mayor tamaño que los machos. Esto coincide con lo observado por Wellington & Kuris (1983) y Turok, *et al.* (1988).

Otra característica basada en su dimorfismo es la coloración de la gónada, que en las hembras es de amarillo a gris pardo y en los machos anaranjada rojiza.

*Plicopurpura pansa* presenta asincronía gonadal, donde manifiesta un constante desarrollo de sus células germinales; sin embargo, muestra etapas definidas de maduración para asegurar una sincronía en los sexos, como se ha descrito previamente (Quiroz, 1992; González, 1997; Romero, 2015).

Debido a que el tejido gonadal madura en diferentes épocas y permite su constante reproducción, se observó que durante el invierno (diciembre-febrero) de esta región se encuentran más ejemplares en etapa de maduración, los cuales producen mayor cantidad de sustancia tóxica con la que protegen sus huevecillos de los depredadores, al mismo tiempo que la utilizan para narcotizar a sus presas que les sirven de alimento. Esta misma sustancia la emplean los tintoreros de Pinotepa de Don Luis, Oaxaca, como tinte para teñir sus madejas de hilos de algodón con los que elaboran sus vestimentas, actividad que se empareja con la temporada en la que los caracoles producen mayor cantidad del compuesto.

Es la primera vez que se describe la estructura histológica de la gónada de machos y hembras de la especie *P. pansa* en la zona de Huatulco, Oaxaca, México, estableciendo en su ciclo anual, cuatro etapas de desarrollo gonadal para cada sexo. La estructura histológica de la gónada, en machos y hembras, se encuentra rodeada por una capa de tejido epitelial simple cúbico y un epitelio germinativo en diferentes fases de maduración según la etapa de desarrollo.

## Agradecimientos

Agradecimiento especial al M. en C. Javier Acevedo García por el apoyo en la recolección de los organismos de estudio en la Bahía de Huatulco, Oaxaca, México y al biólogo Pavel Alejandro Reyes Pérez por su colaboración en el manejo de las imágenes.

## Referencias bibliográficas

- Álvarez, D. 1989. Relaciones ecológicas y algunos aspectos poblacionales del caracol *Purpura pansa* (Gould, 1853), en la costa del Estado de Michoacán, México. Tesis profesional, Escuela de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, México. 123 pp.
- Castillo-Rodríguez, Z. 1992. Combinatio nova de *Plicopurpura pansa* (Gould, 1853) (Prosobranchia: Muricoidea). Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México 19(1): 1-21.



- Diario Oficial de la Federación. 1988. Órgano del Gobierno Constitucional de los Estados Unidos Mexicanos. Secretaría de Pesca. 30 Marzo. pp. 10–12.
- Fondo Nacional de Turismo. 1988. Actualización de la estrategia de desarrollo urbano de Bahías de Huatulco, Oaxaca. Realizada por Felipe Ochoa y Asociados Consultores para la Dirección de Planeación Urbana y Regional de Fondo Nacional de Turismo. México, D.F. 135 pp.
- González, O. 1997. Contribución al estudio del ciclo gonádico del caracol *Purpura pansa* (Gould, 1853) (Gastropoda: Prosobranchia) en Mazatlán, Sinaloa. Tesis profesional, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México. 87 pp.
- Hyman, L. 1967. The Invertebrates: Mollusca. McGraw-Hill, New York and London. 726 pp.
- Keen, A. 1971. Sea Shells of Tropical West America Marine Mollusks from Baja California to Peru. Stanford University Press, Stanford, California. 1064 pp.
- Morris, P. 1966. A field guide to shell of the Pacific coast and Hawaii. Houghton Mifflin Co., Boston. pp 123-124.
- Quiroz, A. 1992. Contribución al estudio histológico de la gónada de caracol *Purpura pansa* (Gould, 1853) (Gastropoda: Prosobranchia). Tesis profesional. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma México. México. 44 pp.
- Romero, M.G. 2015. Desarrollo gonadal de *Plicopurpura pansa* (Gould, 1853) en relación con los parámetros ambientales en las costas de Ixtapa, Zihuatanejo, Guerrero. Tesis profesional, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México. 57 pp.
- Turok, M., A. Singler, E. Hernández, J. Acevedo, R. Lara & V. Turcott. 1988. El caracol púrpura, una tradición milenaria en Oaxaca. Secretaría de Educación Pública. Dirección General de Culturas Populares. México. 166 pp.
- Wellington, G. & A.M. Kuris. 1983. Growth and shell variation in the tropical eastern Pacific intertidal gastropod genus *Purpura*: ecological and evolutionary implications. The Biological Bulletin 164: 518-535.
- Yoshioka, T. 1974. Purple dye of mexican shell-fish. Journal of Malacology 32(4): 135.

Recibido: 19 de mayo de 2016.

Aceptado: 21 de octubre de 2016.