

## ESTADIOS DE MADUREZ DEL CAMARÓN ROSADO *Farfantepenaeus notialis* (PENAEIDAE) EN EL CARIBE COLOMBIANO

### Maturity Stages of Pink Shrimp *Farfantepenaeus notialis* (Penaeidae) in the Colombian Caribbean

DANIEL GIOVANNY PÉREZ FERRO<sup>1</sup>, M.Sc.; JORGE ENRIQUE PARAMO GRANADOS<sup>1</sup>, Ph. D.

<sup>1</sup> Universidad del Magdalena, Grupo de Investigación Ciencia y Tecnología Pesquera Tropical (CITEPT). Carrera 32 # 22-08, Avenida del Ferrocarril, Santa Marta, Colombia. danielm90@gmail.com; jparamo@unimagdalena.edu.co

Autor de correspondencia: Daniel Pérez Ferro, danielm90@gmail.com

Presentado el 21 de octubre de 2013, aceptado el 9 de diciembre de 2013, fecha de reenvío el 10 de febrero de 2013.

Citation / Citar este artículo como: PÉREZ DG, PARAMO JE. Estadios de madurez del camarón rosado *Farfantepenaeus notialis* (Penaeidae) en el Caribe colombiano. Acta biol. Colomb. 2014;19(2):185-194.

#### RESUMEN

El camarón rosado *Farfantepenaeus notialis*, es uno de los recursos de mayor importancia socioeconómica en la región Caribe. Sin embargo, esta especie ha sido sobreexplotada en las últimas décadas y hay una carencia en la información biológica y pesquera. El objetivo del presente estudio es determinar y caracterizar los estadios de madurez en el campo macroscópico y microscópico del camarón de aguas someras (*F. notialis*) como insumo para su manejo. Las muestras fueron tomadas entre junio del 2012 y mayo del 2013, en embarcaciones camaroneras en el Caribe colombiano. Las hembras de *F. notialis* fueron identificadas y conservadas para el análisis histológico y se fijaron algunas de las gónadas. Se tomaron datos de talla, peso y sexo. Se determinó su estadio gonadal a partir de la morfología y coloración de la gónada, para la determinación microscópica se realizaron cortes histológicos de las muestras de 30 gónadas de todos los estadios. Se obtuvo una muestra de 3019 hembras, para las cuales se encontraron y describieron cinco estadios de desarrollo gonadal. Los resultados macroscópicos se corroboraron con los resultados del análisis de desarrollo de los ovocitos en el campo microscópico. El desarrollo de los ovocitos estuvo acorde a lo registrado para *F. brevistris* en el Pacífico colombiano y *F. paulensis* en la costa norte de Brasil. Estos resultados son un aporte de gran importancia, porque son una guía para los administradores del recurso y la comunidad científica para la determinación de la madurez de *F. notialis* en el Caribe colombiano.

**Palabras clave:** biología reproductiva, crustáceos, gónadas, histología, ovocitos.

#### ABSTRACT

The pink shrimp *Farfantepenaeus notialis* is one resource of great socioeconomic importance in the Caribbean region. However, this species has been overexploited in the last decades and there is a lack of biological and fishery information. For such reason, the objective of the present study is to determine and characterize the maturity stages a macroscopic and microscopic level of the pink shrimp (*F. notialis*) as input for its management. The samples were taking from June of 2012 and May 2013, on board shrimp commercial vessels in the Colombian Caribbean. The females of *F. notialis* were identified and preserved for the histologic analysis and some gonads were fixed. Data of size, weight and sex were taken. The gonadal stages were determined from the morphology and coloration of gonad and to microscopic determination were carried out histologic cut from samples of thirty gonads from all stages. A total of 3019 females were obtained from *F. notialis*, to which five stages of gonadal development

were found and described. The macroscopic results were corroborated with the analysis of oocyte development at a microscopic level. The development of oocyte was coherent to that reported for *F. brevirostris* in the Colombian Pacific and *F. paulensis* in the north coast of Brazil. These results are a contribution of the great scientific importance to the determination of maturity of *F. notialis* in the Colombian Caribbean.

**Keywords:** crustaceans, gonads, histology, reproductive biology, oocytes.

## INTRODUCCIÓN

Los camarones penaeidos tienen un ciclo de vida, donde el desove de los adultos ocurre fuera de la costa, y la migración de las larvas se da hacia las regiones de crianza, lagunas costeras, manglares y estuarios (García y Le Reste, 1986). En la etapa de migración hay una fase estuarina en la cual se desarrollan las postlarvas, manteniéndose hasta la fase juvenil, para luego migrar hacia el mar como subadultos, donde se presenta un rápido crecimiento (Dall *et al.*, 1991, García y Le Reste, 1986). El camarón rosado *Farfantepenaeus notialis* (Pérez Farfante, 1967), es una especie perteneciente al grupo de los penaeidos, los cuales son uno de los recursos de mayor importancia comercial en el mundo (Guillet, 2008). Es una especie que habita en fondos blandos, comúnmente en aguas someras entre los 10 a 75 m de profundidad (Fischer *et al.*, 1981), raramente llega hasta los 700 m. Se distribuye a lo largo de la costa del mar Caribe, la costa de América del Sur hasta Brasil, y en la costa de África Occidental desde Mauritania hasta Angola (Tavares, 2002). *F. notialis* presenta dimorfismo sexual (Paramo y Saint-Paul, 2010), las hembras de mayor tamaño llegan a medir hasta 198,6 mm y los machos hasta 181,8 mm de longitud total (Paramo *et al.*, 2014). Su coloración puede ser desde marrón claro, amarillenta o rosada, hasta marrón oscuro en algunas localidades (Tavares, 2002). La reproducción es anual pero con dos picos de máximo desove entre octubre y diciembre y el otro entre abril y junio en el Caribe colombiano (Paramo *et al.*, 2014) y alcanzan su madurez sexual antes de haber cumplido un año de edad (Fischer *et al.*, 1995).

En Colombia la pesquería del camarón rosado ha sido uno de los recursos de mayor importancia socioeconómica en la región Caribe (Paramo y Saint-Paul, 2010; Paramo *et al.*, 2014). Debido a la falta de información biológica, pesquera y de manejo se llevó a la sobreexplotación del recurso (Paramo y Saint-Paul, 2010), pues a finales de los años 80 y comienzo de los años 90 la captura anual fue de más de 2000 toneladas con un esfuerzo pesquero de alrededor de 120 embarcaciones, pero a principio del 2000 la captura anual fue menor de 500 toneladas y el esfuerzo pesquero disminuyó a unas diez embarcaciones (Barreto y Borda, 2008; Paramo y Saint-Paul, 2010). De acuerdo con (Desantis *et al.*, 2001; Belcari *et al.*, 2003; Carlucci *et al.*, 2006; Kapiris y Thessalou-

Legaki, 2006, Kapiris y Thessalou-Legaki, 2009; Echeverría-Sáenz y Wehrmann, 2011) la realización de estudios acerca de la biología reproductiva, genera información de gran importancia para el conocimiento de las poblaciones, lo cual es la base en el desarrollo de estrategias de manejo y regulación de los recursos pesqueros. Razón por la cual el presente estudio tiene como objetivo determinar y caracterizar los estadios de madurez en el campo macroscópico su desarrollo gonadal y progresión microscópica de los ovocitos de este camarón de aguas someras como insumo para su manejo sostenible en el Caribe colombiano.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Muestreo a bordo del barco camaronero

Fueron tomadas muestras mensuales de individuos de la especie *F. notialis* durante un monitoreo realizado en el barco camaronero Adriatic, entre junio de 2012 y mayo de 2013 en los sitios donde opera normalmente la flota camaronera en el Caribe colombiano (Fig. 1). Se realizaron un total de 141 lances en fondos blandos arrastrables, los cuales fueron ubicados mediante una ecosonda FURUNO FCV 1150 y una duración aproximada de cuatro horas por lance. Se tomaron datos de hora inicial y final, posición inicial y final por medio del GPS Garmin GPSmap76CSx. De la captura total se obtuvo una muestra de aproximadamente dos kilos y medio, unos 50 individuos, a los que se midió la longitud total con un calibrador digital de 12" UPM (módulo de presión universal) con precisión de 0,01mm, el peso total con una balanza analítica marca Ohaus Pioneer con una precisión de 0,1 mg, se determinó el sexo y el estadio de madurez en el campo macroscópico, con el fin de obtener la progresión gonadal por talla. Por otro lado de la captura total se tomaron 30 hembras con tallas entre los 110 y 190 mm (pertenecientes a los meses de septiembre y octubre) para la determinación de la progresión gonadal en el campo microscópico.

### Determinación de los estadios de madurez macroscópico y microscópico

Para la descripción macroscópica y microscópica se identificaron y separaron las hembras. Se midió la longitud total y se procedió a separar el exoesqueleto del individuo. Luego se realizó un corte dorsal en el abdomen llegando a la cavidad donde se encuentra alojada la gónada, posteriormente se determinó *in situ* y ordenaron según su estadio de madurez gonádica (se tomaron hembras en todos los estadios), de acuerdo con cinco estadios de madurez macroscópicos descritos por Paramo y Saint-Paul (2010) para *F. notialis*: I) inmaduros, ovarios translúcidos; II) en desarrollo, ovarios opacos; III) casi maduros, ovarios de color amarillo naranja; IV) maduros, ovarios grandes color oliva, algunas veces café; y V) desovados, ovarios vacíos, color blanco a crema con aspecto sanguinolento.

Para la identificación microscópica se extrajo la gónada teniendo cuidado de no romperla. Las gonadas fueron fijadas

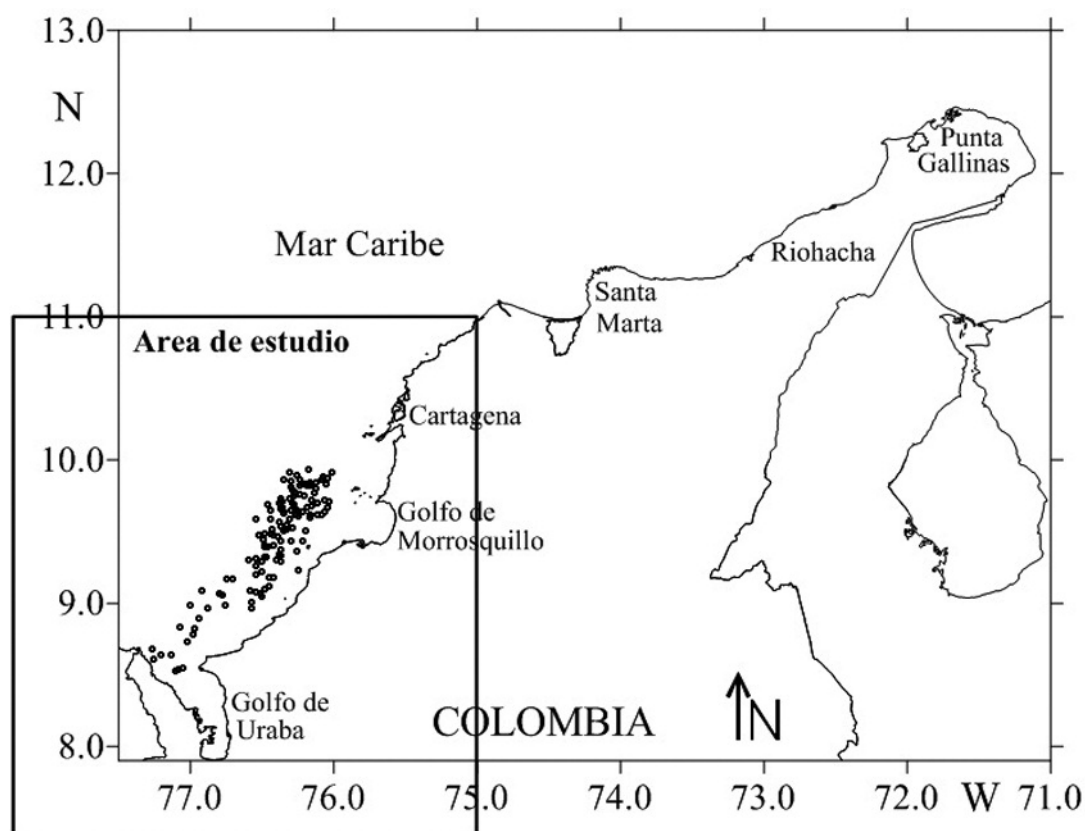


Figura 1. Área de estudio y estaciones de muestreo. Mapa elaborado por grupo CITEPT.

en una solución de formaldehído al 4 %, donde se dejaron durante 24 horas, luego se procedió a cambiar la solución por alcohol al 75 % y se mantuvieron allí refrigeradas hasta llegar al laboratorio (Gómez-León, 2006).

#### Proceso histológico de laboratorio

Se realizaron cortes de las gónadas en diferentes estadios de madurez (seis muestras por cada estadio) de 30 ejemplares de *F. notialis* entre los 110 y 190 mm de longitud total (colectados durante los meses de septiembre y octubre de 2013), las cuales se analizaron histológicamente mediante la técnica de tinción de hematoxilina-eosina, con el fin de diferenciar su estructura (Gómez-León, 2006).

Se hicieron cortes transversales de 0,5 cm, para proceder a la deshidratación gradual en alcoholes con concentraciones entre el 70 % hasta el 100 %, hasta aclarar las muestras en xilol, y finalmente su inclusión en parafina líquida a 56 °C. Este procedimiento se hizo en un procesador de tejido automático Histokinette (marca Shandon Citadel 2000). Posteriormente se realizaron cortes de 5 y 7  $\mu\text{m}$  de espesor por medio de un micrótopo Microm HM 325, que se montaron en portaobjetos para luego desparafinar, rehidratar y teñir con hematoxilina de Harris y contrastar con eosina (Gómez-León, 2006).

Las preparaciones histológicas fueron observadas en un microscopio óptico binocular marca Zeiss Axio Lab A1, comenzando desde el menor aumento (5X) para tener un panorama amplio del corte, en seguida se pasó a los aumentos 10X, 20X hasta llegar a 40X, en donde se diferenciaron con una mayor resolución las estructuras de las células de las gónadas. De cada estadio se llevó un registro fotográfico por medio de una cámara Axio Cam ICc, en cada uno de los aumentos. Los resultados del análisis microscópico fueron confrontados con el análisis macroscópico.

#### RESULTADOS

Se colectaron un total de 5356 individuos de la especie *F. notialis* en el Caribe colombiano entre junio de 2012 y mayo de 2013. El 56 % (3019) fueron hembras, de las cuales se encontraron cinco estadios de desarrollo gonadal, de acuerdo al examen macroscópico según la coloración y la forma de los ovarios. De acuerdo a la proyección gonadal por intervalos de talla (correspondiente al porcentaje del número de individuos de cada estadio gonadal en cada intervalo de talla) se encontró que el mayor porcentaje de individuos inmaduros estaban entre los 75 y 125 mm de longitud total, entre los 125 y 130 mm el 50 % de los individuos se encuentran en maduración y maduros (estadios III y IV respec-

tivamente), y los mayores valores de individuos maduros (Estadio IV) se presentan entre los 150 y 195 mm de longitud total (Fig. 2). Para el análisis microscópico se obtuvieron un total de treinta gónadas de *F. notialis*, con un corte histológico de cada una de ellas, (seis placas por estadio) a los cuales se determinó el desarrollo de los ovocitos. Los estadios sugeridos en el campo macroscópico y microscópico se presentan a continuación.

### Descripción macroscópica de la gónada de *Farfantepenaeus notialis*

**Estadio I.** Inmadura: la gónada no se encuentra desarrollada, es muy delgada, translúcida, encontrándose reducida a los primeros segmentos del abdomen. Su textura es suave como un par de hilos lo cual hace difícil la separación del tracto digestivo y otros tejidos, por lo cual se puede romper fácilmente (Fig. 3).

**Estadio II.** Inmadura en desarrollo: la gónada comienza a crecer, su coloración va desde translúcido a blancuzco, se empiezan a desarrollar los lóbulos laterales en la parte final del cefalotórax. Su textura es compacta y es fácil la extracción (Fig. 3).

**Estadio III.** En maduración: la gónada alcanza mayor tamaño, está desarrollada completamente presentando tres regiones: lóbulos anteriores, laterales y posteriores. Ocupa la mayor parte del cefalotórax en la parte anterior y en el abdomen en la parte posterior; se encuentra hasta el último segmento (anterior al telson), su coloración va del amarillo parduzco a verdoso. Su textura es compacta, siendo de mayor facilidad la extracción completa de la gónada. La gónada es visible a través de la articulación del cefalotórax y el abdomen (Fig. 3).

**Estadio IV.** Madura: la gónada alcanza su mayor tamaño, está desarrollada completamente presentando tres regiones:

lóbulos anteriores, laterales y posteriores. Ocupa la mayor parte del cefalotórax en la parte anterior y en el abdomen en la parte posterior, se encuentra hasta el último segmento (anterior al telson), su coloración es parda a verde oliva. Su textura es algo acuosa lo cual hace difícil su extracción, sobre todo en los lóbulos anteriores y laterales, siendo fácil de romper. La gónada es visible a través del exoesqueleto (Fig. 3).

**Estadio V.** Desovada: la gónada es delgada su coloración puede ser transparente, blancuzca o algo amarillenta, se distingue de los estadios inmaduros I y II por que presenta las tres regiones lobulares. Su textura es flácida, lo cual hace muy difícil su extracción sobre todo en la parte de los lóbulos anteriores y laterales, siendo fácil de romper (Fig. 3).

### Descripción del desarrollo gonadal de *Farfantepenaeus notialis*

**Estadio I.** Inmaduro: se observa una gran cantidad de oogonias (ovocitos inmaduros), de poco tamaño que van desde los 16,64 a 21,99  $\mu\text{m}$ , con un promedio de 18,89  $\mu\text{m}$  ( $\sigma = 1,85$ ;  $n = 10$ ). Su forma es esférica y están agrupadas hacia la región central o la periferia del lóbulo. El núcleo es incoloro bien definido y grande en relación a la célula, la cromatina se encuentra bastante concentrada y no hay presencia de nucléolos. El citoplasma es escaso y basófilo (color morado por reacción a hematoxilina). Las oogonias se encontraban rodeadas por células foliculares basófilas (Fig. 4).

**Estadio II.** Inmaduro en desarrollo: los ovocitos son más grandes que los oogonios entre los 18,36 a 65  $\mu\text{m}$ , con un promedio de 32,36  $\mu\text{m}$ , ( $\sigma = 18,85$ ;  $n = 10$ ). El núcleo es central e incoloro y presenta un tamaño medio en relación al citoplasma. La cromatina se encuentra más dispersa y hay presencia de varios nucléolos basófilos dispersos dentro del núcleo. El citoplasma es escaso y presenta una coloración

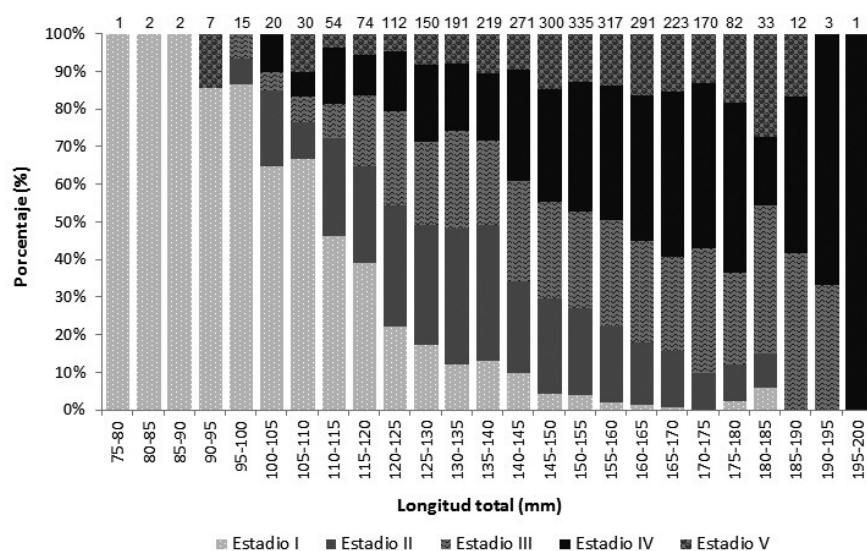


Figura 2. Progresión de los estadios de madurez por intervalo de tallas (longitud total en mm con su respectivo n) para las hembras de *Farfantepenaeus notialis* en el Caribe colombiano.

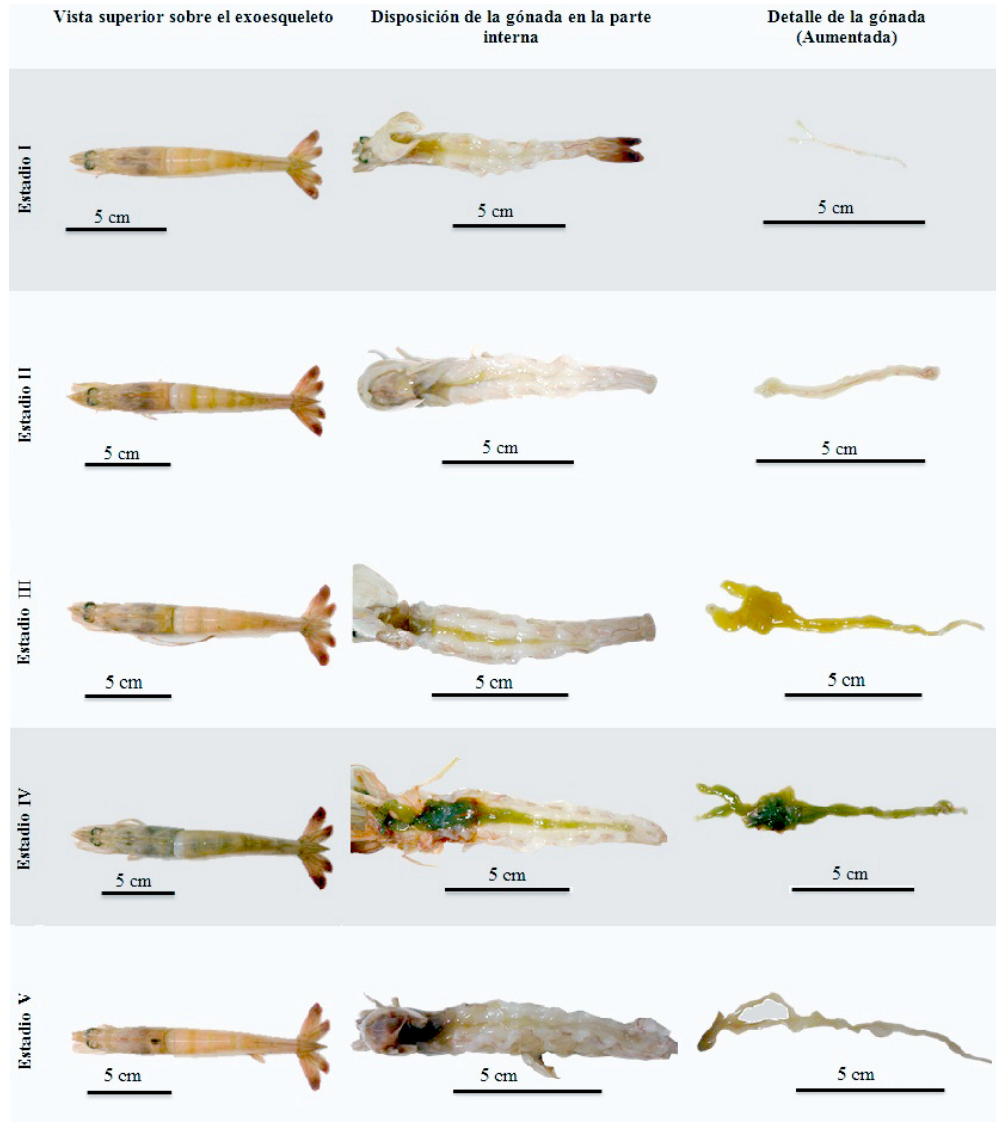


Figura 3. Escala de madurez gonadal de las hembras de *Farfantepenaeus notialis*.

basófila más fuerte. Los ovocitos se encuentran rodeados por células foliculares basófilas (Fig. 4).

**Estadio III.** En Maduración: los ovocitos son eosinófilos, presentan diferentes formas y aumentan considerablemente de tamaño entre 82,86 a 149,77  $\mu\text{m}$ , y un promedio de 120,57  $\mu\text{m}$  ( $\sigma = 20,15$ ;  $n = 10$ ). El núcleo y citoplasma aumentan de tamaño, sin embargo es mayor la proporción del citoplasma. El núcleo se tiñe de color más intenso que el citoplasma, la cromatina se encuentra totalmente dispersa, algunos nucléolos se observan en la periferia. En el citoplasma se observan gránulos de vitelo y alveolos corticales. La zona pelúcida se hace más notoria (Fig. 5).

**Estadio IV.** Maduro: los ovocitos alcanzan su mayor tamaño pero no difieren mucho respecto al estadio anterior entre 133,33 a 194,35  $\mu\text{m}$  y un promedio de 151,69  $\mu\text{m}$  ( $\sigma = 19,59$ ;  $n = 10$ ). En el citoplasma se observan gránulos de

vitelo eosinófilos grandes. La zona prelucida se hace más notoria y el núcleo no se puede observar (Fig. 5).

**Estadio V.** Desovado: se observan ovocitos en varios estadios y grandes espacios entre las lamelas, lo cual es evidencia de que previamente ocurrió un desove. En este estadio los ovocitos que no son expulsados y no son viables se reabsorben, lo que es denominado como atresia (Fig. 6).

## DISCUSIÓN

Se encontraron cinco estadios de madurez para la especie *F. notialis* en el Caribe colombiano, de acuerdo a la descripción macroscópica basada en el cambio de coloración, acorde a lo reportado por Paramo y Saint-Paul (2010), y a la descripción de la morfología de la gónada en cada uno de los estadios, como lo sugieren varios autores para los camarones peneidos (Vogt, *et al.*, 1989; Quinitio y Millamena, 1992;

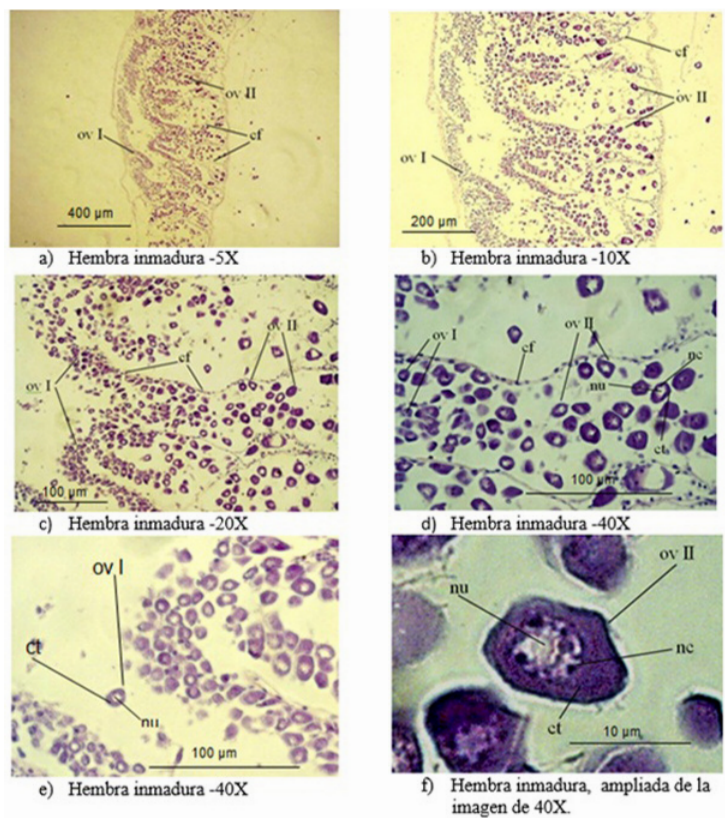


Figura 4. Ovocitos de *Farfantepenaeus notialis* en estadio inmaduro (I y II). Corte de la gónada con los ovocitos: a) vista al microscopio con aumento de 5X, b) vista 10X, c) vista 20X, d) y e) vista de los ovocitos inmaduros en estadio I y II con aumento de 40X, f) vista de un ovocito en estadio II, ampliada del aumento de 40X. (ovI: ovocito en estadio I; ovII: ovocito en estadio II; nu: núcleo; nc: nucléolo; ct: citoplasma; cf: células foliculares).

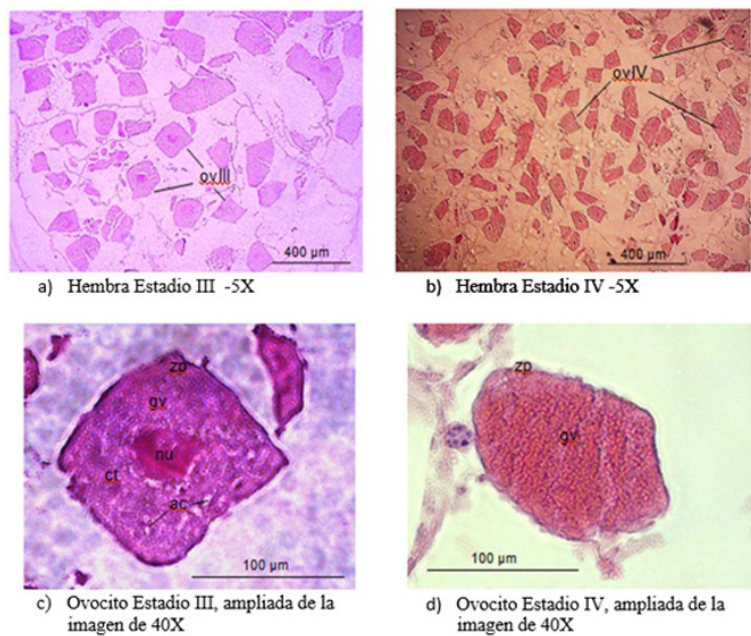


Figura 5. Ovocitos de *Farfantepenaeus notialis* en estadio maduro (III y IV). Corte de la gónada con los ovocitos: a) y b) Vista al microscopio con aumento de 5X, c) vista de los ovocitos maduros en estadio III, ampliada del aumento de 40X, d) vista de los ovocitos maduros en estadio IV, ampliada del aumento de 40X. (ovIII: ovocito en estadio III; ovIV: ovocito en estadio IV; nu: núcleo; nc: nucléolo; ct: citoplasma; zp: zona pelúcida; gv: granulosa de vitelo; ac: alveolos corticales o vesículas).

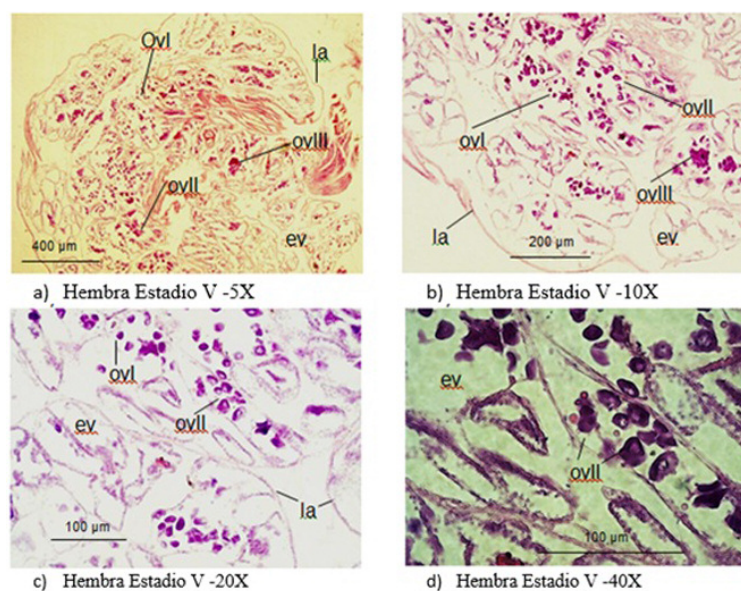


Figura 6. Ovocitos de *Farfantepenaeus notialis* en estadio desovado (V). Corte de la gónada con los ovocitos: a) vista al microscopio con aumento de 5X, b) vista 10X, c) vista 20X, d) vista 40X, (ovI: ovocito en estadio I; ovII: ovocito en estadio II; nu: núcleo; nc: nucléolo; ct: citoplasma; la: lamelas; ev: espacios vacíos).

Castille y Lawrence, 1991; Medina, *et al.*, 1996; Palacios, *et al.*, 1999). No se presentaron dificultades al distinguir macroscópicamente entre los estadios I inmaduro y V desovado, como lo reportan otros autores para algunas especies de camarones como en *F. paulensis* (Cestari *et al.*, 2007), puesto que aunque en el estadio V la gónada es muy delgada y puede ser incolora como en el estadio I, en el estadio V esta se extiende hasta el sexto segmento abdominal y su grosor es irregular, mientras que en el estadio I la gónada solo alcanza los primeros segmentos abdominales y su grosor no varía. Los resultados macroscópicos se corroboraron con los resultados del análisis de desarrollo de las células (ovocitos) en el campo microscópico, por medio de técnicas histológicas. El tamaño de los ovocitos estuvo por encima de lo reportado por García Vargas (2009) para *Farfantepenaeus brevirostris* en el Pacífico colombiano, y por debajo (pero más cercanos) a los valores reportados para *F. paulensis* en la costa norte de Brasil, al igual que para estas especies los primeros estadios I y II presentaron ovocitos basófilos pequeños y medianos, respectivamente. Los estadios III, IV y V mostraron ovocitos eosinófilos de mayor tamaño, este aumento rápido del diámetro se debe a la deposición del vitelo en el ovocito (Tsukimura, 2001), y los cambios de coloración los cuales se deben a la pigmentación por carotenoides los cuales están relacionados con una nueva etapa de maduración (Arculeo *et al.*, 1995).

De acuerdo a los resultados de progresión gonadal por talla, el 50 % de los individuos ha alcanzado la madurez entre los 125 y 130 mm de longitud total (LT), esto es concordante con la talla media de madurez para las hembras de

136,7 mm LT (Paramo y Saint-Paul, 2010) y 129,34 mm en el Caribe colombiano (Paramo *et al.*, 2014), los cuales se encuentran por debajo de la talla media de captura (148,0 mm), confirmando que se alcanzan a reproducir más del 50 % de la población (Paramo *et al.*, 2014).

La identificación macroscópica ha sido ampliamente utilizada para identificar el desarrollo del ovario, ya sea para el manejo de las pesquerías o el desarrollo de la acuicultura (Vogt *et al.*, 1989; Castille y Lawrence, 1991; Quintio y Millamena, 1992; Medina, *et al.*, 1996; Palacios *et al.*, 1999; Peixoto *et al.*, 2003; Cestari *et al.*, 2007). Por tal motivo, este resultado es de gran importancia, ya que es una guía para determinar *in situ* o en laboratorio el estado de madurez, y se puede determinar cuando las hembras están próximas a desovar, lo cual facilita los estudios biológicos (Ré-Regis, 1996; Cestari *et al.*, 2007) y pesqueros para el manejo sostenible de *F. notialis*, en el Caribe colombiano.

## CONCLUSIONES

Con el presente estudio se pudo corroborar que *F. notialis* en el Caribe colombiano presenta cinco estadios de madurez gonadal, y como resultado se aporta una descripción más detallada en el campo macroscópico en cuanto a los cambios morfológicos y de coloración de las gónadas. En el campo microscópico se logró determinar el desarrollo de los ovocitos en cada uno de los estadios de madurez y sus principales características, siendo este un primer aporte en el tema para esta especie en el Caribe colombiano. Lo anterior junto con los resultados de progresión gonadal por talla, aportan información base para el estudio de las poblaciones

de camarón rosado *F. notialis* en la región, siendo una guía para su monitoreo y seguimiento, lo cual es necesario para un manejo sostenible bajo un enfoque ecosistémico. Se recomienda continuar con estudios histológicos que permitan determinar la variación de los estadios de madurez a escalas espaciales y temporales (épocas climáticas), para complementar la información biológica y determinar la estrategia reproductiva de las poblaciones de esta especie en el área.

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo es una contribución del grupo de investigación: Ciencia y Tecnología Tropical (CITEPT), de la Universidad del Magdalena, Colombia. Agradecemos a los capitanes del barco “Adriatic” (David Guillem y Alfonso Guillem) y a su tripulación por su interés y apoyo para que se realizara la investigación. Agradecemos a los estudiantes del Programa de Ingeniería Pesquera de la Universidad del Magdalena y del grupo de investigación CITEPT, quienes participaron en los muestreos a bordo de la embarcación y análisis en laboratorio. A Javier Gómez León por su colaboración en el análisis histológico. El trabajo fue financiado por el Instituto Colombiano de Desarrollo Rural (INCODER), la Autoridad Nacional de Pesca y Acuicultura AUNAP y la Universidad del Magdalena; convenio 790-2011 (INCODER/Unimagdalena), proyecto: “Dinámica y estructura poblacional de las especies de camarón de aguas someras y profundas del Caribe colombiano, con fines de ordenación y resolución de conflictos”, y convenio 018-2012 (AUNAP/Unimagdalena) proyecto: “Evaluación directa de la Biomasa y distribución espacial de las especies de las especies de Camarón de Aguas someras (CAS) en el Caribe colombiano”.

## BIBLIOGRAFÍA

Arculeo M, Payen G, Cuttitta A, Galioto G, Riggio S. A survey of ovarian maturation in a population of *Aristeus antennatus* (Crustacea: Decapoda). *Anim Biol.* 1995;4:13-18.

Barreto C, Borda C. Evaluación de recursos pesqueros colombianos. ICA. Bogotá (Colombia): Produmedios. 2008. p. 131.

Belcari P, Viva C, Mori M, De Ranieri S. Fishery and biology of *Aristaeomorpha foliacea* (Risso, 1827) (Crustacea: Decapoda) in the Northern Tyrrhenian Sea (western Mediterranean). *J Northw Atl Fish Sci.* 2003;31:195-204.

Carlucci R, D'Onghia G, Sion L, Maiorano P, Tursi A. Selectivity parameters and size at first maturity in deep-water shrimps, *Aristaeomorpha foliacea* (Risso, 1827) and *Aristeus antennatus* (Risso, 1816), from the north-western Ionian Sea (Mediterranean Sea). *Hydrobiologia.* 2006;557(1): 145-154.

Castille FL, Lawrence AL. Reproductive studies concerning natural shrimp populations: a description of changes in size and biochemical compositions of the gonads and digestive glands in Penaeid shrimps. En: De Loach PF, Dougherty WJ, Davidson MA, editors. *Frontiers of shrimp*

research. Amsterdam: Elsevier; 1991. p. 17-32.

Cestari L, Dincao F, Santos R, Maluche S, Rodrigues F. Ovarian development of wild pink prawn (*Farfantepenaeus paulensis*) females in northern coast of Santa Catarina State, Brazil. *Nauplius.* 2007;15(2):65-71.

Dall W, Hill BJ, Rothlisberg PC, Staples DJ. The biology of the Penaeidae. *Adv Mar Biol.* 1991;27:1-489.

Desantis S, Labate M, Maiorano P, Tursi A, Labate GM, Ciccarelli M. A histochemical and ultrastructural study of oogenesis in *Aristaeomorpha foliacea* (Risso, 1827). *Hydrobiologia.* 2001;449(1-3):253-259.

Echeverría-Sáenz S, Wehrtmann IS. Egg production of the commercially exploited deepwater shrimp, *Heterocarpus vicarius* (Decapoda: Pandalidae), Pacific Costa Rica, Central America. *J Crust Biol.* 2011;31(3):434-440.

Fischer W, Bianchi G, Scott WB, editors. FAO Species identification Sheets for Fishery Purposes. Volumen VII. Eastern Central Atlantic; fishing area 34 and part of 47. Canada Funds-in-Trust y FAO. 1981. Roma, Italia. p. 58.

Fischer W, Krupp F, Schneider W, Sommer C, Carpenter KE, Niem VH. Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca. Pacífico centro-oriental. Volumen II. Vertebrados - Parte 1. FAO. 1995. Roma, Italia. p. 606.

García S, Le Reste L. Ciclos vitales, dinámica, explotación y ordenación de las poblaciones de camarones peneidos costeros. *FAO Doc. Téc. Pesca.* 1986;(203):180.

García Vargas L. Biología reproductiva de dos de las principales especies de camarón de aguas profundas (*Farfantepenaeus brevivirostris* y *Solenocera agassizi*) del Pacífico colombiano. Tesis para optar al título de Biólogo con mención en Biología marina. Programa Académico de Biología, Facultad de Ciencias. Universidad del Valle, Colombia. 2009. p. 89.

Gómez-León J. Estudio Epizoótico de Agentes Patógenos en Almeja Fina (*Ruditapes decussatus*) Cultivada en Galicia. Tesis para optar al título de Doctor en Ciencias Biológicas. Universidad de Santiago de Compostela, España. 2006. p. 182.

Guillet R, Global study of shrimp fisheries. FAO Fisheries Technical Paper Rome, 2008, N.º 475.

Medina A, Vila Y, Mourente G, Rodríguez A. A comparative study of the ovarian development in wild and pond-reared shrimp, *Penaeus kerathurus* (Forsk., 1775). *Aquaculture.* 1996;148 (1):63-75.

Kapiris K, Thessalou-Legaki M. Comparative fecundity and oocyte size of *Aristaeomorpha foliacea* and *Aristeus antennatus* in the Hellenic Ionian Sea (E. Mediterranean) (Decapoda: Aristeidae). *Acta Zool.* 2006;87(4):239-245.

Kapiris K, Thessalou-Legaki M. Comparative Reproduction Aspects of the Deep-water Shrimps *Aristaeomorpha foliacea* and *Aristeus antennatus* (Decapoda, Aristeidae) in the Greek Ionian Sea (Eastern Mediterranean). *Int J Zool.* 2009;2009:1-9. DOI:10.1155/2009/979512.

Palacios E, Rodríguez-Jaramillo C, Racota IS. Comparison of ovary histology between differentsized wild and pond-



- reared shrimp *Litopenaeus vannamei* (*Penaeus vannamei*). Invert Reprod Devel. 1999;35(3):251-259.
- Paramo J, Saint-Paul U. Morphological differentiation of southern pink shrimp *Farfantepenaeus notialis* in Colombian Caribbean Sea. Aquat Liv Res. 2010;23(1):95-101.
- Paramo J, Pérez D, M. Wolff. Reproducción del camarón rosado *Farfantepenaeus notialis* (Decapoda: Penaeidae) en el Caribe colombiano. Rev Biol Trop. 2014;62(2):1-9.
- Peixoto S, Cavalli OR, D’Incao F, Milach AM Wasielesky W. Ovarian maturation of wild *Farfantepenaeus paulensis* in relation to histological and visual changes. Aquac Res. 2003;34(14):1255-1260.
- Quinitio ET, Millamena OM. Ovarian changes and female-specific protein levels during sexual maturation of the white shrimp *Penaeus indicus*. Israeli J Aquac. 1992;44(1):7-12.
- Ré-Regis C. Estacionalidad de la reproducción del camarón blanco *Penaeus setiferus* en la Sonda de Campeche INP. SEMARNAP. Ciencia pesquera. 1996;(12):35-40.
- Tavares M. Shrimps. En: Carpenter, KE, editors. The living marine resources of the Western Central Atlantic. Volume 1: Introduction, molluscs, crustaceans, hagfishes, sharks, batoid fishes, and chimaeras. FAO Species Identification Guide for Fishery Purposes and American Society of Ichthyologists and Herpetologists Special Publication No. 5. FAO. Rome, Italia. 2002. p. 251-291.
- Tsukimura B. Crustacean vitellogenesis: its role in oocyte development. Amer Zool. 2001;41(3):465-476.
- Vogt G, Quinitio ET, Pascual FP. Interaction of the midgut gland and the ovary in vitellogenesis and consequences for the breeding success: a comparison of unablated and ablated spawners of *Penaeus monodon*. En: De Pauw, JN, Ackefors H, Wilkins NE, editors. Aquaculture: A biotechnology in progress. European Aquaculture Society, Bredene; 1989. p. 581-592.

