Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela, 49 (1): 65-75 (2010) 10 Figs., 3 Tabs.

ESTUDIO SOBRE EL DESOVE Y ESTRUCTURA OVÁRICA DE *LEPIDOPHTHALMUS JAMAICENSE* (SCHMITT, 1935) (DECAPODA: THALASSINIDEA: CALLIANASSIDAE) EN EL SUR DEL GOLFO DE CARIACO, ESTADO SUCRE, VENEZUELA.

LUISANA SABINA PEREDA- FIGUERA & JUAN PABLO BLANCO-RAMBLA

Instituto Oceanográfico de Venezuela, Universidad de Oriente, Cumaná, Venezuela.
luisanaspf@gmail.com

RESUMEN: Se estudió la madurez gonadal y la estructura ovárica en especimenes hembra de *Lepidophthalmus jamaicense*, un crustáceo callianásido excavador que habita en los estuarios del Golfo de Cariaco, Venezuela. Se capturaron un total de 69 ejemplares en el caño Tunantal durante el periodo comprendido desde junio de 2003 hasta julio 2004. De acuerdo a la estructura y disposición de las células germinales observadas en las gónadas se determinaron cuatro estadios de desarrollo gonadal: inmaduro, en desarrollo, casi maduro y maduro. Se estableció una escala de coloración para cada uno de estos estadios, relacionada microscópicamente, con el tamaño de las células que varía desde 71,6 µm en el estadio I, hasta 193,3 µm en el estadio III. El índice gonadosomático (IGS) mostró variaciones desde 11,1% en septiembre de 2003 hasta 5,7 % en abril de 2004. Se observó la presencia de hembras ovígeras de *L. jamaicense* durante todo el año, existiendo porcentajes máximos durante noviembre-diciembre y un segundo pico en mayo, coincidiendo éstos con la disminución de la salinidad y el incremento de la temperatura.

Palabras clave: *Lepidophthalmus jamaicense*, maduración gonadal, época de desove.

ABSTRACT: A study was made of the gonadal maturity and ovarian structure of female specimens of *Lepidophthalmus jamaicense*, a burrowing callianasid crustacean that inhabits the estuaries of the Gulf of Cariaco, Venezuela. Sixty-nine specimens were collected from Caño Tunantal between June 2003 and June 2004. Observation of the structure and germinal cell disposition of the gonads allowed us to identify four stages of gonadal development: immature, in development, almost mature, and mature. A color scale was established for each of these stages, microscopically related to the size of the cells, which varied between 71.6 µm in stage I, and 193.3 µm in stage III. The gonadosomatic index (GSI) showed variations between 11.1% in September 2003 and 5.7% in April 2004. The presence of ovigerous females of *L. jamaicense* was observed throughout the year, with maximum percentages in November-December, and a second peak in May, coinciding with the decrease in salinity and increase in temperature.

Key Words: *Lepidophthalmus jamaicense*, gonadal maturity, spawning season

INTRODUCCIÓN

Los crustáceos thalassinideos constituyen un grupo importante de la endofauna bentónica, comúnmente son conocidos como camarones fantasmas o corruptos; forman parte de la macrofauna que vive en madrigueras construidas en el sedimento marino y rara vez salen a la superficie (GRIFFIS & SUCHANEK 1991; FELDER & RODRÍGUES 1993). La actividad excavadora de este grupo de crustáceos se ha asociado con el aumento de bacterias en el sedimento (DOBBS & GUCKERT 1988) y el flujo de nutrientes (KOIKE & MUKAI 1983). En Venezuela están ampliamente distribuidos, conociéndose 18 especies para el nororiente del país (BLANCO-RAMBLA 1996). La presencia de estos crustáceos se puede reconocer por la típica abertura de sus madrigueras, semejantes a un montículo volcánico generalmente de 0,5 a 2 cm. de altura y con una abertura de 0,5 a 1 cm. de diámetro (BLANCO-RAMBLA 1998).

Los thalassinideos del género *Lepidophthalmus* habitan en madrigueras construidas en sedimento fangoso con poca concentración de oxígeno disuelto, observándose en ellos adaptaciones respiratorias y regulación de la tasa metabólica, lo que ocasiona un

aumento en el movimiento de los pleópodos como respuesta a la anoxia, favoreciendo la dispersión larval y distribución de grandes poblaciones en lagunas costeras y caños. La presencia de estos organismos contribuye a la aireación y remoción del sedimento (THOMPSON & PRITCHARD 1969; FELDER 1979; FELDER & MANNING 1997; FELDER 2001).

L. jamaicense fue descrita por primera vez por SCHMITT (1935) con el nombre de *Callianassa jamaicense*, posteriormente, MANNING & FELDER (1991) reubican a la especie dentro del género *Lepidophthalmus*.

Esta especie ha sido reportada desde el noroeste de Jamaica, sureste de Cuba, extendiéndose por Tobago y la línea adyacente de la costa suroeste del Mar Caribe, hasta Venezuela en el sur del Golfo de Cariaco, estado Sucre (FELDER & MANNING 1997). El género *Lepidophthalmus* contiene ocho especies americanas, además de *L. jamaicense* se encuentran *L. louisianensis* (SCHMITT 1935); *L. sinuensis* LEMAITRE & RODRÍGUES 1991; *L. siriboia* FELDER & RODRÍGUES 1993; *L. rafai* FELDER & MANNING 1998; *L. manningi* FELDER & STATON 2000; siendo éstas del Atlántico Occidental; *L. bocourti* y *L. riseni* HOLMES 1904 conocidas en el Pacífico Oriental.

Estas especies pueden llegar a dominar la infauna estuarina en lagunas artificiales de cultivo, como fue observado en la especie *L. louisianensis* en el norte del golfo de México (FELDER & LOWETT 1989; FELDER & GRIFFIS 1994) y en la especie tropical *L. sinuensis* de la costa caribeña de Colombia, ocasionando un gran impacto en el metabolismo y la fisiología de peneidos tales como *Litopenaeus vannamei* BOONE 1931 y *L. stylirostris* STIMPSON 1874 disminuyendo la producción de este recurso de importancia comercial, debido a la reducción en la supervivencia de las postlarvas (LEMAITRE & RODRIGUES 1991; NATES & FELDER 1998). A excepción de los estudios en sistemática de este grupo de decápodos (BIFFAR 1970, 1971; BLANCO-RAMBLA & LIÑERO-ARANA 1994, 1995; BLANCO-RAMBLA 1996, 1998, 2000; BLANCO-RAMBLA & LEMAITRE 1999), son muy pocos los trabajos realizados sobre biología entre los que se puede nombrar el realizado por FELDER & GRIFFIS (1994), donde estudiaron la dinámica poblacional de *L. louisianensis*, en la costa oeste de la bahía de San Luis, Mississippi.

Las técnicas histológicas permiten determinar el diámetro de las oogonias (elementos germinales más inmaduros), la afinidad de éstas por un determinado colorante y la presencia o ausencia de estructuras como las vesículas vitelinas en el caso de los oocitos maduros; técnica que permite obtener resultados más objetivos a la hora de identificar épocas de madurez gonadal y tener en detalle la estructuración en este caso del ovario (BELL & LIGHTNER 1988).

El presente trabajo tiene como objetivos estudiar las características del desarrollo del ovario de *L. jamaicense*, la descripción de la estructura histológica del ovario en las distintas fases del desarrollo de los óvulos y la determinación de la época y tipo de desove de la especie.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las hembras de *L. jamaicense* fueron colectados en muestreos realizados mensualmente en la desembocadura del caño Tunantal, en la costa sur del Golfo de Cariaco, Estado Sucre, Venezuela (10°26'30" Lat. N-64°00'45" Long. W) desde el mes junio de 2003 hasta junio de 2004 (Fig. 1). La captura se realizó con la ayuda de una bomba de succión manual (Yabby), según la metodología descrita por HAILSTONE & STEPHENSON (1961), a una profundidad aproximada de 0-0, 5 m. En el momento de la captura de cada espécimen se midieron los parámetros físico - químicos temperatura y salinidad del agua.

Morfometría

A cada especímen le fue determinado el peso fresco en una balanza analítica de 0, 001 g de precisión. Con un vernier de 0,01 mm de precisión se determinó la longitud del caparazón (LC) expresada en mm, desde la órbita ocular hasta el margen posterior del caparazón, la longitud total (LT) expresada en mm, medida en la porción dorsal desde el margen posterior de la órbita ocular hasta el margen distal del telson, según BLANCO-RAMBLA (1998). Se realizó

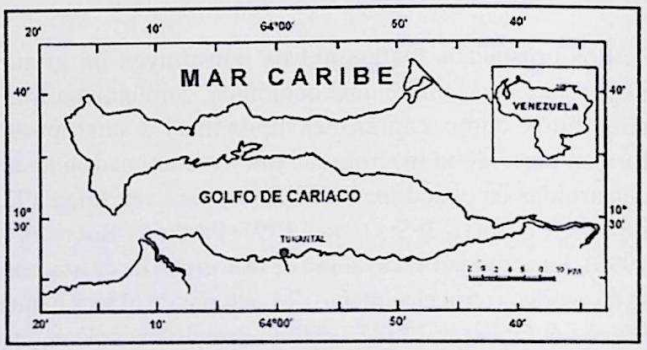


Fig. 1. Área de estudio

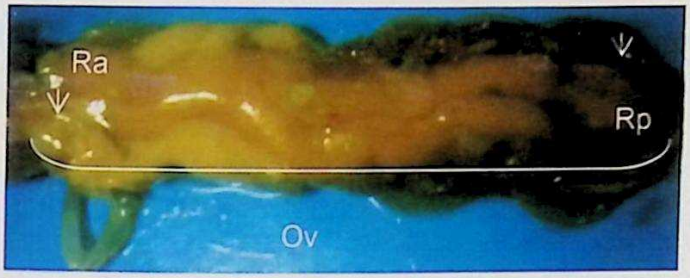


Fig. 2. Hembra de *L. jamaicense* (Lt= 76,0 mm) mostrando ovario disecado. Ov: ovario; Ra: región anterior; Rp: región posterior.

la disección de cada ejemplar, con la ayuda de una lámpara de neón con lente de aumento, efectuando una incisión en la superficie dorsal para la extracción del ovario (Fig. 2); posteriormente se midió su longitud (LO) y anchura (AO) con un vernier de 0,01 mm de precisión y se determinó su peso fresco en una balanza analítica de 0,001g de precisión. Con el fin de minimizar la injerencia de factores ajenos al desarrollo normal del ciclo sexual, los ovarios fueron fijados en formaldehído al 10 % lo más rápido posible, después de su captura, descartándose todo efecto de estrés sobre la trama tisular (SCHULDT 1981; SANDOVAL & GRACIA 1998).

Estructura histológica del ovario:

Se procedió a la preparación histológica de los ovarios de cada fase ó etapa macroscópica por medio del método de parafina, con cortes de 7 µm de grosor realizados en un micrótomo rotativo, tinción con hematoxilina–eosina/floxina, y finalmente con el montaje permanente en bálsamo de Canadá para el análisis de la estructura ovárica según BELL & LIGHTNER (1988). La determinación de las etapas microscópicas del desarrollo ovárico se realizó en un microscopio de luz Leica CME, mediante la apreciación de oocitos en diferentes estadios de madurez (QUINTANA 1978; VERDI 1994; SANDOVAL & GRACIA; 1998, KAO *et al.* 1999). El diámetro de los oocitos se midió con un micrómetro ocular de 0,01 mm de precisión adaptado al microscopio de luz según KAO *et al.* 1999. Por último se procedió, con un dispositivo de captura de imágenes Pixera adaptado al microscopio y a un computador, a la toma de fotografías y el análisis de las imágenes.

Análisis estadístico

Se calculó el índice gonadosomático (IGS), como método adicional para estimar el ciclo reproductivo y la época de desove, en concordancia con lo señalado por (QUINTANA 1978; LEVI & VACCHI 1988; TAN-FERMIN & PUDADERA 1989; KAO *et al.* 1999; CUBILLOS *et al.* 1999; IORIO *et al.* 2000; Rudolph 2002), según la formula:

IGS = Peso del ovario (g)/Peso del cuerpo x 100 (KOHLER 1974).

Los resultados del IGS se representaron en gráficos para observar los picos de desove (mínimos y máximos) a fin de determinar el tipo de desove de la especie (total o parcial), realizándose posteriormente una ANOVA simple para comparar el IGS durante los meses de estudio. Para determinar la existencia de alguna relación entre estas variables y compararlos con los valores obtenidos mediante el IGS, se realizó un análisis de regresión entre la longitud del caparazón (LC) y la anchura del ovario (AO).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados aquí obtenidos son los primeros realizados para *L. jamaicense* donde se mezclan metodologías subjetivas, como la elaboración de una escala de coloración macroscópica según el estado de madurez del ovario y características externas del mismo, así como técnicas objetivas en este caso la histología del ovario, caso contrario en otros estudios donde generalmente sólo se utilizan metodologías subjetivas como las escalas de madurez gonadal.

Para la descripción de los estadíos de madurez según la escala cromática se reconocen cuatro estadíos que van de un color amarillo translúcido para el ovario tipo I inmaduro; amarillo oscuro para el ovario tipo II en desarrollo; anaranjado claro para un ovario tipo III casi maduro y un anaranjado oscuro para un ovario tipo IV maduro (Fig. 3).

Durante los meses de muestreo se tomaron en cuenta los parámetros ambientales salinidad y temperatura en la superficie de las madrigueras (Fig. 4), los cuales posiblemente afecten la distribución de la especie y la duración del ciclo reproductivo (ZIMMERMAN & FELDER 1991). Cabe destacar que en la época de lluvia se modificó la morfología de la boca del caño y la variación en el tipo de sedimento de fango-arenoso a completamente arenoso, factor que impide la identificación de las aberturas de las madrigueras, dificultándose de alguna manera el muestreo haciendo variar la zona de muestreo en el caño, siendo posible que estos cambios en la geomorfología de la superficie del caño afecten la distribución espacial de los individuos en las madrigueras.

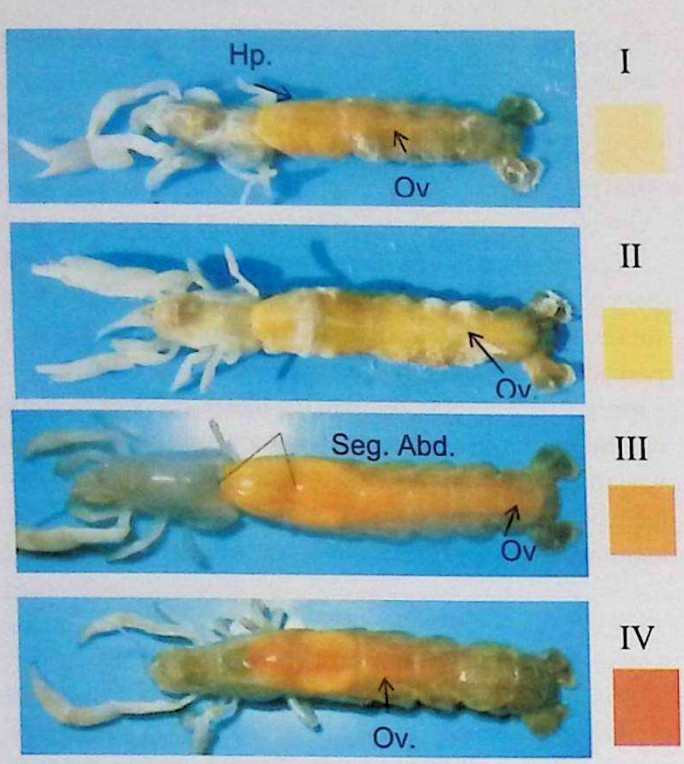


Fig. 3. Izquierda: estadíos de madurez gonadal de *L. jamaicense* A: Ovario inmaduro, LT = 60,0 mm; B: Ovario en desarrollo, LT = 80,0 mm; C: Ovario casi maduro, D: Ovario maduro (C-D) LT = 72,0 mm. Ov.: ovario, Seg. Abd.: segmento abdominal. Hp. = hepatopáncreas; derecha: escala cromática macroscópica de madurez del ovario de *L. jamaicense*, I Ovario inmaduro, II Ovario en desarrollo III Ovario casi maduro, IV Ovario maduro.

La presencia de hembras ovígeras se pudo observar en los meses de agosto, septiembre, noviembre de 2003 y junio de 2004, la cual está posiblemente relacionada con aumentos en la temperatura según los datos obtenidos (28,7–30, 4 °C) y bajas salinidades en la superficie de las aberturas de las madrigueras con un gradiente de 8–21 UPS; coincidiendo estos resultados con los obtenidos en poblaciones tropicales de *L. sinuensis* en la costa caribeña de Colombia y de *L. louisianensis* en el golfo de México, donde se observan que a altas temperaturas se encuentran hembras ovígeras, siendo esto un factor importante para la presencia de reclutas durante el ciclo anual de reproducción, definiendo claramente los límites en los ciclos de crecimiento y reproducción, según lo señalado por (NATES & FELDER 1999).

En decápodos de las costas tropicales, es frecuente observar la extensión de las épocas de reproducción con la presencia de diferentes picos definidos por los cambios de temperatura (SASTRY 1983; STEELE 1988; FELDER &

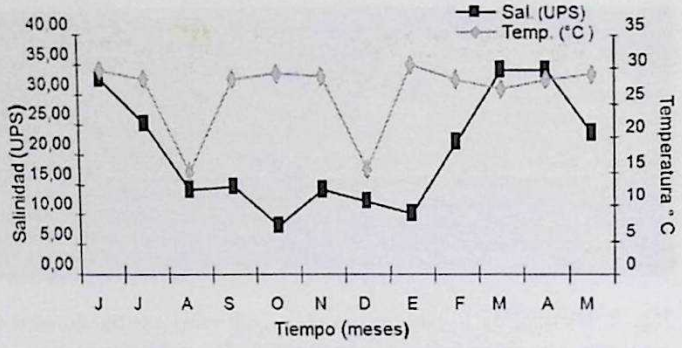


Fig. 4. Variación mensual de salinidad y temperatura superficiales en la desembocadura del caño Tunantal, Golfo de Cariaco, Estado Sucre, Venezuela desde junio de 2003 hasta mayo de 2004.

LOWETT 1989; BAUER 1992; MOUTON & FELDER 1995); sin embargo cabe destacar que, además del factor temperatura, existen otros factores que interfieren en los ciclos anuales de reproducción como lo es la disponibilidad de nutrientes lo cual puede determinar el éxito de la vitelogénesis y de las postlarvas (ZIMMERMAN & FELDER 1991).

La disminución de la salinidad (8 UPS) en la superficie de las aberturas de las madrigueras para los meses de agosto, septiembre y noviembre es a consecuencia del aporte fluvial al caño Tunantal, siendo poca la profundidad de la columna de agua salada, relacionándose con la abundancia de hembras ovigeras en el año de estudio y la posterior disminución de la anchura del ovario, lo que indica que el desove depende posiblemente de las bajas salinidades (Fig. 5), coincidiendo estos resultados con los obtenidos por NATES & FELDER (1999) para *L. sinuensis*.

Las tallas de las hembras de *L. jamaicense* capturadas durante el año de muestreo oscilaron entre 32,0 y 90,0 mm. Se observó que las hembras de menor talla 32,0 mm ya

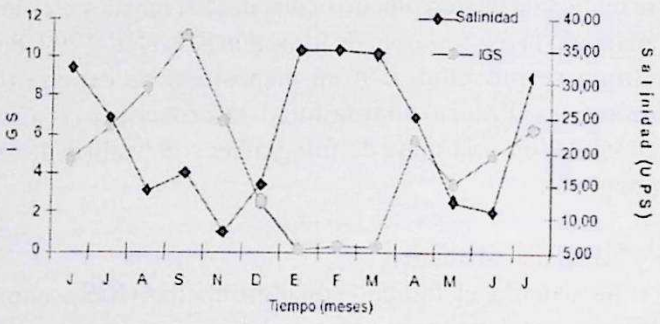


Fig. 5. Variación temporal estimada del Índice gonadosomático (IGS) en hembras de *L. jamaicense* con relación a la salinidad.

TABLA 1. Tallas mínimas, promedio y máximas (mm.), reportadas para hembras de *L. jamaicense* en la desembocadura del caño Tunantal, golfo de Cariaco, Estado Sucre durante junio de 2003 hasta junio de 2004.

MES	TALLA MINIMA (mm)	TALLA PROMEDIO (mm)	TALLA MÁXIMA (mm)
2003			
JUNIO	63, 0	68,0	73,0
JULIO	58,0	60,0	64,0
AGOSTO	63,0	76,2	84,0
SEPTIEMBRE	73,0	80,0	89,0
OCTUBRE	----	---	---
NOVIEMBRE	77,0	78,0	79,0
DICIEMBRE	70,0	75,0	80,0
2004			
ENERO	75,0	75,5	76,0
FEBRERO	32,0	61,4	80,0
MARZO	58,0	66,2	76,0
ABRIL	68,0	72,6	75,0
MAYO	55,0	66,1	75,0
JUNIO	69,0	75,2	90,0

presentaban un ovario en desarrollo (II) que abarcaba toda la región abdominal hasta el sexto segmento abdominal, las hembras ovígeras presentaban una talla promedio de 80,0 mm. (Tabla 1). Es importante mencionar que para el mes de octubre no se pudo recolectar ningún ejemplar debido a cambios en la geomorfología del suelo por fuertes lluvias, impidiendo la observación de las aberturas de las madrigueras.

Se encontró que existe una regresión lineal altamente significativa, entre la longitud del abdomen y la longitud del ovario (LAb/LO) en todos los estadios de madurez del ovario con un $p<0,001$ (Fig. 6), lo que refleja y afirma que la longitud total del ovario ocupa un 99 % de la región abdominal, tanto en hembras inmaduras como en hembras maduras. La longitud del ovario va a estar relacionada con aumentos en la longitud abdominal; es decir, a medida que aumente el especímen en longitud abdominal, aumentará la longitud del ovario, resultados que coinciden con los

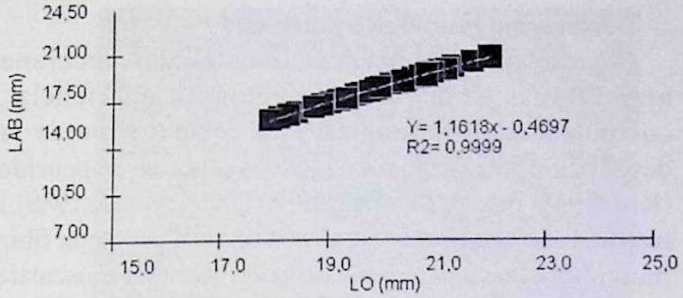


Fig. 6. Regresión lineal entre la longitud abdominal y la longitud del ovario (LAb/LO) de *L. jamaicense* en la desembocadura del caño Tunantal, Golfo de Cariaco, Estado Sucre, Venezuela.

obtenidos por NATES & FELDER (1999) en *L. sinuensis*, donde independientemente del estadio de madurez de la gónada, el ovario abarca toda la región abdominal tanto en hembras inmaduras como maduras; caso contrario al encontrado en el ovario maduro de *C. islagrande*, de hábitad marino y con las mismas características del abdomen de las especies del género *Lepidophthalmus*, donde el ovario alcanza pocos centímetros del sexto segmento abdominal (POHL, 1946).

Por otra parte, la regresión logarítmica calculada entre la longitud del caparazón y el ancho del ovario (LC/AO) resultó no significativa con un $p > 0,05$ (Fig. 7), lo que indica que la longitud del caparazón no es una variable que se pueda tomar en cuenta para estudiar estadios de madurez gonadal, probablemente esto sea debido a que esta especie se caracteriza por presentar en todas las etapas de madurez gonadal una región anterior del ovario que sólo ocupa unos pocos milímetros de la región posterior del caparazón, caso contrario a lo observado en camarones Palaemónidos donde el ovario se distribuye en casi toda la longitud del caparazón dependiendo del estadio de madurez (MOSSOLIN & BUENO 2002), por lo que esta relación calculada entre estas variables no es recomendable aplicarla en esta especie.

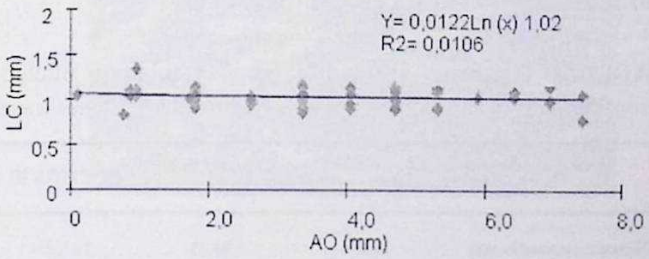


Fig. 7. Regresión logarítmica entre la longitud del caparazón y el ancho del ovario (LC/AO) de *L. jamaicense* en el caño Tunantal, golfo de Cariaco, estado Sucre, Venezuela.

Descripción histológica del ovario

Basado en las observaciones de las secciones histológicas, tomando en cuenta su apariencia y composición histoquímica y la comparación de las descripciones realizadas en algunas especies de peneidos (KING 1948; BELL & LIGHTNER 1988; LEVI & VACCHI 1988), el ovario de *L. jamaicense* se caracteriza por presentar fibras musculares en su pared que originan tabiques musculares internos que se extienden hasta los folículos. Estos últimos varían de circulares a ovoides; la pared del ovario está constituida por tres capas: la más externa que corresponde al tejido epitelial; la intermedia que es una capa más gruesa de tejido conjuntivo y la tercera o capa interna conformada por tejido germinativo. Presentan células germinales en diferentes estadios de madurez a lo largo de la gónada variando el porcentaje de acuerdo a la etapa de madurez. Según el estudio microscópico realizado, se apreció inicialmente por comparación de cortes histológicos de diferentes regiones del ovario, que se pueden encontrar diferentes etapas de madurez oocitaria a lo largo de todo el ovario, disponiéndose en la zona media oocitos maduros previo al momento del desove. Considerando la secuencia de los estadios macroscópicos establecidos, el estudio histológico reveló que los oocitos aumentan de tamaño progresivamente desde el estadío I al III, obteniendo aquí su mayor diámetro (Tabla 2). Es de hacer notar que en todos los ovarios presentaron oocitos en varios estadíos de desarrollo de forma simultánea, distribuyéndose en mayor proporción oocitos maduros en la zona o región media del ovario cercano al tercer par de pleópodos donde se encuentra el poro genital.

Durante el proceso de maduración, los oocitos I presentes en las regiones anterior y posterior del ovario aumentan de tamaño y se distribuyen posteriormente en la región media del ovario donde forman folículos individuales; la musculatura de la pared ovárica permite suponer que probablemente ésta tenga una activa participación en el proceso de ovulación.

TABLA 2. Diámetro promedio, rango y relación núcleo: citoplasma de los diferentes tipos de oocitos de *L. jamaicense*.

	OOCITOS I (BASÓFILOS)	OOCITOS II (ACIDÓFILOS)	OOCITOS III
Diámetro promedio (µm)	71,6	130,71	193,25
Interbalo (µm)	58,09 - 80,49	105 - 330	142,5 - 350
N/C promedio (µm)	0,57	0,14	0,03

Según las propiedades histoquímicas del citoplasma de las células germinales consideradas por NEIVA *et al.* (1971), las observaciones realizadas a los cortes teñidos permiten diferenciar dos tipos celulares durante el proceso de madurez gonadal:

Las células germinativas basófilas, caracterizadas por ser células pequeñas, redondeadas, cuyo citoplasma se colorea intensamente con la hematoxilina. Las células germinativas acidófilas, caracterizadas por ser células de mayor diámetro, ovoides, con granulaciones acidófilas en el citoplasma; así mismo, se apreció que las oogonias y oocitos I basófilos se agrupaban en un sáculo recubierto por una membrana folicular, constituyendo la "zona de proliferación o germinación" (estadío I; Fig. 8A, B, C, D), los cuales se encontraban distribuidos en la periferia del ovario, por lo que se corrobora en esta especie lo que para MEUSY 1962 en SCHULDT 1981, es una generalidad en los crustáceos, donde la zona de proliferación o germinación se encuentra en la periferia del ovario; pudiendo ser desplazada a consecuencia del desarrollo que adquieren las oogonias y oocitos dentro de la zona de proliferación hacia el centro del ovario observándose ooocitos II (acidófilos) ya en folículos individuales con una pared folicular (Fig. 8E, F). Los oocitos III o vitelogénicos (estadío III) encontrados en el ovario de *L. jamaicense* presentan cuerpos periféricos o gotas de grasa distribuidos de forma irregular en el citoplasma, mostrándose algunas veces teñidos con eosina/floxina con un aspecto homogéneo en el citoplasma y una pared folicular muy delgada (Fig. 8G), el ovario tipo IV (estadio IV) presenta zonas de reabsorción distinguiéndose por la atrofia de los folículos (Fig. 8H).

El IGS presentó fluctuaciones con máximos de 11,1 y 5,7 % para los meses de septiembre de 2003 y abril de 2004, respectivamente, reflejando esto las épocas de máxima madurez gonadal, correspondiéndose al crecimiento gonadal observado histológicamente donde los oocitos se encuentran completamente maduros con un mayor diámetro (estadío 4) y su posterior disminución, observándose dos épocas de desove, la primera para los meses de noviembre-diciembre y la segunda para el mes de mayo, siendo el primer período de desove largo y el segundo de menor intensidad, con un corto tiempo de reposo entre épocas de desove, observándose para el mes de enero el inicio de la época donde los oocitos están en reposo o

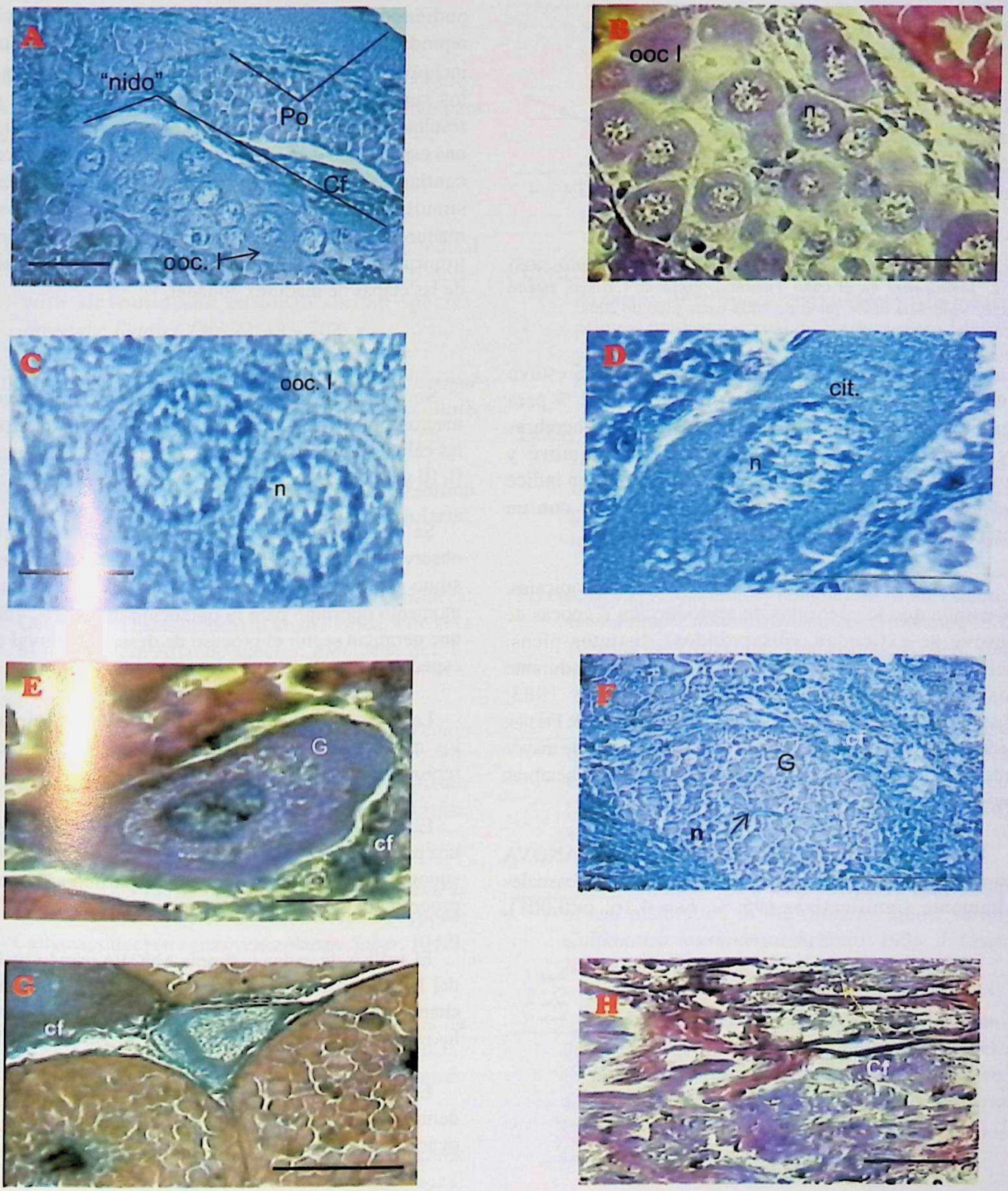


Fig.8. Desarrollo oocitario del ovario de *L. jamaicense*. A-B) Zona de proliferación "nidos" de oogonias y oocitos I, C) Oocito I temprano; D) Oocito I tardío; E) Oocito II temprano, mostrando células del folículo; F) Oocito II tardío; G) Oocito III; H) Zona de reabsorción. oog: oogonia; ooc.: oocito, n: núcleo; cf: células del folículo, Po: pared o teca. Escala100mm.

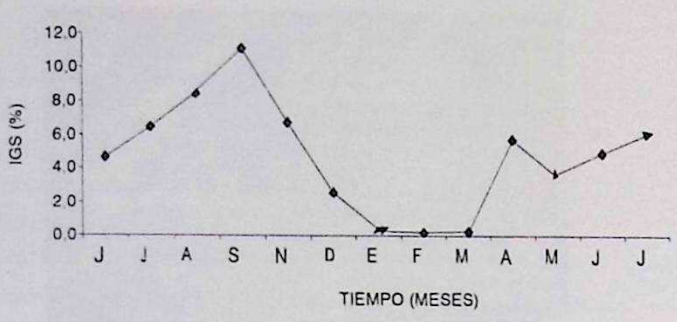


Fig. 9. Variación mensual estimada del Índice Gonadosomático (IGS) de *L. jamaicense* en el caño Tunantal, golfo de Cariaco, estado Sucre, Venezuela desde junio de 2003 hasta julio de 2004.

reabsorción (Fig. 9). El valor promedio del IGS estuvo entre 0,1 % en hembras de ovario tipo I y 11,1 % para hembras con ovarios tipo IV. La presencia de hembras ovígeras en los meses de agosto, septiembre y noviembre de 2003 y junio de 2004 provee de un índice del periodo de reproducción de esta especie con un intervalo de talla de LAb de 80,0 a 89,0 mm.

En decápodos de las zonas tropicales y subtropicales, es común que los periodos de reproducción ó épocas de desove se extiendan, observándose distintos picos, definiéndose o estimándose las épocas de desove durante los ciclos anuales de reproducción (SASTRY 1983; ZIMMERMAN & FELDER 1991; BAUER 1992; MOUTON & FELDER 1995), con la particularidad de que se observe uno de mayor intensidad, lo que demuestra un número mayor de hembras ovigeras.

Los resultados del análisis de varianza simple ANOVA para el IGS, demostró que existen diferencias mensuales altamente significativas (95 %, Fs= 4,16; p<0,001),

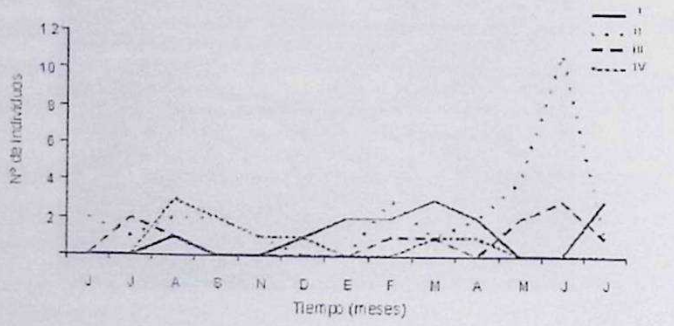


Fig. 10. Hembras por estadío de madurez ovárica según escala macroscópica de *L. jamaicense* colectadas en la desembocadura del caño Tunantal, Golfo de Cariaco Estado Sucre, Venezuela desde junio de 2003 hasta julio del 2004.

pudiéndose encontrar durante los meses del ciclo reproductivo de un año diferentes estadios de madurez, incluso en un mismo mes (Fig. 10), los datos cumplen con los supuestos de homogeneidad y normalidad; este resultado apoya la idea de que se está en presencia de una especie con desove de tipo parcial con reproducción continua y con un ovario donde se pueden observar simultáneamente oocitos en diferentes estadíos de madurez, siendo esto típico de especies de regiones tropicales, dificultando de cierta forma la determinación de las etapas de madurez gonadal.

CONCLUSIONES

Se establece, considerando las observaciones macroscópicas e histológicas así como los diámetros de las células reproductivas, cuatro estadios de madurez (I, II, III y IV) en *L. jamaicense.*

Se considera que el color anaranjado oscuro, observado a través del exoesqueleto de las hembras, es signo positivo de madurez; asimismo representa el momento oportuno para la obtención de huevos viables que permitan seguir el proceso de desarrollo larval de la especie.

La especie desova todo el año pero con máximos en los meses de noviembre, diciembre, con tipo de reproducción continua.

El ovario de *L. jamaicense* se caracteriza por presentar una pared ovárica gruesa de tejido muscular que permite suponer que ésta tenga una activa participación en el proceso de ovulación.

El análisis de varianza simple ANOVA para los valores del IGS demostró que existen diferencias mensuales, en cuanto a la presencia de hembras de *L. jamaicense* en todos los estadios de madurez ovárica (95%; Fs= 4, 16; p< 0,001).

Los resultados histológicos y el análisis del IGS demuestran que éstos varían en conjunto con el color del ovario.

La presencia de hembras ovígeras se pudo observar en los meses de agosto, septiembre, noviembre de 2003 y junio de 2004, relacionada con aumentos en la temperatura (28,7–30, 4 °C) y bajas salinidades en la superficie de las aberturas de las madrigueras con un gradiente de 8–21 UPS.

AGRADECIMIENTO

Al técnico Carlos Figueroa, por ayudar en el muestreo. A la profesora Nieves Aguado por su entrenamiento para la elaboración de los cortes histológicos.

REFERENCIAS

Bauer, R. 1992. Testing generalization about latitudinal variation in reproduction and recruitment patterns with sicyoniid and caridean shrimp species. *Invertebr. Reprod. Dev.* 22: 193–202.

Bell, T. & D. Lightner. 1988. *A handbook of normal penaeid shrimp histology* . World Aquaculture Society, Baton Rouge, Louisiana. USA. 107. pp.

Biffar, T. 1970. Three new species of callianassid shrimp (Decapoda: Thalassinidea) from the western Atlantic. *Proc. Biol. Soc. Wash.* 83 (3): 35–50.

_____ 1971. The genus *Callianassa* (Crustacea: Decapoda: Thalassinidea) in south Florida, with keys to the western Atlantic species. *Bull. Mar. Sci.* 21 (3): 637–715.

Blanco–Ramírez, J. 1996. *Thalassinideos de la región nororiental de Venezuela (Crustacea: Thalassinidea)* Trab. Ascenso. Instituto Oceanográfico de Venezuela, Universidad de Oriente, Cumaná, Venezuela. 120. pp.

_____. 1998. Presencia de *Neocallichirus lemaitrei* Manning, 1993 (Crustacea: Decapoda: Callianassidae) en aguas venezolanas. *Saber.* 10 (2): 20–25.

_____. 2000. Cuatro nuevos registros de especies del género *Neocallichirus* (Crustacea: Decapoda: Callianassidae) para aguas Venezolanas. *Bol. Inst. Oceanog. Venezuela.* 39 (2): 71–78.

_____. & I. Liñero–Arana. 1994. New records and new species of ghost shrimps (Crustacea: Thalassinidea) from Venezuela. *Bull. Mar. Sci.* 55 (1): 16–29.

_____. & I. Liñero–Arana. 1995. A new Callianassid (Decapoda: Thalassinidea) from the southern Caribbean Sea .*Proc. Biol. Soc. Wash.* 108, (1):102–106.

_____. & R. Lemaitre. 1999. *Neocallichirus raymanningi*, a new species of ghost shrimp from the northeastern coast of Venezuela (Crustacea: Decapoda: Callianassidae). *Proc. Biol. Soc. Wash.*, 112 (4):768–777.

Cubillos, L., M. Canales, D. Bucarey, A. Rojas & R. Alarcón. 1999. Época reproductiva y talla media de primera madurez sexual de *Strangomera bentincki* y *Engraulis ringens* en el periodo 1993–1997, en la zona centro sur de Chile. *Inv., Mar.* 27:73–85.

Dobbs, C. & G. Guckert. 1988. *Callianassa trilobata* (Crustacea: Thalassinidea) influences abundance of meiofauna and biomass, composition, and physiologic state or microbial communities within its burrow. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 45 : 69–79.

Felder, D. 1979. Respiratory adaptations of the estuarine mud shrimp, *Callianassa jamaicense* (Schmitt, 1935) (Crustacea: Decapoda: Thalassinidea). *Biol. Bull.* 157: 125–137.

_____. 2001. Diversidad e importancia ecológica de macrocrustáceos excavadores de madrigueras en aguas costeras tropicales de las Américas (Decapoda: Thalassinidea). *Interciencia* 26 (10): 440–450.

_____. & D. Lowett. 1989. Relative growth and sexual maturation in the estuarine ghost shrimp *Callianassa lousianensis* Schmitt, 1935. *J. Crust. Biol.* 9 (4): 540–553.

_____. & S. Rodrigues. 1993. Reexamination of the ghost shrimp *Lepidophthalmus louisianensis* (Schmitt, 1935) from the northern Gulf of Mexico and comparison to *L. siriboia*, new species, from Brazil (Decapoda: Thalassinidea: Callianassidae). *J. Crust. Biol.* 13 (2): 357–376.

_____. & R. Griffis. 1994. *Dominant infaunal communities at risk in shoreline habitats: Burrowing thalassinid Crustacea.* U. S. Dept. of the interior, Minerals Mgmt. Service, Gulf of México OCS Regional Office, New Orleans, 87. pp.

_____. & R. MANNING. 1997. Ghost shrimps of genus *Lepidophthalmus* from the Caribbean region with description of *L. richardi*, new species from Belize (Decapoda: Thalassinidea: Callianassidae). *J. Crust. Biol.* 17 (2): 309–331.

_____. & R. MANNING. 1998. A new ghost of the genus *Lepidophthalmus* from the Pacific Coast of Colombia (Decapoda: Thalassinidea: Callianassidae). *Proc. Biol. Soc. Wash.* 111 (2):398–408.

_____. & J. STATON. 2000. *Lepidophthalmus manningi* a new ghost shrimp from the southwestern Gulf of Mexico (Decapoda: Thalassinidea: Callianassidae). *J. Crust. Biol.* 20 (2): 170–181.

FORBES, A. 1977. Breeding and growth of the burrowing prawn *Callianassa kraussi* Stebbing (Crustacea: Decapoda: Thalassinidea). *Zool. Afr.* 12:149–161.

GRIFFIS, R. & T. SUCHANEK. 1991. A model of burrow architecture and trophic modes in thalassinidean shrimp (Decapoda: Thalassinidea). *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 79: 171–183.

HAILSTONE, T. & W. STEPHENSON. 1961. The biology of *Callianassa* (*Trypaea*) *australiensis* Dana, 1852 (Crustacea: Thalassinidea). *Univ. Queensl. Pap. Dept. Zool.* 1 (12): 259–285.

HOLMES, S. 1904. On some new or imperfectly known species of west American crustacean. *Proc. Calif. Acad. Sci.* (3): 307–331.

IORIO, M., G. MACCHI & D. HERNÁNDEZ. 2000. Estimación de la talla de la primera madurez y fecundidad del langostino patagónico. Caracterización del desarrollo del ovario y el estadio de impregnación. *Inidep.* 61: 1–14.

KAO, H., T. CHAN & H. YU. 1999. Ovary development of the deep water shrimp *Aristaemorpha foliacea* (Risso, 1826) (Crustacea: Decapoda: Aristeidae) from Taiwan. *Zool. Stud.* 38 (4): 373–378.

KING J. 1948. A study of the reproductive organs of the common marine shrimp. *Penaeus setiferis* (Linnaeus). *Biol Bull.* 94: 244–262.

KOIKE, I. & H. MUKAI. 1983. Oxygen and inorganic nitrogen contents and fluxes in burrows of the shrimp *Callianassa japonica* and *Upogebia major*. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 12: 185–190.

KOHLER, A. 1974. Le régime alimentaire des poissons des étangs littoraus dones préliminaires Sur L' Athérine dans L' Etang du Prévost (Palaves Hérault). D. E. A *Univ. Sci. Tech. Largu.*, Montpellier. 43. pp.

LEMAITRE R. & S. RODRIGUES. 1991. *Lepidophthalmus sinuensis*: A new species of ghost shrimp (Decapoda: Thalassinidea: Callianassidae) of importance to the commercial culture of penaeid shrimps on the Caribbean coast of Colombia, with observations on its ecology. *Fish. Bull.* 89: 623–630.

MANNING, R. & D. FELDER. 1991. Revision of the American Callianassidae (Crustacea: Decapoda: Thalassinidea). *Proc. Biol. Soc. Wash.* 104 (4): 764–792.

MOSSOLIN, E. & S. BUENO. 2002. Repr ductive biology of *Macrobrachium olfersi* (Decapo Palaemonidae) in Sao Sebastiao, Brazil. *J. Crust. B* 22 (2): 367–376.

MOUTON, E. & D. FELDER. 1995. Repro tion of the fiddler crabs *Uca longisignalis* and *sinicarpa* in a Gulf of Mexico salt marsh. *Estu* s 18: 468–481.

NATES S. & D. FELDER. 1998. Impacts burrowing ghost shrimp, genus *Lepidophthalmus* penaeid shrimp culture (Crustacea: Decapoda: halassinidea). *J. World Aqua. Soc.* 29: 189–211.

_____. & D. FELDER. 1999. Growth and maturation of the ghost shrimp *Lepidophthalmus sinuensis* Lemaitre and Rodrigues, 1991 (Crustacea: Decapoda: Callianassidae), a burrowing pest in penaeid shrimp culture ponds. *Fish. Bull.* 97: 526–541.

POHL, M. 1946. Ecological observations on *Callianassa major* Say at Beaufort, North Carolina. *Ecology* 27: 71–80.

QUINTANA, M. 1978. Estadios de maduración gonadal en las especies comerciales importantes del género *Penaeus* en el banco de Campeche. *Ctro. Inves. Pesq. Mar.* Miramar Habana, Cuba. 3 (1): 82 – 126.

RUDOLPH, E. 2002. Sobre la biología del camarón de río *Samastacus spinifrons* (Philippi, 1882) (Decapoda,

Parastacidae). *Gayana* 66 (2):147–157.

SANDOVAL, M. & A. GRACIA. 1998. Stages of gonadal development in the spotted pink shrimp *Penaeus brasiliensis*. *J. Crust. Biol,* 18 (4): 680 – 685.

SASTRY, A. 1983. Ecological aspects of reproduction. En: *The biology Crustacean*, environmental adaptations, J. F. Vernberg y W. B. Vernberg (eds.) Acad. Press, N. Y. Págs. 179–270.

SAY, T. 1818. An account of the Crustacea of the United States . *J. Acad. Nat. Sci. Philadelphia*, 2 (1): 235–253.

SCHMITT, W. 1935. Mud shrimp of the Atlantic coast of North America. *Smith. Misc. Collec.* 93 (2): 1–21.

_____. 1981. Interpretación funcional de cambios microanatómicos en el ovario de *Palaemonetes argentinus* Nobili, 1901 (Crustacea: Palaemonidae durante desove y post puesta. *Limnology* 2 (3): 141–151.

SCHULDT. 1980. El ovario de *Palaemonetes argentinus* No , 1901 (Crustacea: Palaemonidae) su comportamiento entre puesta y puesta. Un enfoque estmétrico *Limnology* 2 (1): 23–35.

_____. 1981. Interpretación funcional de cambios microanatómicos en el ovario de *Palaemonetes argentinus* Nobili, 1901 (Crustacea: Palaemonidae durante desove y post puesta. *Limnology* 2 (3): 141–151.

STEELE, D. 1988. Latitudinal variations in body size and species diversity in marine decapod crustaceans of the continental shelf. *Hidrobiology*, 73: 235–246.

TAN-FERMIN, J. & PUDADERA, R. 1989. Ovarian maturation stages of the wild giant tiger praws *Penaeus monodon.* Fabricius. Aquaculture 77 (233): 229 – 242

THOMPSON, R. & A. PRITCHARD. 1969. Respiratory adaptations of two burrowing crustaceans, *Callianassa californiensis* and *Upogebia pugettensis* (Decapoda, Thalassinidea). *Biol. Bull.* 136: 247–287.

TRESIERRA, A. & Z. CULQUICHICÓN. (ed.) 1993. *Biología Pesquera,* Trujillo– Perú. 431. pp.

VERDI, A. 1994. La estructura ovárica de *Macrobrachium borelli* (Nobili, 1896) (Crustacea: Caridea: Palaemonidae). *Rev. Bras. Biol.* 55 (2): 193–199.

ZIMMERMAN, T. & D. FELDER. 1991. Reproductive ecology of an intertidal brachyuran crab, *Sesarma* sp. (nr. *Reticulatum*), from the gulf of Mexico. *Biol. Bull.* 181: 387–401.

RECIBIDO: Abril 2009
ACEPTADO: Junio 2010