**Fecundidad de *Callichirus islagrande* (Decapoda: Axiidae) en Barra de Corazones, Laguna de Tamiahua, Veracruz, México**

Por: Blanca Itayetzi Jaimes Gómez

**Introducción**

Los crustáceos representan uno de los grupos que más se han diversificado y mejor conocidos dentro de los invertebrados, con una amplia distribución resultan de gran interés en los estudios ecológicos, taxonómicos, así como en lo económico (Hernández y Escobar, 2008).

El orden Decapoda es uno de los grupos más numerosos dentro de Crustacea, esto debido a la plasticidad ecológica y morfológica que presentan, por lo que se ha convertido en uno de los grupos taxonómicos más estudiados dentro de este taxón (Martin y Davis, 2001).

Incluye las formas más comunes de identificar, dentro de esta variedad morfológica se encuentran especies marinas, dulceacuícolas y semi-terrestres. Una característica importante de todos los decápodos es un caparazón que cubre las branquias por un par de placas laterales y que forman las cámaras branquiales con diferentes tipos de especialización (Álvarez *et al.*, 2014).Este orden se encuentra divido en dos subórdenes, el grupo ancestral: Dendrobranchiata y el Pleocyemata de más reciente aparición, ambos compartiendo caracteres sinapomórficos. El orden Dendrobranchiata, se encuentra dividido en dos superfamilias: Penaeoidea y Sergestoidea, mientras que el suborden Pleocyemata, se encuentra divido en 10 infraórdenes: Achelata, Anomura, Astacidea, Axiidea, Brachyura, Caridea, Gebiidea, Glypheidea, Polychelida y Stenopodidea (De Grave *et al.*, 2009), en el presente trabajo, los organismos a los cuales nos vamos a referir, se encuentran dentro del infraorden Axiidea.

**Axiidea**

Estos organismos conocidos de manera vernácula como camarones fantasma o camarones de barro, son un grupo de crustáceos cuya sistemática y clasificación ha sido un tema de interés para muchos carcinólogos. Anteriormente se ubicaba a estos dentro del infraorden Thalassinidea, debido a las opiniones de varios autores que han abordado cuestiones tanto morfológicas y moleculares, se han movido de un infraorden a otro (Gurney, 1942; Saint Laurent 1979; Saint Laurent y Le Loeuff, 1979; Sakai, 2004; Tsang *et al*., 2008).

Por esta razón, se llevó a cabo una extensa revisión del grupo basado en el análisis de 1,800 genes nucleares y 550 genes mitocondriales, con ésto, se confirmó que es un grupo parafilético en donde se reconocen dos clados: infraorden Axiidea y el infraorden Gebiidea; para ambos, la mayoría de las especies se entierran en sustratos fangosos o arenosos, aunque también se pueden llegar a encontrar a manera de criptofauna en restos de coral muerto (Posey, 1986; Wynberg y Branch, 1994).

El infraorden Axiidea, posee un aproximado de entre 516 y 556 especies descritas; como muchos grupos taxonómicos, se observa que para ambos hemisferios se presenta un aumento en el número de especies conforme nos acercamos al ecuador, es decir, la cantidad de especies presente tanto en el Hemisferio Norte como en el Hemisferio Sur, aumenta conforme nos acercamos al centro del globo de manera latitudinal; tanto para el Indo-Pacífico Oeste y el Suroeste Atlántico, el porcentaje del número de especies corresponde al 22% en ambas regiones, sumando un total del 44% del total registrado para este grupo, muchas de estas especies son bentónicas y suelen vivir en aguas marinas y salobres. Los crustáceos pertenecientes al Infraorden Axiidae, está compuesto por seis Familias: Axiidae, Callianassidae, Callianideidae, Micheleidae, Strahlaxiidae y Thomassiniidae (Saint Laurent, 1979).

La morfología básica de estos decápodos se caracteriza principalmente por tener la apariencia de una langosta pequeña con el cefalotórax y el abdomen bien desarrollados, el primero presenta una superficie esculpida que posee diferentes niveles de dureza debido a la quitina que conforma el exoesqueleto así como la adhesión de sales calcáreas que obtiene del ambiente; sobre esta cutícula, se pueden observar cerdas y/o espinas, particularmente en la porción antero-dorsal; este carácter es de importancia en el reconocimiento a nivel de familia y género; dentro de las ornamentaciones que se observan en el cuerpo destacan la línea talasínica, la cual es un surco longitudinal que se extiende a diferentes posiciones sobre la porción lateral del caparazón y la presencia/ausencia de una prominencia cardiaca la cual se levanta en la porción posterior sobre la línea media dorsal. El caparazón puede estar comprimido, el abdomen es simétrico dorso-ventralmente, poco calcificado, se extiende hacia la porción posterior y termina en un telson que junto con los urópodos forman una cola en forma de abanico; el rostro tiene diferentes niveles de crecimiento, de reducido a bien desarrollado, pasando por niveles intermedios, en el dorso la superficie puede ser lisa o armada con cedas y/o espinas; finalmente, la longitud de las antenas es menor a la longitud del cuerpo y los artejos del pedúnculo son cilíndricos. Los pereiópodos se encuentran bien desarrollados y pueden encontrarse ornamentados con cedas y/o espinas, el primer par de pereiópodos puede ser simétrico o no, quelado (quela típica con el dedo móvil o dactilo), insertado en la mitad del propodio o subquelado, condición prensil en la cual la palma no está producida para formar un dedo móvil, mientras que el segundo par puede ser quelado o no (pereiópodos típicos formados por siete artejos: coxa, basis, isquio, mero, carpo, propodio y dáctilo) (Brusca y Brusca, 2003), y siempre presenta una hilera de cerdas largas en el borde inferior, en el tercer par es simple, el cuarto y quinto par pueden ser simples o subquelados y la pleurobranquia de dicho apéndice puede estar reducida o ausente (Wear y Yaldwyn, 1966).

Los miembros de Axiidea son componentes comunes de la macrofauna en los fondos blandos tanto de playas como estuarios; son crustáceos excavadores los cuales fabrican galerías, de igual manera que otros organismos habitantes de este ambiente se encuentran expuestos a bajas concentraciones de oxígeno de manera recurrente, supliendo éste, así como la obtención de alimento a través de la remoción del sedimento (Dworschak *et al.,* 2001, 2006).

Sus galerías se encuentran en sustratos suaves, en las zonas de inter e inframarea; se sabe que las especies que viven en las zonas intermareales tienen cierta dificultad para realizar estas galerías en los periodos de marea baja, por lo tanto, se han descrito una serie de adaptaciones conductuales y fisiológicas respiratorias en estos tipos de hábitats (Torres *et al.*, 1977). Las actividades que llevan a cabo dentro de la madriguera tienen un efecto negativo considerable en la perturbación de los sedimentos, así como, beneficios para la renovación de los ciclos bioquímicos y el aumento de la disponibilidad de alimento en diferentes niveles tróficos (Ziebis *et al.*, 1996).

Los efectos que tiene el sustrato sobre la distribución de ciertas especies en las playas se deben principalmente al tamaño de grano y a la clasificación de los sedimentos, ya que pueden determinar la porosidad y capilaridad del medio, permitiendo, entre otras características, una mayor o menor humedad óptima. Existe también, una relación entre el tamaño del grano y el tamaño de las piezas bucales de los organismos que separan el alimento de dichos granos (Carranza, 2009).

Estudios ecológicos y fisiológicos han atraído la atención de por la singularidad de los ambientes en que habitan, los trabajos de carácter ecológico consisten en estudiar la parte inferior del bentos, especialmente la influencia que tiene con respecto a sus sedimentología (Dworschak, 2000), mientras que por el lado de la fisiología, se han estudiado las vías metabólicas y las respuestas respiratorias en condiciones de hipoxia aguda o crónica (Pritchard y Eddy 1979; Lowery y Tate 1986; Hil *et al*., 1991; Scholnick y Synder 1996; Astall *et al.*, 1997). A pesar de la importancia ecológica que representan este tipo de organismos, la información que se tiene sobre aspectos poblacionales así como de su biología reproductiva es aún escasa (Rodrígues y Shimizu, 1997).

***Callichirus islagrande***

La familia Callianassidae en general puede ser reconocida por: caparazón sin espina rostral, córnea dorsal subterminal y deprimida; el pedúnculo antenular es más largo que el pedúnculo antenal; el tercer maxilípedo sin exópodo; el isquio-mero operculiforme; el mero no se proyecta más allá de la articulación del carpo; los quelípedos son desiguales, el quelípedo mayor con un gancho en el mero. El primer par de pleópodos del macho es vestigial o se encuentra ausente, siendo unirrámeo en la hembra; el segundo par de pleópodos es vestigial o esta ausente en el macho, en la hembra, si se presenta, éste es birrámeo, por último, la presencia de la línea thalassinica es una estructura única de esta familia (Manning y Felder, 1991).

Existen a la fecha, 42 géneros entre los cuales se encuentra *Callichirus* (Stimpson, 1866), desde entonces éste ha sido tratado de varias maneras, como un subgénero de Callianassa (Borradaile, 1903), como un género distinto, el cual comprende numerosas especies (Saint Laurent, 1974) o bien, como un sinónimo del Género Callianassa (Biffar, 1971).

De acuerdo a la manera en la que se ha tratado, Stimpson (1866), establece una serie de caracteres para su diagnosis: caparazón sin espina rostral; córnea dorsal subterminal y redondeada; pedúnculos antenulares más largos y robustos que el antenal; el tercer par de maxilípedos sin exópodo y el isquio-mero operculiforme con quelípedos desiguales (en machos adultos) el mayor presenta un gancho en el mero.

En el género *Callichirus* se reconocen por lo menos cuatro especies: *C. major* (Say, 1818), *C. islagrande* (Schmitt, 1935) (Fig. 1), *C. seilacheri* (Bott, 1955) y *C. adamas* (Kensley, 1974). *C. islagrande,* se encuentra al norte y occidente del Golfo de México, teniendo como principales caracteres diagnósticos: frente con una proyección rostral baja y triangular, las proyecciones laterales son inconspicuas; la línea talasínica muy evidente y el surco cervical cruza el caparazón; el par de pedúnculos antenulares más largos que el par de pedúnculos antenales; el quinto segmento de la antena llega alrededor de los 2/5 de la longitud del último segmento antenular; el tercer par de maxilípedos no presenta exópodo y el isquio-mero forman un opérculo; los quelípedos son desiguales en los machos adultos y subiguales en las hembras. El quelípedo mayor del macho presenta un gancho fuerte en el mero. El abdomen con un evidente patrón de surcos y glándulas integumentales en vista dorsal sobre los segmentos 3-5 (Dworschak *et al.*, 2012).

|  |
| --- |
| **Phylum:** Arthropoda (Von Siebold, 1848)  **Subphylum:** Crustacea (Brunnich, 1772)  **Clase:** Malacostraca (Latreille, 1802)  **Subclase:** Eumalacostraca (Grobben, 1892)  **Orden:** Decapoda (Latreille, 1802)  **Suborden:** Pleocyemata (Burkenroad, 1963)  **Infraorden:** Axiidea (Saint Laurent, 1979)  **Familia:** Callianassidae (Dana, 1852)  **Género:** *Callichirus* (Stimpson, 1866)  **Especie:** *C. islagrande* (Schmitt, 1935) |

**Figura 1.** Clasificación taxonómica de *Callichirus islagrande* (tomado de varios autores)

**Fecundidad**

Los crustáceos decápodos han desarrollado diferentes estrategias de supervivencia que han permitido su éxito en una gran variedad de hábitats. Estas características hacen que estos organismos se consideren de interés, especialmente con relación a sus aspectos reproductivos (Pinheiro y Fransozo, 1995). En estudios preliminares sobre fecundidad de crustáceos se indica que existe una relación positiva entre la fecundidad y el tamaño de la hembra (Hynes, 1954), la cual permite estimar el estado reproductivo en que se encuentra la población y generalmente, se ha definido como el número de embriones liberados por una hembra en un solo proceso de desove o durante un periodo determinado de su ciclo de vida (Swartz, 1978; Jones y Simons, 1983; Palma y Arana, 1997) o bien, como el número de embriones contenidos bajo el abdomen y entre los pleópodos de las hembras (Stechey y Somers, 1995); otro tipo o definición de fecundidad es la potencial que es el número de ovocitos contenidos dentro de los ovarios y cuyo conteo se realiza antes del desove (Luppi *et al.*,1997).

La fecundidad varía de un grupo a otro particularmente entre familias o incluso a nivel de género, se pueden contar desde cientos de embriones en algunos miembros de la familia Porcellanidae (Antezana *et al.*, 1965; Lardies y Wehtrtmann, 1996; Hernaéz y Pinheiro, 2001), hasta varios miles de embriones en algunos Galatheidae (Palma y Arana, 1997), inclusive se conoce de poblaciones silvestres de *Litopenaeus stylirostris* y *Farfantepenaeus californiensis*, ambos de la familia Penaeidae, en donde se determinó que dependiendo del tamaño de la hembra, está puede producir entre 308,640 a 1,268,120 y de 207,600 a 1,135,550 ovocitos, respectivamente (García, 1976; Rodríguez de la Cruz, 1981). Por otra parte, en varios grupos de decápodos, se observan cuidados parentales por parte de la hembra lo cual permite no solo estimar la fecundidad más fácilmente sino además, estudiar las características del embrión durante su desarrollo (Hernéz y Palma, 2008). El conocimiento de los valores de fecundidad en una especie es importante para poder determinar su capacidad reproductiva, el número mínimo de adultos necesarios para mantener un reclutamiento suficiente y así estimar el tamaño de la población (Parra *et al*., 2010).

El volumen de la estructura propia del embrión está considerado como un indicador del contenido de energía para su desarrollo (Herring, 1974; Levitan, 1996), con frecuencia, este fenómeno se relaciona con el tipo de estrategia que las hembras adoptan en respuesta a determinadas condiciones del ambiente, como temperatura y fotoperiodo (Clarke y Gore, 1992), por lo tanto, la estimación del volumen del huevo es importante para comprender los mecanismos que la población emplea para adaptarse al medio ambiente y con ello poder sobrevivir (Hernéz y Palma, 2008).

La fecundidad puede medirse como el número de embriones producidos en cada desove o periodo reproductivo y se describe como una función dependiente de la talla del organismo, sin embargo, es conveniente distinguir el término fecundidad del término fertilidad, definida ésta última como el número de larvas eclosionadas de los ovocitos previamente desovados (Steachey y Somers, 1995; Luppi *et al*., 1997).

Dependiendo del autor, la fecundidad se puede definir de diferente manera, para posteriormente calcular la relación entre el número de embriones y alguna medida morfológica como puede ser el largo del caparazón o el largo total. Mantelatto y Fransozo (1997), recomiendan el uso de hembras con embriones en las primeras etapas de desarrollo para el análisis de la fecundidad.

**Antecedentes**

El estudio sistemático de los Axiidos o camarones fantasma es más o menos reciente, aunque dentro de este grupo se encuentran algunas descripciones que datan de la primera mitad del siglo pasado. La taxonomía de este infraorden ha sido revisada con detalle en los últimos 30 años, debido principalmente al descubrimiento de una gran serie de formas nuevas, que han puesto en evidencia la falta de organización que hasta hace poco existía en diferentes niveles jerárquicos. Incluso la separación de los camarones fantasma de los anomuros, ya que hace algunos años Thalassinidea formaba parte de Anomura dentro del mismo Infraorden, esté cambió se debido a sus relaciones filogenéticas con otros infraórdenes, por lo que en primera instancia se separaron del Infraorden Anomura y poco tiempo después el Infraorden Thalassinidea se dividió en dos infraórdenes: Axiidae y Gebiidae (Poore, 1994).

De los estudios relacionados con Axiidea, han surgido varias propuestas de diferentes autores que durante las últimas décadas, han buscado un arreglo coherente para estos decápodos; trabajos como los de Saint Laurent (1974), donde definió la filogenia de dos familias: Callianassidae y Upogebiidae, también ofrece algunas diagnosis para poder llegar a nivel de género.

Saint Laurent (1974), realizó un trabajo sistemático y filogenético donde separa definitivamente a la familia Callianasidae de Upogebiidae, proponiendo que estás tenían una relación con la familia Axiidae, de la que aún no se conocía mucho.

Saint Laurent y Le Loeuff (1979), hicieron una revisión sistemática de los Callianassidae y Upogebiidae de las costas de África Occidental, desde Mauritania hasta el sur de Angola, con la descripción de varias especies nuevas y se añaden algunas observaciones sobre la sistemática y distribución geográfica de las familias.

Griffis y Suchanek (1991), realizaron la descripción de seis tipos de madrigueras formadas por los camarones fantasmas, donde pretendían explicar los principales factores por los cuales, especies diferentes construían madrigueras de forma diferente con algunas similitudes.

Poore (1994), analizó y reorganizó el infraorden Axiidea en 3 superfamilias, 11 familias y 73 géneros, clasificación que a la fecha se encuentra vigente.

Los trabajos de tipo filogenético y taxonómico no has sido los únicos, también se han realizado estudios acerca de morfología como el de Nickell *et al*. (1998), en el cual realizaron una descripción de los pereiópodos en relación con la alimentación, ecología y hábitos de limpieza que tienen estos decápodos, la comparación morfológica que se realizó entre los maxilípedos y los pereiópodos mostró grandes diferencias entre las especies.

Tamaki y Miyabe (2000), realizaron un estudio de larvas de tres especies analizando los patrones de abundancia a partir de muestras de plancton colectados de un sistema estuariano en el oeste de Japón.

Dworschak (2000), realizó un estudio que habla de la diversidad global del Infraorden Thalassinidea, reporta la existencia de 516 taxones descritos hasta esa fecha, de los cuales el 32% de las especies se encuentran en el Indo-Pacífico Occidental y el 22% en el Atlántico Sudoccidental, observando que todas las especies son bentónicas y viven tanto en agua marina como salobre.

Berkenbush y Rowden (2000), analizaron la estructura poblacional y la ecología reproductiva de *Callianassa filholi,* provenientes de Nueva Zelanda, la frecuencia de las tallas revelaron que las poblaciones son unimodales, con poblaciones abundantes y con una maduración sincrónica.

Coelho y Rodrigues (2001), realizaron un estudio donde se analizó la morfología de los apéndices de alimentación, el comportamiento y contenido estomacal , haciendo énfasis en las setas que presentan dos callianásidos: *Callichirus major* y *Sergio mirim*.

Thatje (2003), realizó una revisión del Infraorden Thalassinidea en Chile y Argentina, en el cual se presenta una serie de sitios donde se realizaron muestreos, con la finalidad de revelar y delimitar con exactitud la distribución de los organismos, en el caso de registros ampliamente dispersos se asumió una distribución latitudinal continua.

Dworschak (2005), realizó nuevamente un análisis global de la diversidad de Thalassinidea, mencionando que el número total de especies conocidas ha aumentado de 516 a 556 y el número de Géneros pasó de 80 a 96.

Hernáez *et al.* (2007), analizaron la estructura poblacional de *Callichirus seilacheri*, la cual se basa en individuos colectados en la playa de las Mancha, Chile, en donde se observa una proporción de sexos 1:1 durante la mayor parte del periodo de estudio (enero-diciembre 2013), salvo los meses de enero y septiembre en donde las hembras superaron a los machos, por otro lado, los machos alcanzaron tallas optimas promedio mayores (27.1 mm) que las hembras (24.0 mm) en el largo del caparazón. La presencia de juveniles se restringió principalmente a los meses de febrero y mayo, alcanzando las primeras tallas de madurez sexual a los 20.8 mm y 18.1 mm respectivamente, por último, se observó que el período de reproducción es de mayo a agosto alcanzando su máximo en junio.

Dworschak *et al.* (2012), mencionaron que el Infraorder Thalassinidae es dividido en dos infraordenes Gebiidea y Axiidae los cuales representan dos grupos claramente independientes, pero que han convergido tanto morfológica como ecológicamente por la formación de madrigueras, a la vez, realizaron una guía en donde mencionan algunos caracteres diagnósticos para el Infraorden Anomura, Astacidea, Axiidea, Gebiidea y Glypheidea.

Ayón *et al.* (2014), analizaron 75 ejemplares de talasínidos de zonas intermareales y estuarios de dos localidades de la costa del Pacífico mexicano y presentan una lista actualizada de Axioidea y Gebiidea; por primera vez se registra a *Callianassa tabogensis* en México; los organismos correspondientes al Género *Callichirus* se identifica como *C. seilacheri*, y *Upogebia dawsoni* se observa por segunda vez en la costa de Jalisco.

**Género *Callichirus***

Manning y Felder (1986), realizaron un estudio de la Familia Callianassidae, haciendo mención del Género *Callichirus* y dando una descripción más amplia de éste.

Arenas (2000), hace una revisión a nivel de especie de ejemplares del Golfo de México de la Familia Callianassidae que se encuentran depositados en tres colecciones de México y dos extranjeras.

Hernández (1998), realiza una descripción morfológica de *Callichirus islagrande* y otras especies del mismo género*.*

***Callichirus islagrande*.**

Si bien no existen estudios de fecundidad en *C. islagrande,* se han realizado otro tipo de estudios, Strasser y Felder (2000), realizaron una descripción de la zoea y del desarrollo larval en cultivos de laboratorio de una población que habitaba en la costa del Estado de Louisiana, USA.

Bilodeau *et al*.(2005), realizaron un trabajo acerca del apareamiento que se da en las madrigueras de estos organismos, con la ayuda de marcadores genéticos tratan de determinar si los embriones que se encuentran entre los pereiópodos de las hembras han sido fertilizados por un macho o un conjunto de éstos.

**Fecundidad.**

Como se ha mencionado con anterioridad, la fecundidad de las especies dentro de Decapoda varía dependiendo de la familia o incluso a nivel de género, una forma de evaluar la fecundidad es por el número de embriones producidos en cada desove o periodo reproductivo y se relaciona como una función morfométrica de la hembra particularmente (Steachey y Somers, 1995; Luppi *et al*., 1997).

Para *Callichirus islagrande* no existen estudios de fecundidad como tal, sin embargo, se han realizado estudios en grupos filogenéticamente cercanos como los que a continuación se mencionan:

Hines (1988), realizó un estudio de fecundidad en dos especies de cangrejos *Geryon fenneri* y *G. quinquedens* (Decapoda: Brachyura), se observó que la primeraalcanza una talla mayor con respecto a la segunda concluyendo que el tamaño corporal para ambas especies fue determinante para conocer el rendimiento reproductivo y el valor de la fecundidad.

Sampedro *et al.* (1997), realizaron un estudio de fecundidad en *Pisidia longicornis* (Decapoda: Anomura) y se observó que ésta es altamente variable (10 a 1,443 embriones/puesta); a partir de un total de 40 hembras, se trabajó con la masa ovígera tomando el número de embriones, el volumen del embrión, tomando en cuenta el estadio de los embriones, contemplando tres estadios de desarrollo.

Mantelatto y Fransozo (1997), realizaron un estudio en donde el objetivo principal fue caracterizar la fecundidad de *Callinectes ornatus*, de la Costa norte de Sao Paulo, Brasil, para el estudio de fecundidad y sus respectivas relaciones con el tamaño, el peso de los embriones y el tamaño del embrión, se hizo un muestreo en intervalos de dos meses durante 2 años consecutivos. Para el estudio se consideraron 38 hembras con embriones en fase inicial. Tras la determinación de la frecuencia del ancho del caparazón y la fecundidad, se determinó que el ancho del caparazón es una de las morfometrías con la que se puede determinar su fecundidad, la cual fue de 171,570 ± 94,634 embriones, con hembras de la misma talla.

Franzoso y Mantelatto (1998), analizaron la estructura poblacional y el periodo reproductivo del cangrejo ermitaño *Calcinus tibicen* (Decapoda: Diogenidae), el estudio se enfocó en la abundancia estacional, proporción de sexos y el período de reproducción, éste último, basado en el porcentaje de hembras ovígeras; se observó una discontinuidad en la reproducción, con una ausencia de hembras ovígeras en julio y una incidencia entre septiembre y mayo.

Chazaro *et al.* (2000), realizaron un estudio sobre la abundancia, fecundidad, proporción sexual, madurez y la dieta de *Callinectes similis* (Decapoda: Portunidae), en la plataforma central de Veracruz, la proporción sexual presentó una predominancia hacia machos debido a que las hembras se encuentran a mayores profundidades, en éstas el número medio de embriones por hembra fue de 277,886 ± 136,270.

Cabrera *et al*. (2001), analizaron a *Juxtafabia muliniarum* (Brachyura: Pinnotheridae) asociado a *Saccostrea palmula* (Mollusca: Bivalvia), en lo cual se observó la presencia de hembras ovígeras durante todo el periodo de muestreo, la relación entre el largo del caparazón y la fecundidad fue de F= 3904,6, con una R2 de 0.9686.

Turra y Pereira (2001), realizaron un estudio de fecundidad para tres especies de cangrejos ermitaños (Anomura: Diogenidae) en poblaciones simpatricas: *Clibanarius antillensis*, *C. sclopetarius* y *C. vittatus*, la fecundidad se correlacionó positivamente con la talla de los individuos y se observó que el número de embriones entre las especies se encuentra relacionado con la longitud del escudo (caparazón). Los embriones que fueron retirados de los pléopodos de las hembras se clasificaron en cinco etapas de desarrollo: etapa 1 (sin ojos y con vitelo), etapa 2 (sin ojos y vitelo parcialmente consumido), etapa 3 (formación del ojo y vitelo parcialmente consumido), etapa 4 (ojos formados vitelo ya no se observa) y etapa 5 (ojos formados, ausencia de vitelo), la etapa de desarrollo que se utilizó para el análisis de fecundidad fue la etapa 1.

Mantelatto *et al.* (2002), realizaron un trabajo para el estudio de las estrategias de fecundidad en el cangrejo ermitaño *Paguristes tortugae* en Brasil; el objetivo fue caracterizar los valores de fecundidad y la temporada reproductiva, con esto se dio a conocer aspectos reproductivos de dicha especie que están relacionadas con estrategias desarrolladas para compensar la competencia interespecífica, es decir, el esfuerzo reproductivo alto, la madurez temprana y una fecundidad baja.

Armendáriz y Becerra (2007), presentan un trabajo en el cual analizaron los aspectos más relevantes de la fecundidad de *Chasmagnathus granulatus* (Decapoda: Grapsidae) y *Uca uruguayensis* (Decapoda: Ocypodidae), en el cual se observó los valores de fecundidad que van de 1,126 a 6,745 embriones en *U. uruguayensis* y de 15,688 a 57,418 en *C. granulatus,* se hicieron relaciones morfométricas para aquellas hembras con crías en etapas de desarrollo medio, para *U. uruguayensis*, los mejores coeficientes de correlación se obtuvieron para las relaciones: peso de la hembra *vs* peso de la masa de los embriones; para *C. granulatus* la mejor asociación fue obtenido entre el tamaño de la hembra y el número de embriones.

Siqueira y Munehisa (2008), realizan un estudio de la biología reproductiva en hembras de la especie *Aegla franca* (Decapoda: Anomura: Aeglidae), se observó que el período reproductivo es marcadamente estacional y tiene lugar a partir de mayo a agosto, las hembras ovígeras aparecieron de manera abrupta en la población en el mes de mayo.

Peiró *et al.* (2014), describen diferentes aspectos de la biología reproductiva como talla de madurez sexual de las hembras, fecundidad, características del embrión y rendimiento reproductivo de *Callichirus major* el cual es importante en la costa del sureste de Brasil, la masa total de embriones se clasificó de acuerdo al estado embrionario del embrión de acuerdo con la metodología propuesta por Boolootian *et al.*, 1999, por lo que se suponen tres etapas de desarrollo: etapa 1 (etapa temprana: vitelo ocupando al menos en tres cuartas partes del embrión); etapa 2 (etapa intermedia: los ojos se hacen visibles, con el vitelo ocupando tres cuartas del embrión) y etapa 3 (etapa final: ausencia de vitelo cerca de la eclosión).

Con base en la información anteriormente expuesta, la finalidad del presente trabajo es analizar la estructura poblacional y los valores de fecundidad de la población de *C. islagrande*, en la Barra de Corazones, boca sur de la Laguna de Tamiahua en el Estado de Veracruz , México, en el periodo comprendido de abril de 2012 a octubre de 2013 y dos muestreos extraordinarios (abril y octubre) en el año 2014.

revisar el formato, sin puntos los encabezados, todods los antecedentes en pasado.

**Objetivos**

**Objetivo general**

Analizar la estructura poblacional y fecundidad de *Callichirus islagrande* en la Barra de Corazones, región sur de la Laguna de Tamiahua, Veracruz, México.

**Objetivos particulares**

1. Determinar por medio de un análisis multivariado las morfometrías básicas para el análisis de la población.
2. Establecer la proporción sexual de la población.
3. Determinar la temporada de reproducción*.*
4. Establecer la talla mínima de reproducción.
5. Analizar la relación existente entre los valores morfométricos y la fecundidad (?).

**Área de Estudio**

La Laguna de Tamiahua, está localizada al norte del estado de Veracruz, entre los 21º 17´ N y los 97º 27´ O; es por tamaño la tercera más grande en la República Mexicana pues cuenta con una superficie de 1,405 km2, el clima es de tipo cálido húmedo con una temperatura promedio de 23º C y una precipitación pluvial media anual de 1,500 mm (Reséndez, 1970).

**Aspectos fisiográficos y meteorológicos**

La Laguna de Tamiahua, tiene una longitud de 85 km, es una plataforma de barrera interna; presenta dos bocas, al norte la Barra de Tampachiche y al sur la Barra de Corazones, ambas de origen natural las cuales se conectan con el Golfo de México. Su importancia radica en que es el límite norte de un manglar extenso y bien estructurado en el Golfo de México (Castañeda y Contreras, 2001) (Figura 2).

Según la clasificación de la FAO-UNESCO (1988), se puede encontrar un suelo con una alta porción de arcilla (más de 30%) al menos hasta con un 50% de profundidad; desarrolla fisuras de hasta 1 cm de ancho. Las formaciones naturales, asociadas a esta laguna, se encuentra una larga franja de arena que se extiende poco más de112 km colindando con el puerto de Tampico la cual se denomina Cabo Rojo, debido a que las arenas de las playas tienen un color rojizo cuando se encuentran mojadas. Los vientos en las costas de Tamiahua son del norte; en verano prevalecen vientos del Este y en el invierno del Norte y del Noreste, la evaporación es moderada, la laguna tiene forma alargada con una profundidad media de 2 a 3 m.

Entre octubre y mayo, la altura de las olas se ve influenciada por la intensidad del viento debido a los vientos de “norte”, presentándose olas mayores a 2.5 metros, de octubre a noviembre las lluvias se presentan debido al paso de los frentes fríos, siendo de menor intensidad que entre diciembre y febrero donde las lluvias están relacionadas a la influencia estacional y el paso de sistemas tropicales (Castañeda y Contreras, 2001).

**Figura 2**.- Ubicación de la laguna de Tamiahua al Norte del Estado de Veracruz, México (N21o 17´ y los W 97o27 Tomado INEGI 1:50,000).

**Aspectos bióticos.**

Los principales tipos de vegetación y uso de suelo representados en esta región, así como el porcentaje de superficie que ocupan son laagricultura, las actividades pecuarias y forestales, que puede ser permanentes o temporales, ocupando un 54% de la superficie.La vegetación halófila, la cual se establece únicamente en suelos salinos, se encuentra denominada por los manglares en zonas costeras, dunas y fangosas, siempre zonas salobres, pueden alcanzar los 25 m de altura ocupando el 32% de la superficie, finalmente la vegetación de dunas, ocupando el 8% (FAO-UNESCO,1988).

**Material y Método**

**Trabajo de campo.**

Se realizaron un total de 17 recolectas: 15 de éstas durante el periodo que comprende de abril de 2012 a octubre de 2013 con dos más en el año 2014 (abril y octubre) (Tabla 1); los muestreos se realizaron en la línea de costa en la zona de intermarea comenzando en la boca sur de la Laguna de Tamiahua y cubriendo una distancia de 2.9 km hacia el norte (Fig. 2).

Los organismos fueron extraídos del sustrato con ayuda de una yabby pump, su contenido, arena principalmente con los organismos, era tamizada con una red de apertura de malla de 2 mm, separando a los organismos y restos orgánicos del sustrato; una vez separados de la arena, los individuos fueron depositados en frascos de boca ancha de tereftalato de polietileno (PET) de 1 l, conservados en alcohol etílico al 70% y etiquetados con los datos generales de la colecta (fecha, colectores) (Figura 3).

**Tabla 1**. Meses en los que se llevaron a cabo las recolectas.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **Ene** | **Feb** | **Mar** | **Abr** | **May** | **Jun** | **Jul** | **Ago** | **Sep** | **Oct** | **Nov** | **Dic** |
| **2012** |  |  |  | X |  |  | X | X | X | X | X | X |
| **2013** | X |  |  | X | X | X | X | X | X | X |  |  |
| **2014** |  |  |  | X |  |  |  |  |  | X |  |  |

**Figura 3.-** Proceso de extracción y colecta de *C. islagrande*. A) organismos separados del sustrato y materia orgánica a través del tamiz; B) manejo de la bomba para la extracción de los organismos; C), yabbie pump.

En muchos trabajos de la zona litoral, se requiere posicionar estaciones de muestreo en la zona de playa, lo que hace necesario conocer las características topográficas de ésta, por lo que se realizaron perfiles topográficos mediante el procedimiento Nivelación Diferencial Simple (NDS), para esto, se realizaron tres levantamientos en la zona de playa, se escogió un nivel de referencia arbitraria o algún banco de nivel topográfico, es necesario conocer de manera precisa la variación de las mareas en el área. El perfil se orientó de manera perpendicular a la línea de costa, se registró su dirección con la brújula y se estableció la ubicación del punto inicial y final con ayuda de un GPS (GARMIN, eTREX H), posteriormente se realizó el reconocimiento del área para determinar el sitio de colocación de los puntos visados y las estaciones, los puntos visados se colocaron donde se observaron cambios de relieve y las estaciones en las zonas ecológicas (zona supra, meso e infralitoral).

Se procedió a colocar la estaca en el punto visado (PV1), el cual correspondió al nivel medio del mar o el nivel de referencia, se colocó una persona en la primer estación con el nivel de mano, el cual se colocó de manera horizontal y se anotó la lectura del estadal en la libreta de campo, es decir, se midió la distancia entre el estadal y el sitio donde se encontraba el nivel de mano. En cada estación se realizó la toma de una muestra de arena de manera manual de aproximadamente 15 cm (profundidad), se depositó en una bolsa plástica y se etiqueto. Este procedimiento se repitió en las tres estaciones que fueron establecidas.

Por último, se tomó un núcleo del perfil de la playa dentro un tubo de PVC, se colocó el núcleo justo arriba de una madriguera, después se golpeó cuidadosamente el núcleo para que este penetrara a 50 cm con la finalidad de obtener un perfil estratigráfico de los sedimentos de la madriguera (Figura 4).

**Figura 4**.- Perfil de playa. A) Delimitación de las zonas para el Perfil de Playa ; B) Zonificación del Perfil de Playa: Infraplaya, Mesoplaya y Supraplaya; C)Toma de muestra de arena. Completar con el perfil Esquema (Granados *et al*., 2000)

**Trabajo de laboratorio.**

Una vez en el laboratorio (Taller de Biología de Animales lll) de la Facultad de Ciencias (FC) de las Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), los organismos colectados fueron lavados con agua corriente durante 1 hora y preservados en alcohol etílico al 70%. La identificación a nivel de especie se realizó en el Laboratorio de Carcinoparasitología del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología (ICMyL) de la UNAM*.*

A los organismos se les tomaron distintas mediadas morfológicas: Largo de Cefalotórax (LC), que va de la comisura posterior de los pedúnculos oculares al perfil posterior dorsal del caparazón en su región más dorsal y donde se une con el abdomen; Largo Total (LT), que va de la comisura posterior de los pedúnculos oculares al final del telson; Largo (LOv) y Ancho del Ovalo Rostral (AOv), el primero va del perfil anterior al posterior del óvalo y el segundo va de la línea izquierda a línea derecha del ovalo; Largo de la Línea Talasinica (LLT), que va del perfil anterior del ovalo rostral a la unión con el perfil posterior del caparazón; Largo de la Primera (L1) y Segunda somita abdominal (L2), que van del perfil anterior al posterior de cada una de éstas (Figura 5); las medidas fueron hechas con un vernier electrónico (Electronic Digital CALIPER, 0.01±0.003 mm), finalmente se registró el sexo de los organismos: machos (♂) y hembras (♀); para el caso de las hembras ovígeras (♀Ov), se separó la masa ovígera de los pleópodos y se realizó el conteo de los embriones, se obtuvo también el peso húmedo de la ♀, con y sin la presencia de la masa ovígera y el peso de la misma masa con una balanza semi-analítica (Ohaus Adventur ± 0.001 g), finalmente se tomó el largo y ancho de una muestra de 20 embriones de cada ♀Ov (Figura 6). Los datos de morfometrías, sexo, número de embriones entre los pleópodos, y peso fueron registrados en una base de datos en formato Excel.

**Figura 5**.- Medidas morfométricas utilizadas para este estudio. A) vista lateral de un Axiido, en donde se muestra el largo del cefalotórax (LC) y largo total (LT); B) vista dorsal en donde se muestra la región del cefalotórax en donde se muestra el largo del primer y segunda somita abdominal; C) la línea thalassinica, largo y ancho del ovalo rostral. Tomado y modificado de Heard *et al.*, 2007.



**Figura 6**.- Medidas de embriones y desarrollo. A) Etapa 1 (Etapa temprano): vitelo ocupa al menos ¾ partes del huevo; B) Etapa 2 (Etapa intermedia): el vitelo sigue ocupando ¾ del huevo, los ojos se hacen visibles; C) D) Etapa 3 (Etapa final): ausencia del vitelo, el embrión está cerca de eclosionar.

Para el estudio de granulometría de este trabajo se tomaron nueve muestras de arena las cuales fueron procesadas en el Laboratorio de Sedimentología (LS) del ICMyL de la UNAM, las cuales fueron colocadas en vasos de precipitado para ser lavadas con agua destilada para eliminar sales minerales que pudieran contener, posteriormente se realizó un segundo lavado, poniendo la muestra en suspensión con agua oxigenada, para eliminar la materia orgánica floculada (esto para no dejar aglutinar la muestra), se decantó la muestra para después colocarla en charolas de vidrio para el proceso de secado, este procedimiento se llevó acabo para todas las muestras de los tres perfiles (Anexo 1).

Una vez que las muestras de arena estaban totalmente secas, se obtuvo una fracción representativa de la muestra, se divide en cuatro partes, dos cuartos opuestos se rechazan y los otros dos se conservan, se repite el procedimiento hasta obtener la fracción de estudio deseada (Folk y Ward, 1957).

El análisis granulométrico de los sedimentos se realizó con la serie completa a cada cuarto de φ (logaritmo negativo en base dos por el milímetro de las partículas), tamices estándar la fracción que se tomó para el tamizado fue de aproximadamente 100 g.

A cada muestra se le dio un tiempo de agitación de 15 minutos; una vez concluido el tamizado, el material de cada muestra se pesó por separado en la balanza analítica y se colocó en bolsas de papel, registrando el peso y el número del tamiz del que se tomó. Los resultados de los pesos se anotaron en una tabla para poder obtener el porcentaje de muestra correspondiente a cada uno de los tamaños, se calcula por pesada del residuo obtenido en cada uno de los tamices en relación con el peso inicial de la muestra. Posteriormente se calcularon los parámetros texturales los cuales fueron obtenidos usando las formulas y limites sugeridos por Folk (1957).

**Análisis estadístico.**

A partir de las medidas morfológicas obtenidas más los diámetros promedios de los embriones, el número de éstos entre los pleópodos así como la etapa de desarrollo en la que se encontraban, sugerida por Peiró *et al*. (2014), se realizó un análisis multivariado, con los estadísticos de análisis discriminante y análisis de regresión, esto con la finalidad de determinar la variable más representativa para posteriormente, establecer cuál era la medida morfológica de las siete tomadas, que a su vez ofrece información importante dentro de la población y con ello establecer los intervalos de clase.

El método que se utilizó fue la estrategia de inclusión de variables por pasos, en donde las variables fueron incluidas paso a paso a la función discriminante tras evaluar su grado de contribución individual a la diferenciación entre los grupos. Cada variable independiente candidata a ser incluida en el modelo se evalúa mediante un estadístico de F, el cual mide el cambio que produce en el valor de la λ Wilks (expresa la proporción de la variabilidad total no debida a la diferencia entre los grupos) al incorporar cada una de las variables al modelo. Para usar el estadístico F en la selección de variables se determina un valor p, el cual corresponde a la inclusión de cada variable en la discriminación, con esto una variable pasa a formar parte de la función discriminante si el nivel crítico asociado al valor del estadístico F es menos a 0.05 y con ello es rechazada de la función si ese nivel crítico es mayor o igual a 0.05.

Posteriormente, se realizaron dos regresiones lineales la primera con la medida morfológica más representativa y el número de embriones y la segunda regresión con la medida morfológica más representativa y el estadio de los embriones.

**Análisis poblacional.**

Se determinaron las frecuencias relativas de la población de *C. islagrande*, en grupos de ♂, ♀ y ♀Ov.

Se establecieron ocho intervalos de clase para conocer la distribución por tallas de la población en general, La construcción de dichos intervalos de clase se realizó considerando el largo total (LT), medida que resultó seleccionada tras el análisis estadístico explicado anteriormente.

**Resultados.**

En las 17 recolectas se obtuvieron un total de 979 organismos identificados como *Callichirus islagrande*, a los cuales fueron tomadas diferentes morfometrías, se determinó el sexo y en el subconjunto de las hembras ovígeras, se realizó el conteo de los embriones ubicados entre los pleópodos.

De las morfometrías obtenidas, se seleccionó la que mayor información provee en términos estadísticos para el análisis de la población, para ello se aplicó un análisis multivariado discriminante con los valores antes mencionados, siendo LT (largo total) la morfometría más representativa.

Para determinar la morfometría estadísticamente más significativa (Tabla 2), entre mayor sea el valor de lambda, mayor significancia tiene en el modelo discriminante, al igual que el estadístico F y el nivel p, es decir, la lambda de LT fue de 0.99, mientras que la F= 11. 78 y el nivel p de 0.0006, lo que indican estas pruebas es que, LT es la morfometría de los organismos para discriminar y por lo tanto la más importante en el modelo, cosa que no le sucede a LC, que si bien tiene una lambda grande el nivel p y su correspondiente F, señalan que esta variable no aporta información alguna al modelo discriminante, por lo cual es desechada.

Entonces con base en LT de la totalidad de los organismos, se establecieron ocho intervalos de clase que agruparon las frecuencias absolutas y relativas para cada uno de los subgrupos de este estudio.

**Tabla 2.** Resumen del análisis discriminante

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Morfometría** | **λ de Wilks** | **F** | **p** |
| LC | 0.987936 | 0.10119 | 0.750473 |
| LT | 0.999979 | 11.76883 | 0.000628 |

**Análisis poblacional.**

**L**os 979 organismos se dividieron en dos grupos: ♂ con un total de 462 (47.19%) y 517 ♀ (52.78%); a su vez, el subconjunto de las hembras se dividió en dos: ♀NOv con 457 (46.68%) y ♀Ov con 60 (6.10 %).

La fecha de recolecta en la que se capturó la mayor cantidad de organismos fue octubre de 2012 con 94 organismos, seguido de julio con 90; la fecha en donde el número de organismos fue menor correspondió a noviembre con 38; para el año de 2013, enero fue el mes que más organismos fueron recolectados con 114, seguido de julio con 90 y las fechas en las cuales se recolectaron un menor número fue mayo y octubre con 29 cada una. La frecuencia absoluta (*n*), relativa y el porcentaje total de cada una de las subpoblaciones se obtuvo para cada una de las fechas de recolecta y se pueden observar en la tabla 3.

**Tabla 3.** Organismos capturados en cada una de las 17 recolectas en donde se muestra el valor de frecuencia absoluta (*n*), frecuencia relativa y porcentaje total de cada una de las subpoblaciones.

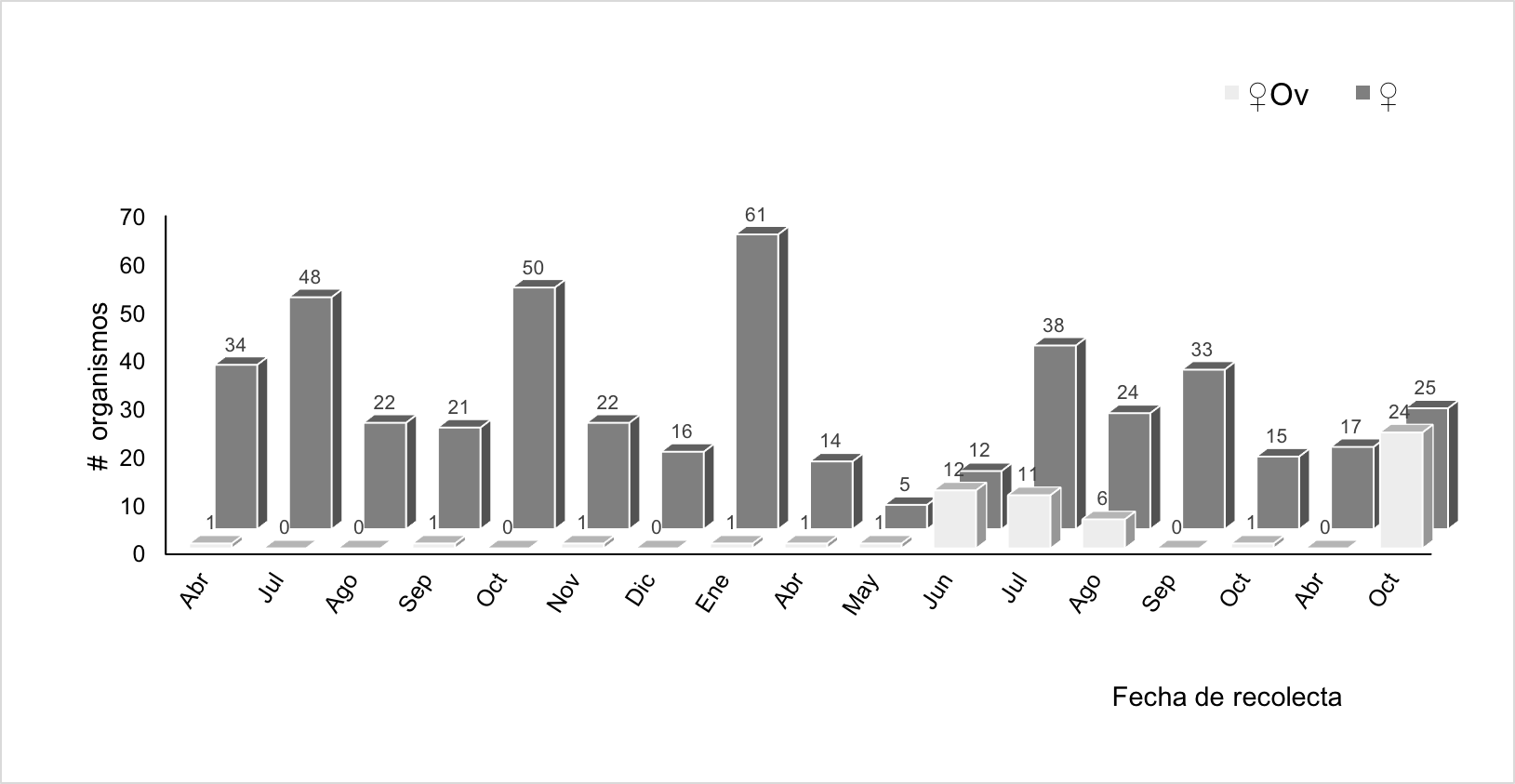
(Los porcentajes mostrados están calculados con base en la población total)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Año** | **Mes** | ***n (%)*** | | | **♀ (%)** | | **♀Ov (%)** | | **♂ (%)** | | **Proporción**  **(♂:♀)** | |
| 2012 | Abril | 57 (5.82)  90 (9.19)  53 (5.41)  52 (5.31)  94 (9.60)  38 (3.88)  54 (5.52)  **438 (44.74)** | | | 34 (3.47)  48 (4.90)  22 (2.25)  21 (2.15)  50 (5.11)  22 (2.25)  16 (1.63)  **213 (21.76)** | | 1 (0.10)  0 (0)  0 (0)  1 (0.10)  0 (0)  1 (0.10)  0 (0)  **3 (0.31)** | | 22 (2.25)  42 (4.29)  31 (3.17)  30 (3.06)  44 (4.49)  15 (1.53)  38 (3.88)  **222 (22.68)** | | 0.63:1 | |
| Julio | 0.88:1 | |
| Agosto | 1.41:1 | |
| Septiembre | 1.36:1 | |
| Octubre | 0.88:1 | |
| Noviembre | 0.65:1 | |
| Diciembre | 2.38:1 | |
|  | **Total** | **8.18:1** | |
|  |  |  |  |  | |  | |  |  |  |  |  | |
| 2013 | Enero | 114 (11.64)  55 (5.62)  29 (2.96)  40 (4.09)  90 (9.19)  37 (3.78)  59 (6.03)  29 (2.96)  **453 (46. 27)** | | | 61 (6.23)  14 (1.43)  5 (0.51)  12 (1.23)  38 (3.88)  24 (2.45)  33 (3.37)  15 (1.53)  **202 (20. 63)** | | 1 (0.10)  1 (0.10)  1 (0.10)  12 (1.23)  11 (1.12)  6 (0.61)  0 (0)  1 (0.10)  **33 (3. 37)** | | 52 (5.31)  40 (4.09)  23 (2.35)  16 (1.63)  41 (4.19)  7 (0.72)  26 (2.66)  13 (1.33)  **218 (22. 27)** | | 0.84:1 | |
| Abril | 2.67:1 | |
| Mayo | 3.83:1 | |
| Junio | 0.67:1 | |
| Julio | 0.84:1 | |
| Agosto | 0.23:1 | |
| Septiembre | 0.79:1 | |
| Octubre | 0.81:1 | |
|  | **Total** | **10.68:1** | |
| 2014 | Abril | 17 (1.74)  71 (7.25)  **88 (8.99)**  **979 (100)** | | | 17 (1.74)  25 (2.55)  **42 (4.29)**  **457 (46.68)** | | 0 (0)  24 (2.45)  **24 (2.45)**  **60 (6.10)** | | 0 (0)  22 (2.25)  **22 (2.25)**  **462 (47.19)** | | 0:00 | |
| Octubre | 0.45:1 | |
|  | **Total** | **0.45:1** | |
|  | **Total General** |  | |

Los meses con mayor número de captura fueron julio, octubre, enero de 2012, repitiéndose en 2013 julio y octubre; lo cual indica que hay un ciclo a lo largo del año donde se puede suponer que los factores ambientales permiten una mayor concentración de los organismos en el sitio de captura (Figura 8). La estructura se mantiene cuando se hace la revisión por fecha de colecta, es decir, las poblaciones de ambos sexos tienen su mayor captura aproximadamente en las mismas fechas, existe una diferencia mínima en las presencia de hembras con10 individuos (Figura 9), cosa que no ocurre para las ♀Ov, las cuales no se presentan estas condiciones en los mismos meses de los dos años de muestreo (Figura 10).

**Figura 8.** Fechas de recolecta y número total de organismos colectados de *C. islagrande* en Barra de Corazones, Estado de Veracruz, México (2012-2014).

**Figura 9**. Frecuencia absoluta (N) para ♂ y ♀ de *C. islagrande* por fecha de recolecta.



**Figura 10.** Frecuencia absoluta (N) para ♀NOv y ♀Ov por fechas de recolecta.

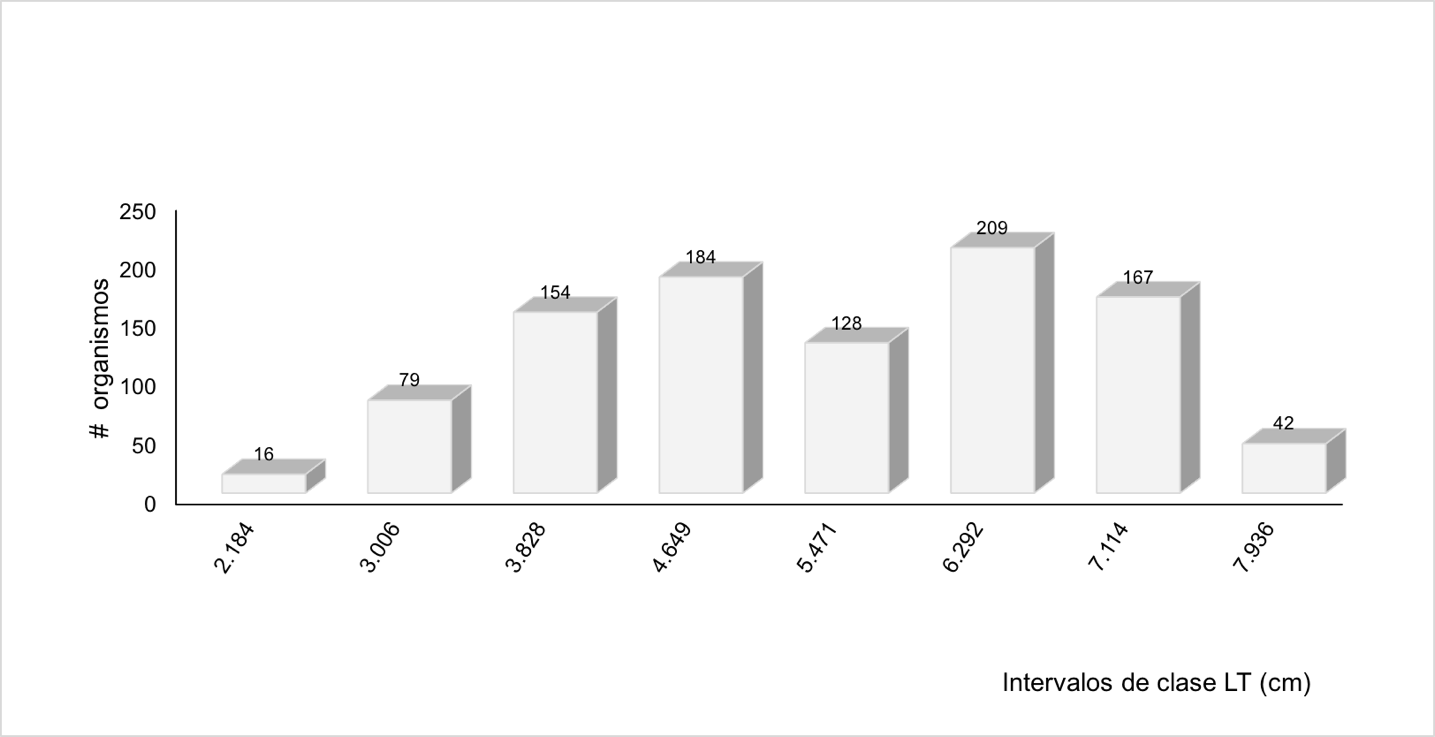
Con respecto al análisis poblacional con respecto a las tallas de los organismos, se establecieron ocho intervalos de clase con base en LT para así determinar la distribución de individuos capturados (Tabla 4).

**Tabla 4**. Distribución de los ♀Ov, ♂ y **♀** organismos de *C. islagrande* a parir de los intervalos de clase con base en LT (cm).

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **Intervalos de clase**  **(LT cm)** | | **Media** | **♀** | **♀**Ov | **♂** | **Total** |
|  | **Inferior** | **Superior** |  | **N (%)** | **N (%)** | **N (%)** | **N (%)** |
| **1** | 1.774 | 2.595 | 2.184 | 14 (1.43) | 2 (0.20) | 0 (0) | 16 (1.63) |
| 2 | 2.596 | 3.416 | 3.006 | 32 (3.27) | 0 (0) | 47 (4.80) | 79 (8.07) |
| 3 | 3.417 | 4.238 | 3.828 | 64 (6.54) | 0 (0) | 90 (9.19) | 154 (15.73) |
| 4 | 4.239 | 5.060 | 4.649 | 89 (9.09) | 5 (0.51) | 90 (9.19) | 184 (18.79) |
| 5 | 5.061 | 5.881 | 5.471 | 71 (7.25) | 7 (0.72) | 50 (5.11) | 128 (13.07) |
| 6 | 5.882 | 6.703 | 6.292 | 90 (9.19) | 7 (0.72) | 112 (11.44) | 209 (21.35) |
| 7 | 6.704 | 7.524 | 7.114 | 79 (8.07) | 24 (2.45) | 64 (6.54) | 167 (17.06) |
| 8 | 7.525 | 8.346 | 7.936 | 18 (1.84) | 15 (1.53) | 9 (0.92) | 42 (4.29) |
|  | **Total** |  |  | **457 (46.68)** | **60 (6.10)** | **462 (47.19)** | **979 (100)** |

Aun cuando la población total se encuentra concentrada entre los intervalos de clase 2 a 7 con tallas que van de los 2.596 a los 7.524 cm de LT, puede observarse que se presenta una distribución con dos modas, la primera en los intervalos 2 a 4 y la segunda en los intervalos 6 y 7 (Figura 11). Esa misma distribución en los intervalos de clase, ahora por sexo, se muestra que para ♂´s, éstos están concentrados en los intervalos 2 a 7 con tallas de los 2.596 a los 7.524 cm de LT pero también se observa una estructura es bimodal, la primera en los intervalos 2 a 4 y la segunda en los intervalos 6 y 7; cosa muy parecida al comportamiento de la población general. Para el grupo de ♀´s, la distribución es más homogénea entre los intervalos, pero concentrándose en los intervalos 3 a 7 con tallas que van de los 3.417 a los 7.524 cm de LT (Figura 12).

Tratándose de las subpoblaciones de ♀´s NOv y ♀´s Ov, podemos decir que aun cuando las primeras se observan en todos los intervalos de clase, las segundas están concentradas en los dos últimos intervalos con tallas de 6.704 a 8.346 cm de LT pero encontramos hembras desde el intervalo de clase 4 que inicia con una talla de 4.239. De manera extraordinaria se observan dos ♀´s Ov en el primer intervalo, organismos muy pequeños que se observan ya con embriones entre los pleópodos y colectados en el mes de julio de 2012.(Figura 13).

****

**Figura 11.** Frecuencia de individuos de *C. islagrande* por intervalos de clase.



**Figura 12.** Frecuencia de individuos de *C. islagrande* por intervalos de clase para ♂ y ♀.

**Figura 13.** Frecuencia de organismos en los intervalos de clase para ♀ y ♀Ov.

Para determinar el número de embriones a través de la medida LT se utilizó un modelo de regresión lineal simple  donde , donde n es el número de observaciones que corresponden a LT.

Donde  es una variable aleatoria con distribución normal con media cero y varianza constante e independencia entre cada uno de los errores de .

El modelo se ajustó por el método de mínimos cuadrados y se utilizó un modelo sin ordenada al origen, es decir, , esto porque la ordenada mide el valor inicial de embriones que se tienen cuando no hay medida del caparazón y por tanto no hay organismo, por lo que el modelo al origen es procedente.

El modelo que resultó fue:

Al verificar el modelo efectivamente se cumplen los supuestos del análisis de regresión, como medida de ajuste del modelo se tiene al coeficiente de determinación el cual se mide como  que indica que tanto explica el modelo ajustado la variabilidad de los datos sin ningún modelo. En este caso este coeficiente salió lo que señala que es un buen modelo de explicación de los datos.

Con las hembras ovígeras se realizó una regresión lineal para determinar la relación del número de embriones contenidos entre los pleópodos *vs* LT. Al ajustar un modelo linear simple con un valor de R2= 0.8432724, es decir, es posible explicar la relación de un 84.32% de los casos observados en este estudio. El modelo ajustado para el número de embriones, E= 17.81 multiplicado por LT (Figura 14), indicando que por cada centímetro del LT que tenga la hembra en crecimiento, aumentaran 17.81 embriones. Señalando que LT es altamente significativa para explicar el tamaño de los embriones.

**Figura 14.** Relación entre el intervalo de LT y el número de ovocitos por ♀Ov. #Em= 17.81\*LT, R2= 0.843.

Posteriormente, se realizó la regresión lineal considerando la fase 1 y la fase 2, para determinar la relación del número de embriones entre los pleópodos. Al ajustar un modelo linear simple para el caso de la Fase 1, indica que la R2= 0.838, es posible explicar la relación de un 83.8 % de los casos. El modelo ajustado es número de embriones (#E) igual a 479.47\*LT, se observó un incremento de 479. 47 embriones por cada unidad de LT (cm), mientras que para la Fase 2, al ajustar un modelo linear simple con origen R2= 0.855, es posible explicar la relación de un 85.5% de los casos. El modelo ajustado es número de embriones (#E) igual a 471. 32\*LT, se observó un incremento de 471.32 embriones por cada unidad de LT (Figura 15).



**Figura 15.** Relación entre el intervalo de LT y el número de embriones por ♀Ov, para la Fase 1 (R2= 0.838, #Em= 479.47\*LT) y la Fase 2 (R2= 0.855, #Em= 471. 32\*LT).

Por último, se hizo una regresión lineal para determinar la relación, para la Fase 1, diámetro del embrión vs LT, Al ajustar un modelo linear simple con origen R2= 0.990, es posible explicar la relación de un 99.0% de los casos. El modelo ajustado es diámetro de los embriones (øE) igual a 0.08\*LT, se observó un incremento de 0.08 en el diámetro (mm) por cada unidad de LT (cm) (Figura 16).

**Figura 16.** Relación entre el intervalo de LT y el diámetro del embrión por ♀Ov. R2= 0.990. (øE)= 0.08\*LT.

**Análisis de granulometría.**

Con los datos obtenidos del tamizado y el análisis granulométrico por láser, se aplicaron una serie de fórmulas para determinar los parámetros texturales (Tamaño gráfico promedio, Desviación estándar gráfica inclusiva, Grado de asimetría y Curtosis) (Tabla 5).

**Tabla 5.** Resultados finales del análisis de granulometría de Barra de Corazones, Boca Sur, Laguna de Tamiahua, Veracruz, México**.** (I: Infraplaya; M: Mesoplaya; S: Supraplaya; Mz: Promedio gráfico (media); σI: Desviación estándar gráfica inclusiva: Ski; Grado de asimetría gráfica; KG= Curtosis gráfica).

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **Fracciones (%)** | | | **Parámetros estadísticos** | | | |
| **Muestra** | **Arenas** | **Lodos (Resto)** | | **Mz** | **σi** | **SkI** | **KG** |
| **I-1** | 99.954 | 0.046 | | 2.735 | 0.417 | -0.230 | 1.362 |
| **M-1** | 99.943 | 0.057 | | 2.661 | 0.403 | -0.269 | 1.236 |
| **S-1** | 99.958 | 0.042 | | 2.680 | 0.339 | -0.165 | 1.208 |
| **I-2** | 99.966 | 0.034 | | 2.669 | 0.464 | -0.325 | 1.327 |
| **M-2** | 99.987 | 0.013 | | 2.749 | 0.274 | -0.113 | 1.198 |
| **S-2** | 99.970 | 0.030 | | 2.784 | 0.254 | -0.129 | 1.207 |
| **I-3** | 99.954 | 0.046 | | 2.706 | 0.402 | -0.262 | 1.366 |
| **M-3** | 99.977 | 0.023 | | 2.745 | 0.286 | -0.142 | 1.226 |
| **S-3** | 99.983 | 0.017 | | 2.761 | 0.256 | -0.081 | 1.162 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| **Núcleo** | **Arenas** | **Limos** | **Arcillas** | **Mz** | **σi** | **SkI** | **KG** |
| **0-1 F** | 98.767 | 0.917 | 0.316 | 2.473 | 0.450 | -0.055 | 1.033 |
| **15-16 I** | 100.000 |  |  | 2.492 | 0.396 | -0.051 | 1.010 |
| **29-30 S** | 100.000 |  |  | 2.491 | 0.400 | -0.048 | 0.997 |

**Muestras analizadas por tamizado.**

Muestra I-1: Arena fina, bien clasificado y leptocúrtico.

Muestra M-1: Arena fina, bien clasificada, asimétrico hacia los gruesos y leptocúrtico.

Muestra S-1: Arena fina, bien clasificada, asimétrico hacia los gruesos y leptocúrtico.

Muestra I-2: Arena fina, bien clasificado, muy asimétrico hacia los gruesos y leptocúrtico.

Muestra M-2: Arena fina, muy bien clasificado, asimétrico hacia los gruesos y leptocúrtico.

Muestra S-2: Arena fina, muy bien clasificado, asimétrico hacia los gruesos y leptocúrtico.

Muestra I-3: Arena fina, bien clasificado, asimétrico hacia los gruesos y leptocúrtico.

Muestra M-3: Arena fina, muy bien clasificado, asimétrico hacia los gruesos y leptocúrtico.

Muestra S-3: Arena fina, muy bien clasificado, simétrico y leptocúrtico.

Muestras analizadas (Núcleo) Granulometría por láser.

0-1 F: Arena fina, bien clasificado, simétrico y mesocúrtico.

15-16 I: Arena fina, bien clasificado, simétrico y mesocúrtico.

29-30 S: Arena fina, bien clasificado, simétrico y mesocúrtico.

**Discusión.**

Para este trabajo, se analizaronun total de 979 organismos que pertenecen a la especie *Callichirus islagrande*, los cuales se dividieron en dos grupos: ♂´s con un total de 462 organismos y que corresponden al 47.19% y 517 ♀´s que corresponden al 52.78%, a partir de estos datos, se observa una proporción sexual global 1:1.119 (♂: ♀); a su vez, el conjunto de hembras se dividió en: ♀NOv con 457 y que corresponden al 46.68% y ♀Ov con 60 y que corresponden al 6.10%, de la población total colectada. Con relación a las tallas observadas en este trabajo, en el grupo de los ♂´s, el más pequeño midió 2.610 cm y el más grande 8.095 cm ambos en LT; en el caso de las ♀´s, la más pequeña midió 1.774 cm y la más grande, 8.339 cm ambas en LT, y para las ♀Ov´s, la más pequeña midió 1.82 cm y la de mayor talla fue de 8.19 cm de LT.

Con relación a los intervalos de clase y con respecto a la población total, se observa que esta se encuentra concentrada en los intervalos 3 a 7, sumando un 86%; los ♂´s presentan dos modas en los intervalos 3 y 4 sumando un 18.38% y 6 y 7 sumando el 17.98%; en el caso de las ♀´s, estas están concentradas en los intervalos 3 a 7 sumando 44.54%y dentro de estas, las ♀Ov´s, los intervalos donde se concentran es del 4 al 8 con un 5.93% de la población total.

Los callianásidos se caracterizan por poseer un *status* de endemismo diferenciado, es decir, debido a la combinación de factores como la retención de larvas dentro o cerca de las madrigueras y un desarrollo abreviado de las mismas (Ziebis *et al*., 1996), las poblaciones presentan un aislamiento de tipo local, sin embargo, en distintos trabajos, se ha observado que la densidad poblacional varia de manera temporal por factores ambientales como temperatura, tipo de sedimento y fotoperiodo (Antezana *et al*., 1995) que se presentan en torno a la localidad donde se han asentado (Yaldwyn y Wear. 1970; Felder, 1979; Nates *et al*., 1997; Abed-Navandi y Dworschak, 2005; Hernáez *et al*., 2007; 2008).

Con base en los resultados obtenidos, se puede asumir que *C. islagrande* presenta una reproducción continua durante el ciclo anual, ya que en todas las fechas de colecta se observaron hembras ovígeras con proporciones sexuales que varían ligeramente en cada una de las épocas del año, observándose meses con una mayor captura como son: enero, julio y octubre de 2012, y repitiendo en julio y octubre de 2013; las poblaciones de ambos sexos tienen su mayor captura más o menos en las mismas fechas, sin embargo, esto no sucede cuando se revisa el subconjunto de las ♀Ov, ya que estas solo representan el 6.10 % de la población total, para 2012 se colectaron únicamente tres, una por mes que corresponden a abril, septiembre y noviembre; para el año 2013, la captura aumento a 29 organismos: junio con 11 organismos; julio con 12 y agosto con 6; finalmente para el año 2014 el mes en el que se capturaron un mayor número de ♀Ov´s fue octubre con 24 organismos. En estudios realizados para el Género *Callichirus*, Hernáez *et al*. (2007), lograron una captura anual de 716 organismos de *C. seilacheri*, el 43.3% de la colecta total fueron hembras y las ovígeras estuvieron presentes entre marzo y septiembre con un pico en el mes de Junio en donde éstas representaron el 61.1%, mientras que Peiró *et al*. (2014), capturaron un total de 164 organismos de *C. major* en las costas de Brasil con un 15.2% de ♀Ov´s.

Ambos trabajos indican que las especies presentan una reproducción anual continua, pese a que el número de ♀Ov´s es muy baja en el trabajo de Peiró en 2014, sin embargo, ese valor es superior a lo observado en nuestra colecta que solo es del 6.10%. Hernáez *et al*. (2008), argumentan que en poblaciones de camarones fantasma, las ♀Ov´s constituyen una proporción muy baja del número total de organismos colectados, debido posiblemente a que estas se encuentran ubicadas en la parte más profunda de la madriguera, por lo que suele ser difícil capturarlas con el mismo método de muestreo utilizado, por otro lado, existen factores que pueden influir en la ocurrencia de hembras ovígeras como el escenario que muestra la madriguera que dificulta el encuentro entre hembras y machos, o bien las condiciones ambientales locales, particularmente la temperatura (Bauer, 1992; Lardies y Castilla, 2001).

Como se ha mencionado con anterioridad y con relación a las fechas de colecta, los meses en donde se observa un mayor número de organismos es en julio, octubre, enero de 2012 y julio y octubre de 2013, sin embargo esto podría ser atribuido a cuestiones propias de la colecta por un mayor esfuerzo de captura, más allá de un efecto biológico o ambiental, sin embargo, independiente de la fecha de colecta, las proporciones obtenidas en los tres subconjuntos son constantes, lo que demuestra que la población tiene una estructura poblacional estable durante todo el ciclo anual.

Con respecto a las tallas, la existencia de dos modas marcadas para toda la población, como se mostró en las figuras 11 y 12, muestra que las hembras tienen una distribución más homogénea en los intervalos de clase en comparación con la distribución que observan los machos.

Por otro lado, en el subgrupo de las hembras, estas necesitan alcanzar una talla de 3.41 cm de LT para comenzar con los eventos de reproducción; para el caso de los machos, necesitan alcanzar una talla mínima para ser reproductores la cual consideramos que debe ser parecida a la de las hembras, se ha observado que al alcanzar etapas adultas, estos comienzan con el desarrollo de caracteres principalmente de tipo sexual (Nates y Felder, 1999; Hernáez *et al*., 2007), un ejemplo de esto, son las quelas que en algunas especies de camarón fantasma muestran ornamentaciones de manera peculiar en la quela mayor, aspecto que podría ser considerado para suponer la maduración sexual, sin embargo, para poder establecer con mayor precisión la madurez sexual es necesario el desarrollo de estudios histológicos, y así determinar el inicio de madurez sexual de los organismos (Kausky, 1982; Johnson *et al*., 2001).

Al realizar una comparación de los subconjuntos de ♂`s y ♀`s, se puede apreciar que ambos subconjuntos se presentan en los intervalos de clase con tallas similares, sin embargo, las hembras adultas alcanzan tallas ligeramente mayores, ya que mientras los machos alcanzan tallas máximas de 6.7 cm de LT, las hembras alcanzan los 7.524 cm de LT.

Para el caso específico de las hembras ovígeras, estas se encuentran entre los 3.41 y 7.52 cm de LT; tendencias similares son observadas en especies del Género *Callichirus*, Hernáez *et al*. (2007), mencionan que la madurez sexual en *C. seilacheri*, inicia en tallas de 2.08 cm de largo del caparazón (LC) en machos y 1.81 cm CL (largo del caparazón) para las hembras, mientras que para el caso de *C. major*, los machos alcanzan su madurez sexual a un tamaño de 1.185 cm DO (ovalo dorsal) Peiró *et al*. (2014), teniendo la hembras ovígera más pequeña con 1.03 cm, para el caso de las hembras sin embriones la medida de primer maduración sexual fue de 1.85 cm.

Con respecto a los análisis de fecundidad, un gran número de especies de crustáceos presentan una correlación positiva entre el número de embriones y alguna medida corporal (Sastry, 1983); en este sentido, *C. islagrande* no es la excepción, ya que existe una relación positiva entre LT y el número de embriones presentes entre los pleópodos; en este trabajo, se obtuvo una R2=0.84, es decir, existe una relación directa en donde es posible explicar el 84% de los casos analizados en esta ocasión; esta tendencia coincide con trabajos no solo del Género *Callichirus* (Hernáez *et al.*, 2008), sino también para otras especies de decápodos (Mantelatto y García, 1999;

Terossi *et al.*, 2010; Peiró *et al*., 2011).

Como lo menciona la literatura (Lardies y Wehrtmann, 1996; Wehrtmann y Baez. 1997; Hernáez, 2001; Hernáez *et al*., 2007; Turra y Pereira, 2001; Hernáez *et al*., 2008), el análisis de fecundidad se realiza con embriones en fase de desarrollo I, como lo muestra el estudio de Mantelatto y García (1999), debido a que es la etapa temprana, son considerados los embriones que están recién fecundados y el vitelo ocupa al menos el 75% del volumen, Peiró *et al.* (2014), menciona la técnica que fue tomada de Boolootian *et al.* (1959), con la finalidad de realizar el estudio de fecundidad con embriones en fase l, no solo son las características que presentan, tiene que ver con que en esta etapa de desarrollo los datos que se obtienen tienen una mayor fidelidad, puesto que la pérdida de estos no se ha presentado o es mínima. En este trabajo, se analizó la relación que existe entre el número de embriones *vs* LT de la hembra tanto en fase de desarrollo I como en fase de desarrollo II, encontrando valores de 11 organismos para la Fase I y de 48 organismos para la Fase II; como se puede observar, ambas pendientes son muy parecidas, en la fase de desarrollo I se tiene como resultado una R2= 0.838; #Em= 479.47\*LT), indicando que es posible explicar un 83.8% de los casos analizados en este trabajo y se observa un incremento de 479.47 embriones por cada unidad de LT (cm) que aumenta la hembra, mientras que para la fase de desarrollo II se tiene una R2= 0.855, #Em= 471. 32\*LT, en donde es posible explicar la relación de un 85.5% de los casos, y presentándose un incremento de 471.32 embriones por cada unidad de LT (cm), motivo por el cual tenemos que considerar que en particular para C. *islagrande*, puede hacerse el análisis de fecundidad con ambos estadios de desarrollo, la diferencia entre los valores de las R de las dos fases no supera el 2%.

Con respecto a la relación que guarda el diámetro de los embriones en la fase de desarrollo I *vs* LT de la hembra, esta es positiva con un valor de R2= 0,99, es decir, la relación que se observa entre estas variables es directa y explica prácticamente el 100% de las observaciones; mientras que el valor de Y es igual a 0.08\*LT, explicando que hay un incremento de 0.08 mm en el diámetro por cada unidad de LT (cm).

En cuanto al análisis granulométrico que se realizó para este estudio, se observó que prácticamente todo la galería presenta un tipo de arenas finas. Se sabe relativamente poco acerca de la composición de las galerías a excepción de su arquitectura, sin embargo, si se tienen estudios que hablan acerca de la dinámica que existe dentro de ella, puesto que estos decápodos dependen de la autoconstrucción de dichas galerías, esto con la finalidad de cubrir una gran cantidad de necesidades, entre ellas: refugio contra depredadores, protección contra las condiciones ambientales, apareamiento, alimentación (Griffis y Suchanek, 1991; Felder, 2000).

Griffis y Suchanek (1991), realizaron la descripción de seis tipos de madrigueras formadas por los camarones fantasmas, se mencionó el tipo de sedimento que se encontraba asociado a la galería, en donde se encontraron sedimentos de grano fino en donde la estructuración del entorno se componía de sedimentos blandos, justo como se observa en este estudio, de igual forma se observó que existía una correlación negativa entre la deposición del sedimento vs la supervivencia y el crecimiento de la especie. Los estudios de la morfología de la madriguera tienen mucho potencial, ya que aún quedan muchas preguntas por resolver con relación: morfología funcional de las madrigueras, la evolución de la madriguera con respecto al comportamiento del organismo y la evolución de los niveles tróficos dentro de la especie.

**Conclusiones.**

1. El estudio sobre la distribución y el tamaño poblacional de *Callichirus islagrande*, indica que dicha especie tiene una reproducción continua durante el ciclo anual.
2. La población de *C. islagrande* en la Laguna de Tamiahua, Veracruz, está compuesta por un total de 47.19% de machos y 52.78% de hembras, teniendo una proporción de sexual de 1:1.119 (Machos: Hembras); a su vez, el subconjunto de hembras se dividió, obteniendo un 46.68% de hembras no ovígeras y un 6.10% de hembras ovígeras.
3. Los meses con un mayor número de captura fueron julio, octubre y enero de 2012 y julio y octubre de 2013; lo cual indica que hay un ciclo anual debido a que, en los mismos meses de éste, se observa una cantidad similar de organismos.
4. Para el caso de las hembras, la talla mínima de maduración sexual para *C. islagrande*, es de 3.41 cm de LT y una talla máxima de 7.524 cm de LT; para el caso de los machos, probablemente son sexualmente maduros en las mismas tallas que las hembras ovígeras.
5. Dentro de los intervalos de clase, se observa que la población de machos, tiene una estructura bimodal, mientras que de los subconjuntos de hembras no ovígeras y hembras ovígeras, presentan una distribución unimodal, es decir, presentan una distribución más homogénea.
6. Se encontró una relación positiva entre talla y número de embriones que se ajusta para el 84.32% de los casos de hembras ovígeras y un aumento de 17.81 embriones por cada centímetro de aumento en LT, es decir, a mayor talla de las hembras, se observa una mayor cantidad de embriones puestos entre los pleópodos.
7. La escasa densidad de hembras ovígeras podría estar asociada a una baja densidad poblacional, sin embargo, para este estudio, se puede hacer referencia al poco esfuerzo de muestreo al momento del uso de la bomba o a la ubicación, muy dentro de la galería por parte de las hembras.

**Recomendaciones**.

1. Realizar un estudio para examinar los conductos deferentes para espermatóforos junto con experimentos de reproducción de laboratorio, ya que se ha observado que dicho examen ha sido útil para determinar la talla de madurez fisiológica para machos, mientras que los experimentos de reproducción controlada son fundamentales para determinar el número de hembras que un macho puede fertilizar (Paul, 1992), posteriormente:
2. Realizar trabajos de histología corroborando la madurez sexual con respecto a lo observado en el estudio, principalmente con respecto a los embriones puestos entre los pleópodos y particularmente para determinar la talla de la maduración sexual en machos.
3. Realizar colectas con un mayor esfuerzo de muestreo tratando de obtener un mayor número de hembras ovígeras para su análisis, considerando que posiblemente se necesiten bombas de mayor tamaño.
4. Realizar estudios relacionados con la sedimentología que pueda explicar el ambiente en donde se encuentra *C. islagrande*, y ofrecer un aporte para entender la arquitectura de la madriguera con respecto a la biología del organismo.

**Literatura consultada.**

Abed-Navandi, D. and P. C. Dworschak. 2005. Food sources of tropical thalassinidean shrimps: a stable- isotope study. Marine Ecology Progress Series. 291: 159-168.

Álvarez, F., J. L. Villalobos, M. E. Hendrickx, E. Escobar- Briones, G. Rodríguez- Almaraz y E. Campos. 2014. Biodiversidad de crustáceos decápodos (Crustacea: Decapoda) en México. Revista Mexicana de Biodiversidad, Suplemento 85: S208-S219.

Antezana, T., E. Fagetti y M. T. López. 1965. Observaciones biológicas en decápodos comunes de Valparaíso. Revista Biología Marina, 12(1-3): 1- 60.

Arenas, V. 2000. Fauna carcinologíca de México, Crustáceos estomatópodos y decápodos del Gólfo de México, Río Bravo, Tamaulipas a Cabo Catoche, Q. Roo. Informe final del Proyecto, HO22. 1-6.

Armendáriz, C. and R.V. Becerra, 2007. Fecundity of *Uca uruguayensis* and *Chasmagnathus granulatus* (Decapoda, Brachyura) from the “Refugio de Vida Silvestre” Bahía Samborombón, Argentina. Braz. Journal Biology. 67(4): 749-753.

Astall, C. A., A. C. Taylor and R. J. A. Atkinson. 1997. Behavioural and physiological implications of a burrow- dwelling lifestyle for two species of Upogebiid mud-shrimp (Crustacea: Thalassinidea). Estuarine Coastal and Shelf. 44: 155-168.

Ayón, P. M., M. E. Hendrickx, E. Ríos-Jara and J. Salgado-Barragán. 2014. Records of mud shrimps (Crustacea: Decapoda: Axiidea and Gebiidea) from Pacific Mexico, Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom, Marine Biological Association of the United Kingdom. 94(2): 369-388.

Bauer, R. T. 1992. Testing generalizations about latitudinal variation in reproduction and recruitment patterns with sicyoniid and caridean shrimp species. Invertebrate Reproduction and Development 22: 193-202.

Berkenbush, K. and A. A. Rowden. 2000. Latitudinal variation in the reproductive biology of the burrowing ghost shrimp *Callianasa filholi* (Decapoda: Thalassinidea), Marine Biology. 136: 497-504.

Biffar, T. A. 1971. The genus *Callianassa* (Crustacea, Decapoda, Thalassinidea) in south Florida, with keys to the Western Atlantic species. Bulletin of Marine Science. 21(3): 637-715.

Bilodeau, L. A., D. L. Felder and J. E. Nelgel. 2005. Multiple paternity in the thalassinidean ghost shrimp *Callichirus islagrande* (Crustacea: Decapoda: Callianassidae). Marine Biology. 146: 381-385.

Boolootian, R. A., A. C. Giese, A. Farmanfarmain and J. Tucker. 1959. Reproductive cycles of five west coast crabs. Physiological Zoology. 32: 213-220.

Borradaile, L. A. 1903. On the classification of the Thalassinidea. Annals and Magazine of Natural History. (series 7) 12: 535–551.

Bott, R. 1955. Litorale Dekapoden, ausser Cca. Dekapoden (Crustacea) aus El Salvador, 2. Senckenbergiana biologica. 36(1/2): 45-70.

Brusca, R. C. and G. J. Brusca. 2003. Invertebrates 2da ed. Sinauer Associates, Inc., Sunderland, Mass. 936 p.

Cabrera, P. J., M.P. Quesada, M.U. Hernández, O.S. Vargas y R. A. Hidalgo. 2001. Tallas y fecundidad de *Juxtafabia muliniarum* (Brachyura: Pinnotheridae) asociado con *Saccostrea palmula* (Bivalvia: Ostreidae), Costa Rica. Revista de Biología Tropical. 49(3-4): 889-894.

Chazaro, O. S., A. Rocha-Ramirez and R. Román-Contreras. 2000. Observations on feeding, maturity, and fecundity of *Callinectes similis* Williams, 1966, on the central continental shelf off Veracruz, Gulf of Mexico. Crustaceana 73(3): 323-332.

Carranza, E. A. y M.C. Chávez. 1994. Zonificación del perfil de playa. GeoUNAM, 2(2): 26-32. Publica tu obra. Universidad Nacional Autónoma de México. pp: 1-13.

Carranza, E. A. 2009. Causas y consecuencias de la erosion de playas. En: Yañez-Arancibia A. (Ed.). Impactos del cambio climático sobre la zona costera, Instituto de Ecología (INE-SEMARNAT). 37(A): 1-13.

Castañeda, L. O. y F. E. Contreras. 2001. Serie: Bibliografía comentada sobre ecosistemas costeros mexicanos. Centro de documentación ecosistemas litorales mexicanos. Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa. ISBN: 970- 654-912-9.

Clarke, A. and D. J. Gore. 1992. Egg size and composition *Ceratoselis* (Crustacea: Isopoda) from the Weddell Sea. Polar Biology. 12:129-134.

Coelho, V. R. and S. A. Rodrigues. 2001. Setal Diversity, trophic modes and functional morphology of feeding appendages of two callianassid shrimps, *Callichirus major* and *Sergio mirim* (Decapoda: Thalassinidea: Callianassidae). Journal of Natural History. 35:10, 1447-1483.

De Grave, S., N. D. Pentecheff, S.T. Ahyong, T. Y. Chan, K. A. Crandall, P. C. Dworschak, D. L. Felder, R. M. Feldmann, C. H. J. M. Fransen, L. Y. D. Goulding, R. Lemaitre, M. E. Y. Low, J. W. Martin, P. K. L. Ng, C. E. Schweitzer, S. H. Tan, D. Tshudy and R. Wetzer. 2009. A classification of living and fossil genera of decapod crustaceans. The Raffles Bulletin of Zoology. 21:1-109.

Dworschak, P.C. 2000. Global diversity in the Thalassinidea (Decapoda). Journal Crustacean Biology. 20: 238-245.

Dworschak, P. C. 2005. Global diversity in the Thalassinidea (Decapoda) an update (1998-2004). Nauplius. 13(1): 57-63.

Dworschak, P. C. 2005. A new species of Eucallias Manning y Felder, 1991. (Decapoda: Callianassidae) from the Red Sea. Proceedings of the Biological Society of Washington. 118(1): 209-217.

Dworschak, P. C., H. Koller and D. A. Navand. 2006. Burrow structure, burrowing and feeding behaviour of *Corallianassa longiventris* and *Pestarella tyrrhen* (Crustacea, Thalassinidea, Callianassidae). Marine Biology. 148: 1369-1382.

Dworschak, P. C., D. L. Felder and C. C. Tudge. 2012. Infraorders Axiidea de Saint Laurent, 1979 and Gebiidea de Saint Laurent, 1979 (Formerly known collectively as Thalassinidea). In F. R. Schram and J. C. Von Vaupel Klein (Eds) Treatise on Zoology, Anatomy, Taxonomy, Biology: Crustaceana. 9B (69): 109-219.

FAO. 1988. Soil map of the world. Revised legend, by FAP-UNESCO-ISRIC. World Soil Resources Report No. 60. Rome. ISBN: 92-5-1003022-7. 146 Pp.

Felder, D. L. 1979. Respiratory adaptations of the stuarine mud shrimp, *Callianassa jamaicense* (Schmitt, 1935) (Crustacea, Decapoda, Thalassinidea). Biological Bulletin of the Marine Biological. 157: 125-138.

Felder, D. L. y J. L. Staton. 2000. *Lepidophthalmus manningi*, a new ghost shrimp from the southwestern Gulf of Mexico (Decapoda: Thalassinidea: Callianasidae). Journal of Crustacean Biology 20(2): 170-181.

Franzoso, A. and F. L. M. Mantelatto, 1998. Population structure and reproductive period of the tropical hermit crab *Calcinus tibicen* (Decapoda: Diogenidae) in the region of Ubatuba, São Paulo, Brazil. Journal Crustacean Biology. 18: 738-745.

Folk, R. L. and W. C. Ward. 1957. Brazos River bar: A study in the significance of grain size parameters. Journal Sedimentology Petrology. 27: 3-26.

García, G. M. 1976. Fecundidad del camarón café *Penaeus californiensis* y camarón azul *Penaeus stylirostris* de Puerto Peñasco y Guaymas, Sonora. Memorias del Simposio sobre Biología Poblacional de camarones. Instituto Nacional de la Pesca Guaymas Sonora, México. Pp: 131-139.

Granados, B. A., V. S. Weiss y R. G. B. Ramírez (eds). Métodos de Muestreo en la Investigación Oceanográfica. Posgrado en Ciencias del Mar y Limnología, UNAM, México. 448 p.

Griffis, R. B. and T. H. Suchanek. 1991. A model of burrow architecture and trophic modes in thalassinidean shrimp (Decapoda: Thalassinidea). Marine Ecology Progress Series. 79: 71-183.

Gurney, R. 1942. Larvae of decapod Crustacea. London: The Ray Society. Series 129: 1-312.

Heard, R. W., R. A. King, D. M. Knott, B. P. Thoma and S. Thornton De Víctor. 2007. A guide to the Thalassinidea (Crustacea: Malacostraca: Decapoda) of the South Atlantic Bight. *National Oceanic and Atmospheric Administration Professional Paper National Marine Fisheries Service.* Editorial Committee 4: 1-30.

Hernaéz, P. 2001. Producción y rendimiento reproductivo en *Petrolishes granulosus* (Decapoda: Anomura: Porcellanidea) en diferentes localidades del norte de Chile: una comparación latitudinal. Investigaciones Marinas, Valparaíso. 29(I): 73-81.

Hernáez, P. and M. A. Pinheiro. 2001. Production and reproductive output of four porcelain crab species from northern Chile. Nauplius. 9(1): 43- 52.

Hernáez P., S. Palma and I. S. Wehrtmann. 2007. Population biology of the burrowing shrimp *Callichirus seilacheri* (Decapoda: Callianassidae) in northern Chile. Revista Biol. Trop. 55 (1): 141-152.

Hernáez, P, S. Palma and I. S. Wehrtmann. 2008. Egg production of the burrowing shrimp *Callichirus seilacheri* (Bott 1955) (Decapoda, Callianassidae) in northern Chile. Helgoland Marine Research. 62: 351–356.

Hernández, A. J. L. 1998. On a Collection of thalassinids (Crustacea: Decapoda) from the Pacific coast of Mexico, with description of a new species of the genus *Biffarius*. Ciencias Marinas. 24(3):302-312.

Hérnandez, R., D. y E. Escobar. 2008. Distribución de los tanaidáceos (Malacostraca: Peracarida) del mar profundo en el sector oeste del Golfo de México. En Álvarez- Noguera, F. y G. A. Rodríguez- Almaraz. Crustáceos de México: Estado actual de su conocimiento. Universidad Autónoma de Nuevo León. México, ISBN 978-970-694-482-5, 522 p.

Herring, P. J. 1974. Size, density and lipid content of some decapod eggs. Deep-Sea. Res. 21: 91- 94.

Hill, A. D., A. C. Taylor and R. H. C. Strang. 1991. Physiological and metabolic response of the shore crab *Carcinus maenas* (L.) during environmental anoxia and subsequent recaery. Journal Experimental Marine Biology and Ecology. 150: 31-50.

Hines, H. A. 1988. Fecundity and reproductive output in two species of deep- sea crabs, *Geryon fenneri* and *G. quinquedens* (Decapoda: Brachyura). Journal of Crustacean Biology. 8(4): 557-562.

Hynes, H. B. N. 1954. The ecology of *Gammarus duebeni* Lilljeborg and its occurrence in freshwater in western Britain. Journal Animal Ecology. 23: 38–84.

Johnson, W. S., M. Stevens and L. Watling. 2011. Reproduction and development of marine peracaridans. Advances in Marine Biology, 39:105-260.

Jones, M. B. and M. J. Simons. 1983. Latitudinal variation in reproductive characteristics of a mud crab, *Helice crassa* (Grapsidae). Bulletin of Marine Science. 33(3): 656- 670.

Kausky, N. 1982. Quantitative studies on gonad cycle, fecundity, reproductive output and recruitment in a Baltic *Mytilus edulis* population. Marine Biology, 68(2):143-160.

Kensley, B. 1974. The genus *Callianassa* (Crustacea, Decapoda, Thalassinidea) from the west coast of South Africa with a key to the South African species. Annals of the South African Museum. 62(8): 265-278.

Lardies, M. and I. S. Wehrtmann. 1996. Aspects of the reproductive biology of *Petrolisthes laevigatus* (Guérin, 1835) (Decapoda, Anomura, Porcellanidae). Part I: Reproductive output and chemical composition of eggs during embryonic development. Archive of Fishery and Marine Research. 43(2):121-135.

Lardies, M. A., Castilla, J. C. 2001. Latitudinal variation in the reproductive biology the commensal crab *Pinnaxodes chilensis* (Decapoda: Pinnotheridae) along the Chilean coast. Marine Biology. 139:1125-1133.

Levitan, D. 1996. Predicting optimal and unique egg free-spawning marine invertebrates. Amer. Natural. 148(1): 174-188.

Lowery, T. A. and L. G. Tate. 1986. Effect of hipoxia on hemolymph lactate and behavior of the blue crab *Callinectes sapidus* (Rathbun) in the laboratory and field. Comparative Biochemistry and Physiology A. 85: 689- 692.

Luppi, T. A., C. C. Bass, E. D. Spivak, and K. Anger. 1997. Fecundity of two grapsid crab species in the Laguna Mar Chiquita, Argentina. Archive of Fishery and Marine Research. 45(2):149-166.

Manning, R. B. and D. L. Felder. 1991. Revision of the American Callianassidae (Crustacea: Decapoda: Thalassinidea). Proceedings of the Biological Society of Washington. 104: 764-794.

Manning, R. and D. L. Felder. 1986. The status of the callianassd Genus *Callichirus* Stimpson, 1866 (Crustacea: Decapoda: Thalassinidea) Proceedings of the Biological Society of Washington. 99(3): 437-443.

Mantelatto, F. L. and A. Fransozo. 1997. Fecundity of the crab *Callinectes ornatus* Ordway, 1863 (Decapoda, Brachyura, Portunidae) from the Ubatuba region, São Paulo, Brazil. Crustaceana. 70:214–226.

Mantelatto, F. L. and R. B. García 1999. Reproductive potential of the hermit crab *Calcinus tibicen* (Anomura) from Ubatuba, Sao Paulo, Brazil. Journal of Crustacean Biology. 19: 268-275.

Mantelatto, F. L. M., V. F. Alarcon and R. B. García. 2002. Egg production strategies of the tropical hermit crab *Paguristes tortugae* from Brazil. Journal of Crustacean Biology. 22(2): 390-397.

Martín, J. W. and G. E. Davis. 2001. An updated classification of the Recent Crustacea. Science Series 39, Natural History Museum of the Angeles County. 39: 1-124.

Nates, S. F., Felder, D. L., Lemaitre, R. 1997. Comparative larval development in two of the burrowing ghost shrimp genus *Lepidophthalmus* (Crustacea: Decapoda: Callianassidae). Journal Crustacea Biology, 17: 497-519.

Nates, S. F., Felder, D. L. 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.

Nickell, L. A., R. J. A. Atkinson and E. H. Pinn. 1998. Morphology of thalassinidean (Crustacea: Decapoda) mouthparts and pereiopods in the relation to feeding, ecology and groorning. Journal of Natural History. 32(5): 733-761.

Palma, S. y P. Arana. 1997. Aspectos reproductivos del langostino colorado (*Pleuroncodes monodon* H. Milne Edwards, 1837) frente a la costa de Concepción, Chile. Investigaciones Marinas Valparaíso. 25: 203-221.

Parra, M. J. C., S. Y. García, A. Ferrer, H. Severeyn. 2010. Aspectos reproductivos del camarón *Macrobrachium amazonicum* (Heller) en la zona de Nazaret, San Rafael de El Mojón, Lago de Maracaibo, Venezuela. Ciencia 2010; 16(4): 402-408.

Pinheiro, M. A. A. e A. Fransozo. 1995. Fecundidade de *Pachycheles haigae* Rodrigues da Costa, 1960 (Crustacea, Anomura, Porcellanidae) em Ubatuba (SP), Brasil. Revista Brasileira de Biologia. 55: 623–631.

Paul, J. A. 1992. A review of size at maturity in male Tanner (*Chionoecetes bairdi*) and King (*Paralithodes camtschaticus*) crabs and the methods used to determine maturity. American Zoologist. 32(3):534-540.

Peiró, D. F., P. R. Pezzuto and F. L. Mantelatto. 2011. Relative growth and sexual dimorphism of *Austinixa aidae* (Brachyura: Pinotheridae): a symbiont of the ghost shrimp *Callichirus major* from the southwestern Atlantic. Latin American Journal of Aquatic Research. 39:261-270.

Peiró, D. F., I. S Wehrtmann and F. L. Mantelatto. 2014. Reproductive strategy of the ghost shrimp *Callichirus major* (Crustacea: Axiidea: Callianassidae) from the south western Atlantic: sexual maturity of females, fecundity, egg features and reproductive output. Invertebrate Reproduction and Development. 58(4):294-305.

Poore, G. 1994. A phylogeny of the Families of Thalassinidea (Crustacea Decapoda) with keys to families and genera. Memoirs of the Museum of Victoria. 54: 79-120.

Posey, M. H. 1986. Changes in a benthic community associated with dense beds of a burrowing deposit feeder *Callianassa califoniensis*. Marine Ecology Progress Series. 31: 15–22.

Pritchard, A. W. and S. Eddy. 1979. Lactate formation in *Callianassa californiensis* and *Upogebia pugettensis*. Marine Biology. 50: 249- 253.

Reséndez, M. A. 1970. Estudio de los peces de la Laguna de Tamiahua, Veracruz, México. Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. Serie de Ciencias del Mar. 1:19-146.

Rodrigues, S. A. y R. M. Shimizu. 1997. Autoecología de *Callichirus major* (Say, 1818). Oecología Brasiliensis 3: 155-170.

Rodríguez de la Cruz, M. C. 1981. Aspectos pesqueros del camarón de alta mar en el Pacífico mexicano. Ciencia pesquera. 1(2): 1-19.

Saint Laurent, M. 1974. Sur la systematique et la phylogenie des Thalassinidea: Definition des families des Callianassidae et des Upogebiidae et diagnose de cinq genres nouveaux (Crustacea Decapoda). Compte rendus Academic des Sciences, Paris. 277:513-516.

Saint Laurent, M. 1979. On the classification and phylogeny of the Thalassinidea: definition of the superfamily Axioidea of the subfamily Thomassiniae and two new genera (Crustacea: Decapoda). Compte rendus Academic des Sciences, Paris. 288: 1395-1397.

Saint Laurent, M. et P. Le Loeuff. 1979. Campagnes de la Calypso au large des costes Atlantiques Africaines (1956 et 1959) (suite) 22. Crustaceals Dealcapodes Thalassinidea. Upogebiidae et Callianassidae. Realsultats Scientifiques des Campagnes de la Calypso. 11: 29–101.

Sakai, K. 2004. Plante’s collection of the families Callianassidae and Gourretiidae (Decapoda, Thalassinidea) from Madagascar, with the description of two new genera and one new species of the Gourretiidae Sakai, 1999 (new status) and two new species of the Callianassidae Dana, 1852. Crustaceana. 77: 553–602.

Sampedro, P. M., I. Fernández, J. Freire and E. González-Gurriarán. 1997. Fecundity and reproductive output of *Pisidia longicornis* (Decapoda, Anomura) in the Ría de Arousa (Galicia, New Spain). Crustaceana. 70(1): 95-110.

Sastry, A. N. 1983. Ecological aspects to reproduction. In: FJ. Vernberg and W. B. Vernberg (Eds). The Biology of Crustacea. Environmental adaptations. New York, Academic Press, Inc., pp. 179-270.

Say, T. 1818. An account of the Crustacea of the United States [Part 5]. Journal of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia. 1(2):235-253.

Schmitt, W. L. 1935. Mud shrimps of the Atlantic coast of North America. Smithsonian Miscellaneous Collections. 93(2): 1-21.

Scholnick, D. A. and G. K. Synder. 1996. Response of the tadpole shrimp *Triops longicaudatus* to hypoxia. Crustaceana. 69: 937-948.

Siqueira, B. S. L. and S. R. Munehisa. 2008. Reproductive Biology and functional maturity in females of *Aegla franca* (Decapoda: Anomura: Aeglidae). Journal of Crustacean Biology. 28(4): 652-662.Steachey, D. P. M. and K. M. Somers. 1995. Potential, realized and actual fecundity in the crayosh *Orconectes imunis* from Southwestern Ontario. Canadian Journal of Zoology. 73: 672-677.

Stimpson, W. 1866. Descriptions of new genera and species of macrurous Crustacea from the coasts of North America. Proceedings of the Chicago Academy of Sciences. 1: 46-48.

Strasser, K. M. and D. L. Felder. 2000. Larval development of the ghost shrimp *Callichirus islagrande* (Decapoda: Thalassinidea: Callianassidae) under laboratory conditions. Journal Crustacean Biology. 20: 100-117.

Swartz, R. C. 1978. Reproductive and molt cycles in the xanthid crab *Neopanope sayi.* Crustaceana. 34: 15-32.

Tamaki, A. and S. Miyabe. 2000. Larval Abundance patterns for three species of *Nihonotrypaea* (Decapoda: Thalassinidea: Callianassidae) along an estuary to open-sea gradient in western Kyushu, Japan. Journal of Crustacean Biology. 20 (Special number 2): 182-191.

Terossi, M., I. S. Wehrtmann and F. L. Mantelatto. 2010. Interpopulational comparison of reproduction of the Atlantic shrimp *Hyppolyte obliquimanus* (Caridea: Hyppolytidae). Journal Crustacean Biology. 30: 571-579.

Thatje, S. 2003. Review of the Thalassinidea (Crustacea: Decapoda) from Chile and Argentina. Anales Instituto Patagonia. Chile 31: 115–122.

Torres, J. J., D. J. Gluck and J. J. Childress. 1977. Activity and Physiological significance of the pleopods in the respiration of *Callianassa californiensis* (Dana) (Crustacea: Thalassinidea). The biological Bulletin. 152: 134-146.

Turra, A. and L. F. P. Pereira. 2001. Fecundity of three sympatric populations of hermit crabs (Decapoda, Anomura, Diogenidae). Crustaceana. 74(10): 1019-1027.

Tsang, L. M., Lin F. J., Chu K. H. and T. Y. Chan. 2008. Phylogeny of Thalassinidea (Crustacea, Decapoda) inferred from three rDNA sequences: implications for morphological evolution and superfamily classification. Journal of Zoological Systematics Evolution Reservation. 46(3): 216-223.

Wear, R. G. and J. C. Yaldwyn. 1996. Studies on Thalassinid Crustacea (Decapoda, Macrura, Reptantia) with a description of a New *Jaxea* from New Zealand and account of its larval development. Zoology Publications. Victoria University. Wellington 41: 1-27.

Wehrtmann, I. S. y P. Baez. 1997. Larvas y estadíos tempranos de desarrollo de crustáceos decápodos de Chile: descripciones publicadas. Investigaciones Marinas Valparaíso. 25: 263-276.

Wynberg, R. P. and G. M. Branch 1994. Disturbance associated with bait-collection for sandprawns (*Callianassa kraussi*) and mudprawns (*Upogebia africana*) long-term effects on the biota of intertidal sandflats. Journal of Marine Research. 52: 523-558.

Yaldwyn, J. C. and R. C. Wear. 1970. Preliminary description of a new burrowing mud-shrimp from eastern Australia (Crustacea, Macrura, Reptantia, Laomediidae). Australian Journal of Zoology. 15: 384-385.

Ziebis, W., M. Huettel, and S. Forster, 1996. Impact of biogenic sediment topography on oxygen fluxes in permeable seabeds. Marine Ecology Progress Series. 140: 227-237.