

Fecundidad de la medusa *Stomolophus meleagris* (Rhizostomeae: Stomolophidae) en el Golfo de California

Liliana Carvalho Saucedo^{2,1}, Juana López Martínez^{2*} & Federico García Domínguez¹

1. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, Av. Instituto Politécnico Nacional s/n, Col. Playa Palo de Santa Rita, La Paz, B.C.S. 23096, México; carvalholiliana@ymail.com, fdoming@ipn.mx
2. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste (CIBNOR), Mar Bermejo 195, Col. Playa Palo de Santa Rita, La Paz, B.C.S. 23090, México; jlopez04@cibnor.mx

* Correspondencia

Recibido 27-IX-2011. Corregido 10-IV-2012. Aceptado 16-V-2012.

Abstract: *Stomolophus meleagris* fecundity (Rhizostomeae: Stomolophidae) in the Gulf of California. The cannonball jellyfish *Stomolophus meleagris* is regarded as a fishery resource with high commercial value, but with scarce biological information. With the aim to generate preliminary information on reproductive aspects, the present study analyzes its fecundity, based on the estimated number of vitellogenic oocytes in the gonad; in addition, we evaluated its relationship with the jellyfish body length, diameter and wet weight; and we established the relationship of the gonadosomatic index (IGS) with the jellyfish diameter and length. For this, a total of 30 specimens were collected, measured and weighed in a monthly basis, in Las Guásimas lagoon from January to May 2006. In order to estimate the gonad volume, 60 mature females were analyzed and their gonads were extracted and stained with hematoxylin-eosin. Gonad images from histological preparations were analyzed and the number of vitellogenic and previtellogenic oocytes obtained. We used catch data from The Guásimas for population recruitment analysis, that was estimated with FISAT II. Among results, we found that fecundity increased with jellyfish length, diameter and total wet weight. The lower fecundity rates occurred on February and the highest during May (11 873 071 and 37 528 197 millions of vitellogenic oocytes per gonad, respectively). The IGS increased with length and diameter of the specimens, at its maximum value of 3.7% was observed in May. A continuous production of previtellogenic oocytes were observed during the full collection period. The maximum recruitment was observed in July and November (37.50% and 28.01% respectively). The high fecundity observed in *S. meleagris*, suggests a high population reproductive potential that may support the possibility of an important fishery consolidation on this jellyfish. Rev. Biol. Trop. 60 (4): 1721-1729. Epub 2012 December 01.

Key words: medusae, *Stomolophus meleagris*, cannonball, fecundity, Golfo de California, México.

Las medusas pertenecientes a la clase Scyphozoa han formado parte de la dieta humana de algunos países asiáticos desde hace 1 000 años. Sin embargo, además de alimento, se han utilizado también por sus propiedades curativas (Hsieh *et al.* 2001).

En México las frecuentes apariciones de la medusa comestible *Stomolophus meleagris* L. Agassiz 1862, en las costas de Sonora y Sinaloa, crearon el interés por iniciar la pesca de este recurso por su posibilidad de exportación a los

países asiáticos. Actualmente, en estos estados existe una pequeña industria pesquera dedicada a la captura de esta especie para exportación (López-Martínez & Álvarez-Tello 2008).

Las investigaciones existentes de *S. meleagris*, incluyen la descripción del ciclo de vida (Calder 1982), distribución y abundancia (Gómez-Aguirre 1991, Ocaña-Luna & Gómez-Aguirre 1999, Segura-Puertas *et al.* 2003), técnicas de captura y su importancia como recurso pesquero (Huang 1988, Omori & Nakano 2001,

Tunberg & Reed 2004), descripción de su ultraestructura ovárica (Eckelbarger & Larson 1992), análisis de la actividad proteolítica de proteínas en los tentáculos (Ramos-Puebla *et al.* 2009), biología reproductiva y su relación con la variación del contenido de proteínas y lípidos (triglicéridos y fosfolípidos) (Carvalho-Saucedo *et al.* 2010, Carvalho-Saucedo *et al.* 2011).

Como parte de su ciclo de vida *S. meleagris* presenta de manera temporal, crecimientos poblacionales masivos (en fase medusa), para luego desaparecer del lugar, situación que indica la etapa final de la fase medusoide (Holst *et al.* 2007). Por lo que, el estudio de la fecundidad y la incorporación de nuevas medusas resulta de suma importancia en el contexto del manejo pesquero. Sin embargo, a pesar de la importancia de *S. meleagris* como recurso potencial, a la fecha no existe ningún estudio sobre su fecundidad. Entre los métodos más empleados para evaluar la fecundidad están el método gravimétrico (Murua *et al.* 2003), el conteo directo de los huevos (Cabrera-Peña *et al.* 2001) y el conteo de ovocitos hidratados (Olney & McBride 2003). Estos métodos han sido aplicados a especies cuyos ovocitos pueden ser fácilmente separables. En el caso de las medusas, cuya gónada se desarrolla como una invaginación de la gastrodermis (Widersten 1965), es difícil separar los ovocitos de este tejido, por lo que el empleo de las técnicas tradicionales para conteo no son factibles con esta medusa. Por otro lado, se ha señalado que el índice gonadosomático en general se relaciona con el desarrollo gonadal y en algunas especies de peces como *Merluccius gayi* con el incremento en talla (Alarcón *et al.* 2004), por lo que puede ser empleado como un indicador de la condición reproductiva de una especie. Para *S. meleagris* actualmente no existen trabajos sobre este aspecto.

Debido a la importancia de la fecundidad en el contexto del manejo pesquero, el presente trabajo pretende analizar la fecundidad de la medusa *Stomolophus meleagris* en la laguna Las Guásimas (México), para estimar su

relación con algunas variables morfométricas y determinar el índice gonadosomático como un probable indicador reproductivo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los ejemplares fueron recolectados durante el periodo de ocurrencia de *Stomolophus meleagris* en la laguna costera Las Guásimas, localizada en Sonora, México entre los 27°49' - 27°55' N - 110°29' - 110°40' W de enero a mayo 2006. Para la captura de los animales se utilizó una red especial, conformada por un aro metálico de 5" de diámetro, montado en un mango de 2.0m de largo y una malla de 1cm de luz. Los organismos capturados fueron fijados en formol al 10% hasta su proceso en el laboratorio. Para estimar el volumen desplazado por la masa gonádica (compuesta por cuatro gónadas) se recolectaron 60 hembras entre 12.5 y 19.5cm de longitud (media de 15.06±0.4284cm) durante febrero y marzo 2006. Cada masa gonádica fue pesada e introducida en una probeta de vidrio de 250mL con 20mL de agua, y se anotó el volumen desplazado por las mismas. Con los valores de volumen desplazado y peso húmedo de la masa gonádica, se obtuvo la ecuación de regresión entre el peso húmedo y volumen desplazado. Posteriormente, las gónadas fueron secadas hasta obtener el peso seco y estos valores fueron empleados para obtener la ecuación de regresión de peso seco por volumen desplazado. La ecuación con el mayor ajuste (según de criterio el coeficiente de determinación), se empleó para estimar el volumen de la masa gonádica por organismo.

Adicionalmente, se recolectaron 30 ejemplares de *S. meleagris* por mes y se midió la longitud (del inicio de la campana hasta el final de los brazos orales), el diámetro de campana y peso húmedo total. Posteriormente, las gónadas fueron extraídas y deshidratadas con alcohol etílico, aclaradas con xileno e incluidas en parafina. De las gónadas se cortaron secciones transversales de 4µm de grosor y se tiñeron con hematoxilina-eosina (Humason 1979). Mediante la observación de las preparaciones histológicas se seleccionaron las hembras en estadio

de previtelogénesis avanzada y madurez. Por el método de conteo en una retícula (Padilla *et al.* 2001), se estimó el número de ovocitos previtelogénicos y vitelogénicos por imagen. En cada imagen de (0.49x0.66mm) se trazó una retícula de siete por nueve cuadros y 48 intersecciones. De cada hembra analizada, se emplearon tres imágenes para el conteo (dos como réplica). El volumen de la imagen (0.0013mm³) se calculó con la ecuación: $Vr=L1 \times L2 \times L3$, donde Vr =volumen de la imagen, $L1$ =altura de la imagen, $L2$ =longitud de la imagen y $L3$ =grosor de la imagen (corte histológico).

La fecundidad se estimó con la razón: $F=(Vg \times To)/Vr$, donde F =Fecundidad, Vg =Volumen total de la masa gonádica, To =Total de ovocitos vitelogénicos en la imagen y Vr =Volumen de la imagen. Por medio de un análisis de regresión se relacionó la fecundidad con la longitud, diámetro y peso húmedo total (Sokal & Rohlf 1981).

El índice gonadosomático (IGS) fue calculado mensualmente en hembras en estadios de previtelogénesis avanzada y madurez (empleadas para estimar fecundidad) de acuerdo a la ecuación: $IGS=(Peso \text{ de la gónada}/Peso \text{ total del cuerpo}) \times 100$ (Villalejo-Fuerte 1995). Así mismo, se obtuvo el IGS en todas las hembras (independientemente del estadio gonádico), al que se le aplicó un análisis de regresión para observar su relación con la longitud y diámetro de la campana.

Se estudiaron las variaciones mensuales de fecundidad e IGS por medio de un análisis de varianza de medias. Cuando las diferencias fueron significativas se aplicó una prueba *a posteriori* para comparación de medias (Tukey), con el programa STATISTICA (versión 6.1).

Adicionalmente se estimó el número de ovocitos previtelogénicos y la fecundidad por intervalos de longitud (de 0.5cm) en cada mes de recolecta. También, el patrón de reclutamiento; y con la finalidad de tener una mejor estimación de la población se emplearon datos de captura (n=1333) realizados en la laguna Las Guásimas de enero a mayo 2006. El reclutamiento se evaluó por medio de una subrutina del paquete computacional FISAT

II versión 1.1 (Gayanilo *et al.* 2005), que se basa en reconstruir los pulsos de reclutamiento a partir de datos de frecuencias de tallas y de esta manera determinar el número de pulsos por año y la fuerza relativa de estos. Debido a que la rutina para estimar reclutamiento del programa FISAT II, requiere de la estimación previa de t_0 se empleó la ecuación empírica de Pauly (1987).

RESULTADOS

El análisis de regresión de peso húmedo de la masa gonádica con el volumen desplazado, mostró una relación de tipo potencial de la siguiente forma: $Vd=4.704 (Wh)^{0.7415}$, $Vd = a(\text{peso húmedo de gónada})^b$ donde Vd es el volumen desplazado por la gónada, Wh es peso húmedo total, a y b son constantes ($y=ax^b$), con una $r = 0.955$. Por su parte, el análisis de regresión de peso seco de tejido gonadal con volumen desplazado, mostró una relación potencial de la siguiente forma: $Vd=25.515 (Wg)^{0.4940}$, donde Vd es el volumen desplazado de la masa gonádica, Wg es peso seco de tejido gonadal, a y b son constantes ($y=ax^b$), con una $r=0.931$. Como consecuencia de que el mejor ajuste se observó entre el volumen desplazado por la gónada y el peso húmedo de la misma, éste se empleó para estimar el volumen de la masa gonádica en el cálculo de fecundidad.

Del total de individuos evaluados, se encontró un total de 22 hembras en previtelogénesis avanzada y 34 en madurez, durante el período febrero a mayo. Al comparar la fecundidad con parámetros biométricos, ésta mostró un incremento con el aumento de la longitud, diámetro y peso húmedo total. La relación de la longitud (Lt) y la fecundidad fue exponencial ($y=ax^b$), donde $a=13955$ y $b=5735$, con una $r=0.891$ (Fig. 1A). De igual forma la fecundidad con el diámetro (D) presentaron una relación exponencial ($y=ax^b$), donde $a=3290$ y $b=5446$, con una $r=0.831$ (Fig. 1B). La relación entre la fecundidad y el peso húmedo total (Pt) fue lineal ($y = a+bx$), donde $a=-28384$ y $b=30737$, con una $r=0.817$ (Fig. 1C).

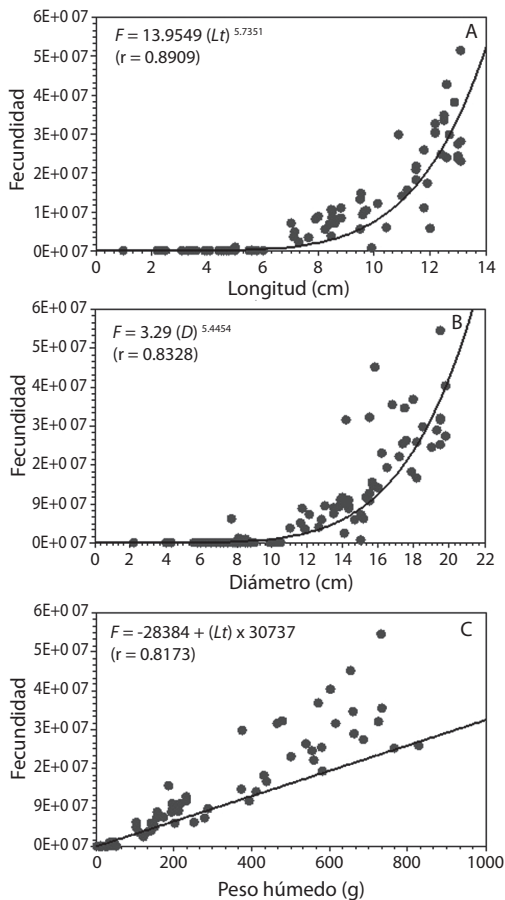


Fig. 1. Relación de la fecundidad (número de ovocitos vitelogénicos/gónada) con longitud (A), diámetro (B) y peso húmedo (C) de *Stomolophus meleagris*.
Fig. 1. Relation of fecundity (number of vitellogenic oocytes/gonad) with length (A), diameter (B) and wet weight (C) of *Stomolophus meleagris*.

Por otra parte, el IGS se incrementó con el aumento de la longitud y diámetro. La relación del IGS y la longitud fue lineal ($y=a+bx$), donde $a=0.0001$ y $b=0.256$, con una $r=0.788$ (Fig. 2A). De igual manera la relación del IGS y el diámetro fue lineal ($y=a+bx$), donde $a=0.000084$ y $b=0.160$, con una $r=0.786$ (Fig. 2B).

No se observaron hembras con madurez gonadal en enero. El menor valor de fecundidad se observó en febrero (11 873 071 millones

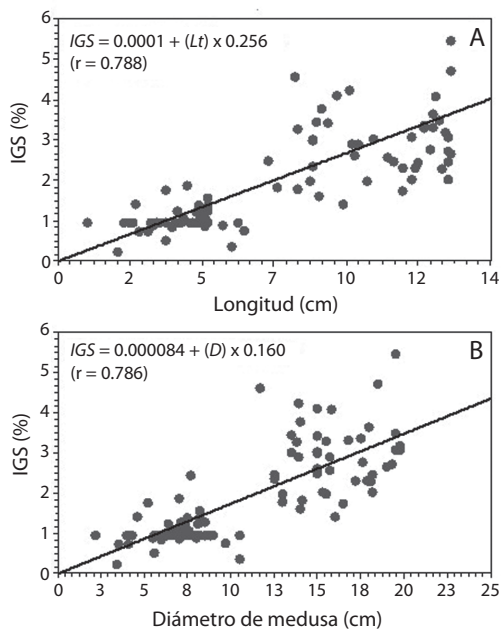


Fig. 2. Relación del IGS (%) con la longitud (A) y diámetro (B) de *Stomolophus meleagris*.
Fig. 2. Relation of IGS (%) with length (A) and diameter of *Stomolophus meleagris*.

de ovocitos vitelogénicos por gónada) con diferencias significativas en marzo, abril y mayo. El mayor valor de fecundidad ocurrió en mayo (37 528 197 millones de ovocitos vitelogénico por gónada) con diferencias significativas en febrero, abril y marzo (Fig. 3). El promedio de fecundidad durante todo el periodo reproductivo fue de 24 700 634 ovocitos vitelogénicos por gónada.

El IGS mensual mostró una tendencia similar a los valores mensuales de fecundidad. El menor IGS se observó en abril (2.4%) y fue significativamente diferente del mayor IGS (3.7%) observado en mayo (Fig. 3).

En febrero el número de ovocitos previtelogénicos por gónada fue mayor que la fecundidad (número de ovocitos vitelogénicos/gónada) en todos los intervalos de longitud. Se observó un aumento de la fecundidad con la longitud y la producción constante de ovocitos previtelogénicos de febrero a mayo. En longitudes

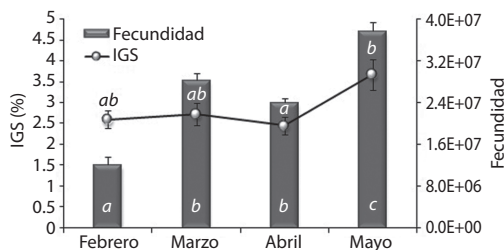


Fig. 3. Medias de fecundidad (número de ovocitos vitelogénicos/gónada) y medias de porcentaje del índice gonadosomático (IGS) de la medusa *Stomolophus meleagris*, durante el periodo febrero-mayo 2006. Medias con diferentes letras son significativamente diferentes (Prueba de Tukey, $p < 0.05$).

Fig. 3. Means of fecundity (number of vitellogenic oocytes/gonad) and means of percentage of gonadosomatic index (IGS) of jellyfish *Stomolophus meleagris*, during the period February-May 2006. Means with different letters are significantly different (Tukey's test, $p < 0.05$).

menores a 7cm, la cantidad de ovocitos previtelogénicos fue mayor que la de ovocitos vitelogénicos (Fig. 4).

Los valores de t_0 para la población a partir de la ecuación de Pauly (1987) fue de -0.0028. Se observó el inicio de reclutamiento en marzo, aunque con un bajo porcentaje de reclutas (0.01%). El valor máximo de reclutamiento (37.50%) ocurrió en julio. Después de este mes se observó una disminución del reclutamiento hasta octubre y un nuevo aumento en noviembre de 28.01% (Fig. 5).

DISCUSIÓN

Se ha sugerido que las medusas cuentan con una alta fecundidad (Boero *et al.* 2008), no obstante, hasta ahora son escasos los trabajos sobre el tema, a pesar que es una característica biológica que se ha empleado como un indicador del potencial reproductivo, para estimar el grado de reclutamiento en la población (Velázquez-Abunader *et al.* 2010). Los resultados obtenidos confirman que *S. meleagris* presenta una alta fecundidad con un promedio anual mayor a 24 700 634 millones de ovocitos

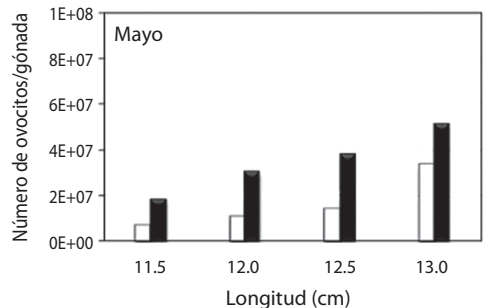
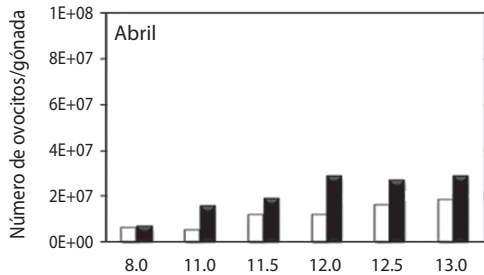
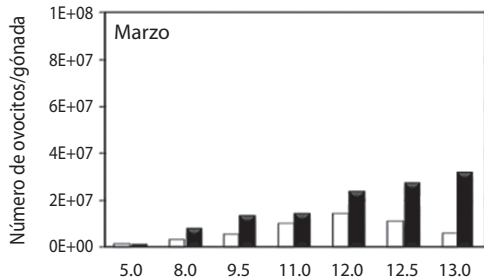
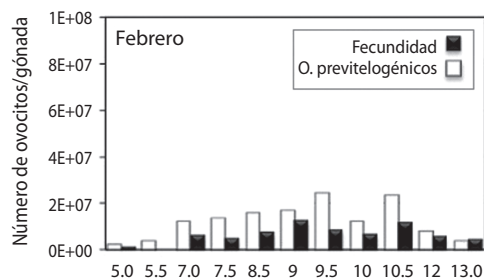


Fig. 4. Fecundidad (número de ovocitos vitelogénicos/gónada) y número de ovocitos previtelogénicos/gónada, durante el periodo de enero a mayo 2006. Intervalos de talla: 5cm.

Fig. 4. Fecundity (number of vitellogenic oocytes/gonad) and number of previtellogenic oocytes/gonad, during the period February-May 2006. The size interval was 0.5cm.

vitelogénicos por gónada. La gran disponibilidad de gametos susceptibles de ser fecundados, en conjunto con la gran abundancia de esta

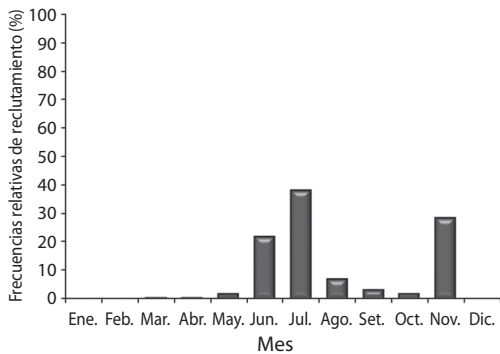


Fig. 5. Reclutamiento poblacional de *Stomolophus meleagris* en la laguna Las Guásimas, Sonora, México, durante 2006. Medusas ($n=1\ 333$).

Fig. 5. Population recruitment *Stomolophus meleagris* in the lagoon The Guásimas, Sonora, México, during 2006. Jellyfish ($n=1\ 333$).

especie en las zonas de captura, sugiere un alto potencial reproductivo, lo que junto con su gran demanda comercial (Huang 1988), sustenta la posibilidad de la consolidación de una importante pesquería de esta medusa.

La fecundidad puede o no presentar una relación con la talla dependiendo de la especie (Galinou-Mitsoudi & Sinis 1994, Velázquez-Abunader *et al.* 2010). Según lo encontrado en el presente estudio existe una relación de la fecundidad con longitud, diámetro y peso húmedo, de tal manera que las medusas más fecundas fueron las de mayor talla y peso. Aunque este resultado sugiere que la pesca de medusas grandes podría traer un impacto importante al reclutamiento de las mismas, otras características como la talla de primera madurez y la duración del periodo reproductivo pueden ser más determinantes en el resultado de la progenie. Por ejemplo, en *Aurelia aurita* se ha visto que la periodicidad del reclutamiento de las larvas plánulas, depende en gran medida del tiempo de permanencia de organismos sexualmente maduros (Lucas 2001). En *Nemopilema nomurai* se observó que los ejemplares heridos aceleraron la maduración gonádica independientemente de la talla (Ohtsu *et al.* 2007).

Por otro lado la relación obtenida entre el IGS y las tallas (longitud y diámetro de medusa), al igual que la fecundidad se incrementó con la talla; lo que significa que durante el crecimiento ocurrió un aumento en la proporción de la gónada y en el número de ovocitos. Aunque esta relación obtenida en *S. meleagris* no ha sido reportada en otros trabajos, en algunos peces como *Hymenocephalus italicus*, *Nezumia sclerorhynchus* y *Coelorhynchus coelorhynchus* se ha encontrado que el IGS presenta un aumento significativo con la talla (D'Onghia *et al.* 1999). La coincidencia del IGS con la fecundidad y la ocurrencia de su relación con la talla, indican que el IGS puede ser considerado como un indicador de la condición reproductiva de *S. meleagris*. Además, la disminución de la fecundidad en abril, incluso en las medusas de mayor talla, coincidió con la disminución del IGS. Esto se ha reportado también en las medusas *Aurelia aurita* y *Olindias sambaquiensis*, donde el decremento del índice gonadosomático estuvo relacionado con la liberación de gametos (Lucas & Lawes 1998, Chiaverano *et al.* 2004). De aquí que la disminución de las medias de fecundidad y IGS en el mes de abril se pueden explicar como un efecto del desove.

Por otra parte, la mayor fecundidad observada en mayo coincidió con lo reportado *S. meleagris* por Carvalho-Saucedo *et al.* 2010, donde en mayo 2005 se observó la mayor cantidad de triglicéridos (principal fuente de almacenamiento en los ovocitos). Esto indica que en mayo las hembras presentaron una mejor condición fisiológica y de reservas energéticas, que contribuyen con un mejor crecimiento y producción de ovocitos, lo que conlleva a una mayor sobrevivencia larvaria. Al respecto Eckelbarger & Larson 1988, señalan que en *A. aurita* la acumulación de lípidos durante la vitelogenénesis depende de la disponibilidad y calidad de alimento; por su parte Lucas & Lawes 1998 en la misma especie, mencionan que la temperatura y la disponibilidad de alimento pueden influir en el número de huevos producidos, así como en la calidad de los mismos. En Las Guásimas, Sonora, México durante 2006,

se reportó un aumento de clorofila *a* de enero a abril 2006 (Carvalho-Saucedo *et al.* 2011); esto y el notable incremento de fecundidad e IGS de enero a mayo, sugieren la previa acumulación de reservas energéticas durante el desarrollo gonadal de *S. meleagris*, así como, la importancia de la disponibilidad de alimento para un mayor desempeño reproductivo.

Las técnicas para la determinación de fecundidad son diversas (Murua *et al.* 2003, Kang *et al.* 2003), pero en la mayoría de ellas no es posible diferenciar entre ovocitos previtelogénicos y vitelogénicos, siendo estos últimos los de mayor importancia para la estimación de fecundidad, ya que son aquellos potencialmente fertilizados (Kang *et al.* 2003).

La ventaja de la metodología para la determinación de la fecundidad planteada en el presente estudio, fue la posibilidad de evaluar independientemente la cantidad de ovocitos vitelogénicos y previtelogénicos en toda la gónada. De esta forma se observó la presencia de ovocitos previtelogénicos en todos los intervalos de longitud durante febrero, que es una clara señal del inicio de la gametogénesis; posteriormente, se incrementaron los ovocitos vitelogénicos (marzo-mayo) como resultado del avance de la maduración gonadal. Adicionalmente, se observó la presencia constante de ovocitos previtelogénicos durante el periodo reproductivo, sugiriendo el reemplazo de ovocitos vitelogénicos al ser desovados y por lo tanto, un reclutamiento continuo. Lo anterior coincide con lo reportado por Carvalho-Saucedo *et al.* (2010) en *S. meleagris* en la laguna Las Guásimas (Sonora), donde en febrero ocurre el inicio del desarrollo gonadal tras un incremento en abril y mayo, los autores agregan que esta especie presenta una gametogénesis continua durante su permanencia en la zona. Por esto, la presencia de ovocitos previtelogénicos a lo largo del periodo de recolecta, es un indicador de una activa gametogénesis que da lugar a una amplio periodo de desove e incrementa las posibilidades de descendencia de *S. meleagris*. Este comportamiento de desoves prolongados ya ha sido reportado en otras medusas Scyphozoa en el medio natural (Eckelbarger & Larson

1992) y en laboratorio (Morandini & Da Silveira 2001). También se ha visto en otras especies, como en el pez *Chirostoma humboldtianum*, el cual mantiene el proceso de la vitelogénesis en la gónada durante la liberación de ovocitos vitelogénicos, de esta forma puede presentar una prolongada temporada de desove (Blancas-Arroyo *et al.* 2008).

El análisis de reclutamiento de la población mostró reclutas de marzo a noviembre sin embargo, la presencia de medusas en la zona finalizó en mayo. Lo que indica que los resultados de reclutamiento muestran el nacimiento de pólipos (no de medusas) a partir de julio. Al llegar noviembre los pólipos dieron lugar a larvas éfiras para la generación de nuevas medusas, observadas comúnmente en la zona a principios de año. Aunque en este trabajo no se evaluó la fase pólipo, los resultados de reclutamiento coinciden con lo reportado por Lucas (2001), donde las máximas densidades de pólipos de *A. aurita* ocurrieron después del reclutamiento de plánulas (entre julio y octubre), mientras que en octubre y noviembre se registraron las máximas abundancias de larvas éfiras (larvas de medusa).

En conclusión, la medusa *S. meleagris* es una especie de altas tasas de fecundidad, que durante su permanencia en la laguna Las Guásimas presenta una continua gametogénesis y cuyas características morfométricas están relacionadas con la fecundidad y el índice gonadosomático, el cual puede ser considerado como un indicador de su estado reproductivo. Y que cuenta con dos periodos de reclutamiento en Las Guásimas. Lo que la hace una especie con un gran potencial como recurso pesquero.

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación fue financiada con los proyectos del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. clave interna 920 y de CONACYT Ciencia Básica 038-C, se agradece al Laboratorio de Pesquerías de la Unidad Sonora (CIBNOR), especialmente a Eloisa Herrera, Rufino Morales y Jesús Padilla;

a Ma. Carmen Rodríguez y Eulalia Meza C. del laboratorio de análisis histológicos (CIBNOR).

RESUMEN

La medusa *Stomolophus meleagris* es considerada un recurso pesquero de alto valor comercial. Debido a la relevancia de conocer aspectos de importancia biológica actualmente desconocidos, el presente trabajo analiza la fecundidad con base en la estimación del número de ovocitos vitelogénicos en la gónada; su relación con la longitud, diámetro y peso húmedo; y la relación del índice gonadosomático (IGS) con su diámetro y longitud. De enero a mayo 2006 se recolectaron 30 ejemplares mensuales que fueron medidos y pesados, de los cuales se analizaron 60 hembras maduras para calcular el volumen de sus gónadas. Se extrajeron las gónadas, se tiñeron con hematoxilina-eosina y se seleccionaron las hembras con madurez gonadal. Mediante la digitalización de imágenes se estimó el número de ovocitos vitelogénicos y previtelogénicos. Se emplearon datos de captura en Las Guásimas para el análisis de reclutamiento poblacional, estimado con FISAT II. La fecundidad se incrementó con la longitud, el diámetro y el peso húmedo total. La menor fecundidad se observó en febrero y la mayor en mayo (11 873 071 y 37 528 197 millones de ovocitos vitelogénico por gónada, respectivamente). El IGS se incrementó con la longitud y diámetro de los ejemplares, con su máximo en mayo de 3.7%. Se observó una producción continua de ovocitos previtelogénicos en todo el periodo de recolecta. El máximo reclutamiento se observó en julio y noviembre (37.50% y 28.01% respectivamente). La alta fecundidad encontrada en *S. meleagris* sugiere un alto potencial reproductivo para la población y sustenta la posibilidad de la consolidación de una importante pesquería de esta medusa.

Palabras clave: medusa, *Stomolophus meleagris*, bola de cañón, fecundidad, Golfo de California, México.

REFERENCIAS

- Alarcón, C., L. Cubillos & C. Oyarzun. 2004. Influence of female size on the duration and intensity of the reproductive activity of *Merluccius gayi gayi* off central-south Chile. *Invest. Mar. Valparaíso* 32(2): 59-69.
- Blancas-Arroyo, A.G., I. Barriga-Sosa, T. Morato-Cartagena, C.M. Romero-Ramírez & J.L. Arredondo-Figueroa. 2008. Desarrollo ovárico y su relación con las concentraciones séricas de 17 β -estradiol y 17 α -hidroxi-4-pregnen-3-ona en hembras de primera maduración de pez blanco, *Chirostoma humboldtianum* (Atheriniforme: Atherinopsidae). *Vet. Mex.* 39: 67-80.
- Boero, F, J. Bouillon, C. Gravili, M.P. Miglietta, T. Parsons & S. Piraino. 2008. Gelatinous plankton: irregularities rule the world (sometimes). *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 356: 299-310.
- Cabrera-Peña, J., M. Protti -Quesada, M. Urriola-Hernández, O.Sáenz-Vargas & R. Alfaro-Hidalgo. 2001. Tallas y fecundidad de *Juxtafabia muliniarum* (Brachyura: Pinnotheridae) asociado con *Saccostrea palmyra* (Bivalvia : Ostreidae), Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 49: 889-894.
- Calder, D. 1982. Life History of the Cannonball Jellyfish, *Stomolophus meleagris* L. Agassiz, 1860 (Scyphozoa, Rhizostomida). *Biol. Bull.* 162: 149-146.
- Carvalho-Saucedo, L., F. García-Domínguez, C. Rodríguez-Jaramillo & J. López-Martínez. 2010. Variación lipídica en los ovocitos de la medusa *Stomolophus meleagris* (Scyphozoa: Rhizostomeae), durante el desarrollo gonádico, en la laguna Las Guásimas, Sonora, México. *Rev. Biol. Trop.* 58: 119-130.
- Carvalho-Saucedo, L., J. López-Martínez, F. García-Domínguez, C. Rodríguez-Jaramillo & J. Padilla-Serrato. 2011. Biología reproductiva de la medusa bola de cañón *Stomolophus meleagris* L. Agassiz 1862, en la laguna Las Guásimas, Sonora, México. *Hidrobiológica* 21: 77-88.
- Chiaverano, L., Mianzan, H. & F. Ramírez. 2004. Gonad development and somatic growth patterns of *Olindias sambaquiensis* (Limnomedusae, Olinidiidae). *Hydrobiologia* 530-531: 373-381.
- D'Onghia, G., M. Basanisi, A. Matarrese & F. Megli. 1999. Reproductive strategies in macrourid fish: seasonality or not? *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 184: 189-196.
- Eckelbarger, K.J. & R.L. Larson. 1988. Ovarian morphology and oogenesis in *Aurelia aurita* (Scyphozoa: Semaestomae): ultra-structural evidence of heterosynthetic yolk formation in a primitive metazoan. *Mar. Biol.* 100: 103-115.
- Eckelbarger, K.J. & R. Larson. 1992. Ultrastructure of the ovary and oogenesis in the jellyfish *Linuche unguiculata* and *Stomolophus meleagris*, with a review of ovarian structure in the Scyphozoa. *Mar. Biol.* 114: 633-643.
- Galinou-Mitsoudi, S. & A.I. Sinis. 1994. Reproductive cycle and fecundity of the date mussel *Lithophaga lithophaga* (Bivalvia, Mytilidae). *J. Mollus. Stud.* 60(4): 371-385.
- Gayaniño, F.C., P. Sparre & D. Pauly. 2005. Stock Assessment Tools (FISAT II) on line User's Guide The Food and Agriculture Organization of the United Nations. Roma.
- Gómez-Aguirre, S. 1991. Estudio faunístico de celenterados. *An. Inst. Biol. Univ. Nac. Autón. México, Ser. Zool.* 62: 1-10.
- Holst, S., I. Sötje, H. Tiemann & G. Jarms. 2007. Life cycle of the rhizostome jellyfish *Rhizostoma octopus*

- (L.) (Scyphozoa, Rhizostomeae), with studies on cnidocysts and statoliths. *Mar. Biol.* 151: 1695-1710.
- Huang, Y. 1988. Cannonball jellyfish (*Stomolophus meleagris*) as a food resource. *J. Food Sci.* 53: 341-343.
- Humason, G.L. 1979. *Animal Tissue Techniques*. W.H. Freeman and Co., San Francisco, EEUU.
- Hsieh, H.Y., F.M. Leong & J. Rudloe. 2001. Jellyfish as food. *Hydrobiologia* 451: 11-17.
- Kang, S., K. Choi, A. Alexandrovich-Bulgakov, Y. Kim & S. Kim. 2003. Enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA) used in quantification of reproductive output in the pacific oyster, *Crassostrea gigas*, in Korea. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 282: 1-21.
- López-Martínez, J. & J. Álvarez-Tello. 2008. Medusa bola de cañón: recurso de exportación. *Ciencia y Desarrollo* 34: 8-15.
- Lucas, C.H. & S. Lawes. 1998. Sexual reproduction of the scyphomedusa *Aurelia aurita* in relation to temperature and variable food supply. *Mar. Biol.* 131: 629-638.
- Lucas, C.H. 2001. Reproduction and life history strategies of the common jellyfish, *Aurelia aurita*, in relation to its ambient environment. *Hydrobiologia* 451: 229-246.
- Morandini, A.C. & F.L. Da Silveira. 2001. Sexual reproduction of *Nausithoe aurea* (Scyphozoa, Coronatae). Gametogenesis, eggs release, embryonic development, and gastrulation. *Sci. Mar.* 65: 139-149.
- Murua, H., G. Kraus, F. Saborido-Rey, P.R. Witthames, A. Thorsen & S. Junquera. 2003. Procedures to Estimate Fecundity of Marine Fish Species in Relation to their Reproductive Strategy. *J. Northw. Atl. Fish. Sci.* 33: 33-54.
- Ocaña-Luna, A. & S. Gómez-Aguirre. 1999. *Stomolophus meleagris* (Scyphozoa: Rhizostomae) en dos lagunas costeras de Oaxaca, México. *An. Inst. Biol. Univ. Nac. Autón. México, Ser. Zool.* 70: 71-77.
- Ohtsu, K., M. Kawahara, I. Ikeda & S. Uye. 2007. Experimental induction of gonadal maturation and spawning in the giant jellyfish *Nemopilema nomurai* (Scyphozoa: Rhizostomeae). *Mar. Biol.* 152: 667-676.
- Olney, J.E. & R.S. McBride. 2003. Intraspecific variation in batch fecundity of American shad: revisiting the paradigm of reciprocal latitudinal trends in reproductive trait. *Am. Fish Soc. Symp.* 35: 185-192.
- Omori, M. & E. Nakano. 2001. Jellyfish fisheries in Southeast Asia. *Hydrobiologia* 451: 19-26.
- Padilla, E.D., V. Vega-Guillén, E. Tabuchi-Matsumoto, G. Vela-Prado & O. GonzalesReynoso. 2001. La metalografía cuantitativa en la investigación de aleaciones ferrosas y no ferrosas. *Rev. Inst. Invest. Fac. Minas Metal Cienc. Geogr.* 4: 18-23.
- Ramos-Puebla, A., A. Hernandez-Samano, R. García-Barrientos & I. Guerrero-Legarreta. 2009. Jellyfish (*Stomolophus meleagris*) Tentacles Proteins and their Proteolysis Endogenous. *World Academy of Science, Engineering and Technology*, Paris, Francia.
- Segura-Puertas, L., E. Suárez-Morales & L. Celis. 2003. A checklist of the Medusae (Hydrozoa, Scyphozoa and Cubozoa) of Mexico. *Zootaxa* 15: 1-15.
- Sokal, R. & J. Rohlf. 1981. *Biometry*. Freeman and Company. San Francisco.
- Tunberg, B.G. & A.S. Reed. 2004. Mass occurrence of the jellyfish *Stomolophus meleagris* and an associated spider crab *Libinia dubia*, Eastern Florida. *Florida Scientist* 67: 94-104.
- Velázquez-Abunader, J.I., M. Villalejo-Fuerte & A. Tripp-Quezada. 2010. Fecundidad y proporción de sexos de *Panulirus inflatus* en la costa occidental del Golfo de California, México. *Rev. Biol. Mar. Oceanogr.* 45: 71-76.
- Villalejo-Fuerte, M. 1995. Fecundidad de *Argopecten circularis* (Sowerby, 1835) (Bivalvia: Pectinidae) de Bahía Concepción, Baja California Sur, México. *An. Inst. Invest. Mar. Punta Betín* 24: 185-189.
- Widersten, B. 1965. Genital organs and fertilization in some Scyphozoa. *Zool. Bidrag. (Uppsala)* 37: 45-58.