

## Ciclo Reproductor de *Turbinella angulata* (Mollusca:Gastropoda) en Campeche, Golfo de México

JOSEFINA SANTOS-VALENCIA<sup>1</sup>, IMELDA MARTÍNEZ<sup>2</sup>,  
MARTHA ENRÍQUEZ DÍAZ<sup>1</sup>, y DALILA ALDANA ARANDA<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Centro de Investigación y Estudios Avanzados del Instituto Politécnica Nacional Unidad Mérida

<sup>2</sup> Instituto de Ecología, AC Xalapa, Veracruz, México

### RESUMEN

El caracol tombarro, *Turbinella angulata* es la especie predominante en la captura de caracol que se realiza en Campeche, México. La captura promedio en los últimos años ha sido de 4,350 toneladas de peso vivo. El objetivo del presente estudio fue caracterizar histológica y morfológicamente el sistema reproductor de *T. angulata*, determinar las etapas de madurez gonádica y su ciclo reproductivo. Se analizaron cortes histológicos de la región media de la gónada de 240 individuos durante un ciclo anual (abril 2008-marzo 2009). Los estadios de madurez en los machos fueron establecidos con base en la cantidad de tejido testicular, de la presencia de conductos espermáticos y de espermatogonias, espermátidas y espermatozoides. En las hembras, se utilizó como criterio la cantidad de tejido ovárico, de túbulos ovígeros, de ovogonias, ovocitos y óvulos.

Se identificaron cinco etapas de desarrollo en machos y hembras: (I) Reposo, (II) Gametogénesis, (III) Madurez, (IV) Evacuación o desove y (V) Pos evacuación o pos desove. El proceso de maduración en ambos sexos fue rápido, observándose dos picos de muy baja intensidad en febrero ( $\leq 5\%$ ) y de mayo a junio (5%). Los machos presentan solo un pequeño pico de madurez en enero de 9% y evacuación de enero a junio. En hembras el periodo de madurez es de Mayo (17%) a Junio (9%) y febrero con 10%.

PALABRAS CLAVES: Estadios de madurez, ciclo reproductivo, *Turbinella angulata*

## Reproductive Cycle of *Turbinella angulata* (Mollusca: Gastropoda) in Campeche, Gulf of Mexico

The West Indian Chank or tombarro (*Turbinella angulata*), is the most predominant species captured in Campeche State, Mexico. The catch average in the last years has been of 4,350 tons of total weight. The objective of the present study was to characterize histological and morphologically the reproductive system of *T. angulata*. The gonad development and reproductive cycle was evaluated monthly over one year. We assessed changes in the reproductive cycle over 240 individuals through the gonad evolution by histological techniques. The maturity stages were established depending a) in the males: by the amount of testicular tissue, spermatic ducts, and by the presence of spermatogonies, spermatid and spermatozoa and, b) for females: by the amount of ovarian tissue, ovarian ducts and, the presence of ovogonies, and ovocytes.

Five development stages were identified in males and females: (I) resting, (II) gametogenesis, (III) maturation (IV) spawning and V) post spawning stage. The maturation process was observed from January to February ( $\leq 5\%$ ) and May-June (5%) in both sexes. The males presented a maturity pick in January (9%) and, post spawn from January to June. For females, maturity stage was observed May (17%) to June (9%) and February with 10%.

KEY WORDS: Development stages, Reproductive cycle, *Turbinella angulata*

## Le Cycle Reproducteur de *Turbinella angulata* (Mollusca: Gastropododa) à Campeche, Golfe du Mexique

Le West Indian Chank ou tombarro (*Turbinella angulata*), est l'espèce la plus prédominante capturée dans l'état de Campeche, au Mexique. La moyenne des captures dans les dernières années a été de 4.350 tonnes de poids total. L'objectif de la présente étude était de caractériser de manière histologique et morphologique le système de reproduction des *T. angulata*. Tombarro est un mollusque dioïque à fécondation interne et développement direct, la masse viscérale comprend le complexe de glande de la gonade digestive. Le développement des gonades et le cycle de reproduction ont été évalués par mois sur un an. Nous avons évalué les changements dans le cycle de reproduction de plus de 240 individus à travers l'évolution des gonades par des techniques d'histologie. Les stades de maturité ont été établis en fonction a) chez les mâles : à la quantité de tissu testiculaire, des conduits spermatiques, et par la présence de spermatogonies, de spermatides et de spermatozoïdes, et, b) pour les femelles : par la quantité de tissu ovarien, les conduits de l'ovaire et, la présence d'ovogonies, et d'ovocytes. Quatre stades de développement ont été identifiés chez les mâles et les femelles: 1) dans la maturation, 2) maturité, 3) post frai et 4) repos. Le processus de maturation a été observé d'octobre à janvier chez les deux sexes. Les mâles ont présenté un pic d'échéance en février et, post frai de janvier à juin. Chez les femelles, la période de maturité et de frai a été observée de février à juin.

MOTS CLÉS: Stades de développement, cycle de reproduction, *Turbinella angulata*

### INTRODUCCIÓN

La producción de moluscos en México para 2007 fue de 98,770 ton, con un valor total de 135 millones de pesos, el 71 % del volumen y el 53 % valor correspondió a la cap-

tura de la costa del Golfo de México. Estos recursos pesqueros son de importancia para los pescadores artesanales, por representar su ingreso principal (Anuario Estadístico de Pesca 2007).

Las capturas de caracol en México se han incrementado en los últimos 10 años han pasado de 2000 t en 1980 a más de 9000 t en 1992 con un significativo cambio en la captura por Estado; donde el Estado de Campeche, que aportaba el 2% en 1980, para 2007 su captura representa el 94% del total del volumen del Recurso Caracol (captura multi específica) para el Golfo de México y Caribe. La captura se realiza en la franja costera de la zona norte de Campeche, México y hasta los 12 m de profundidad. Las operaciones de pesca se realizan con lanchas de 20 a 25 pies de eslora, con motor fuera de borda de 20 a 76 Hp, en la que viajan generalmente de 6 a 8 pescadores. La flota de Campeche esta constituida por 435 embarcaciones y 111 permisos de pesca. La colecta se realiza manualmente por medio de buceo libre y buceo con compresor. En Campeche, la pesquería del caracol es una pesquería multi específica que actualmente esta integrada por las especies: *Turbinella angulata* (71%), *Busycon perversum* (22%), *Pleuroploca gigantea*, *Strombu costatus* (5%) y *Fasciolaria tulipa* (1%). El caracol Tomburro o negro, *Turbinella angulata* (Lightfoot 1786) tiene una distribución que abarca desde las Bahamas a Cuba, península de Yucatán hasta Panamá. Habita en fondos de limo y limo-arenoso, manglares y seibadales de *Thalassia*, macroalgas en la zona litoral hasta 25 m de profundidad. Su longitud va de 21 a 42 cm, de concha muy pesada. Es un Gasterópodo, prosobránquio, con sexos separados, no presenta dimorfismo sexual exterior. Su fecundación es interna y de desarrollo directo. La puesta tiene forma de cordón con cápsulas ovígeras corneas en forma de moneda (Bandel 1976).

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Zona de Muestreo

La Sonda de Campeche se localiza en la costa oeste de la Península de Yucatán, de origen Kárstico, con sedimentos finos de origen terrígeno carbonatado y con poca materia orgánica producto del arrastre costero. Esta zona se caracteriza por su amplio litoral y extensa plataforma continental donde existen grandes zonas de baja profundidad, con extensas praderas de pastos marinos (*Halodule beaudettei*, *H. wrightii*, *Syringodium filiforme*, *Thalassia testudinum* y *Ruppia maritima*).

Durante la segunda semana de cada mes de abril de 2008 a marzo de 2009, se realizaron muestreos en la zona litoral Norte del Estado de Campeche en la localidad de Seybaplaya, que es la que representa la mayor captura (Figura 1). La colecta se realizó por medio de buceo autónomo, manteniendo a los ejemplares vivos hasta su proceso. Para la extracción de las partes blandas, se rompió la espira de la concha, después de tomar los datos de longitud de heliconcha, peso total, peso del músculo y sexo del organismo en fresco.

La gónada de *T. angulata* está fusionada con la glándula digestiva (Figuras 2<sup>a</sup> y 3<sup>a</sup> para machos y hembras, respectivamente). Para el proceso histológico se tomó un corte de la parte media del complejo gónada-glándula digestiva. Las secciones fueron colocadas en histocassetes, se fijaron en Bouin y se procesaron con técnicas histológicas estándares. Se realizaron cortes a micras de espesor con un micrótopo de rotación, usando para la tinción el método



**Figura 1.** Ubicación del área de estudio de la captura del Caracol *Turbinella angulata* en Campeche, México

de tricromo Goldner (Gabe 1968) modificada con azul Alcian. Cada lámina fue analizada al microscopio a 10x, 40x y 100x. La presencia de células sexuales masculinas y femeninas así como la ausencia de estas, definieron a los individuos como machos, hembras o sexualmente indiferenciados.

A cada ejemplar se le asignó un estadio de desarrollo gonadal sobre la base de la descripción de Lucas (1965), que consta de 5 etapas de acuerdo a lo siguiente:

- i) (Estadio I) Reposo: los gametos no pueden ser identificados no se pueden diferenciar los sexos
- ii) (Estadio II) Gametogénesis: se caracteriza por presentar división celular activa, gametos maduros pueden o no estar presentes;
- iii) (Estadio III) Madurez: con dominancia de gametos maduros, aunque hay algunas células en gametogénesis;
- iv) (Estadio IV) Evacuación o desove: los folículos se encuentran parcialmente vacíos con gametos remanentes;
- v) (Estadio V) post evacuación o post desove: los folículos son parcialmente o totalmente vacíos con óvulos y espermatozoides en reabsorción y presencia de fagocitos.

## RESULTADOS

### Características de Desarrollo Gonádico

La fase de reposo se caracterizó por presentar tejido conectivo y líneas germinales en la gónada. En esta etapa no hay diferenciación sexual (Figura 2b y 3b). Durante la fase de gametogénesis, se pudieron observar desde folículos pequeños y separados entre sí, con numerosas espermatogonias y ovogonias, hasta folículos desarrollados con gran número de ovocitos en hembras (Figura 2 c) y espermatozitos, espermátidas y algunos espermatozoides en los machos (Figura 3 c). En la fase de madurez, los folículos se encuentran completamente llenos de gametos maduros. En machos, los folículos presentaron abundantes espermatozoides, a la vez se observaron con menor cantidad de espermatogonias, espermatozitos y espermátidas. Los espermatozoides presentaron las colas orientadas hacia el lumen del folículo (Figura 2 d). En hembras se distinguen ovocitos compactados con núcleo y nucléolo (Figura 3 d). Durante la fase de evacuación, los folículos parcialmente vacíos, con gametos remanentes. En machos fueron menos abundantes (*i.e.* los conductos espermáticos), los espermatozitos se encontraron en menor cantidad y no se observaron espermátidas (Figura 2 e). En hembras se observó disminución en el tejido ovárico, en túbulos ovígeros y en óvulos. (Figura 3 e). En la fase de post evacuación los folículos se encuentran casi totalmente vacíos con pocos gametos remanentes. Tanto en machos como en hembras se observaron folículos invadidos por tejido reticular y fagocitos (Figura 2 f y 3 f).

### Relación Machos - Hembras

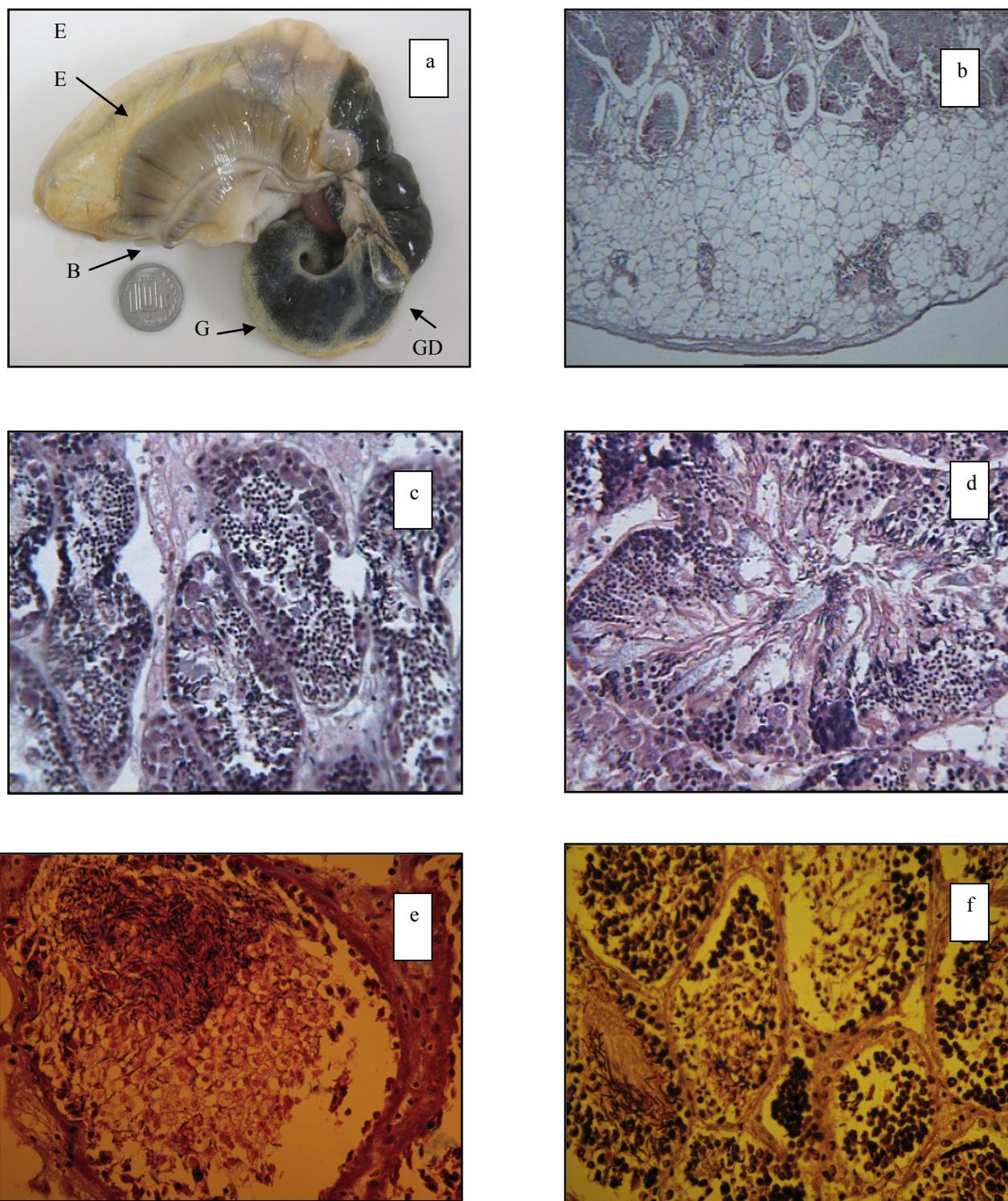
Se registró una proporción de 1.55 machos por 1 hembra, con predominio de machos durante casi todo el periodo, con excepción de noviembre y diciembre.

### Ciclo de Reproducción

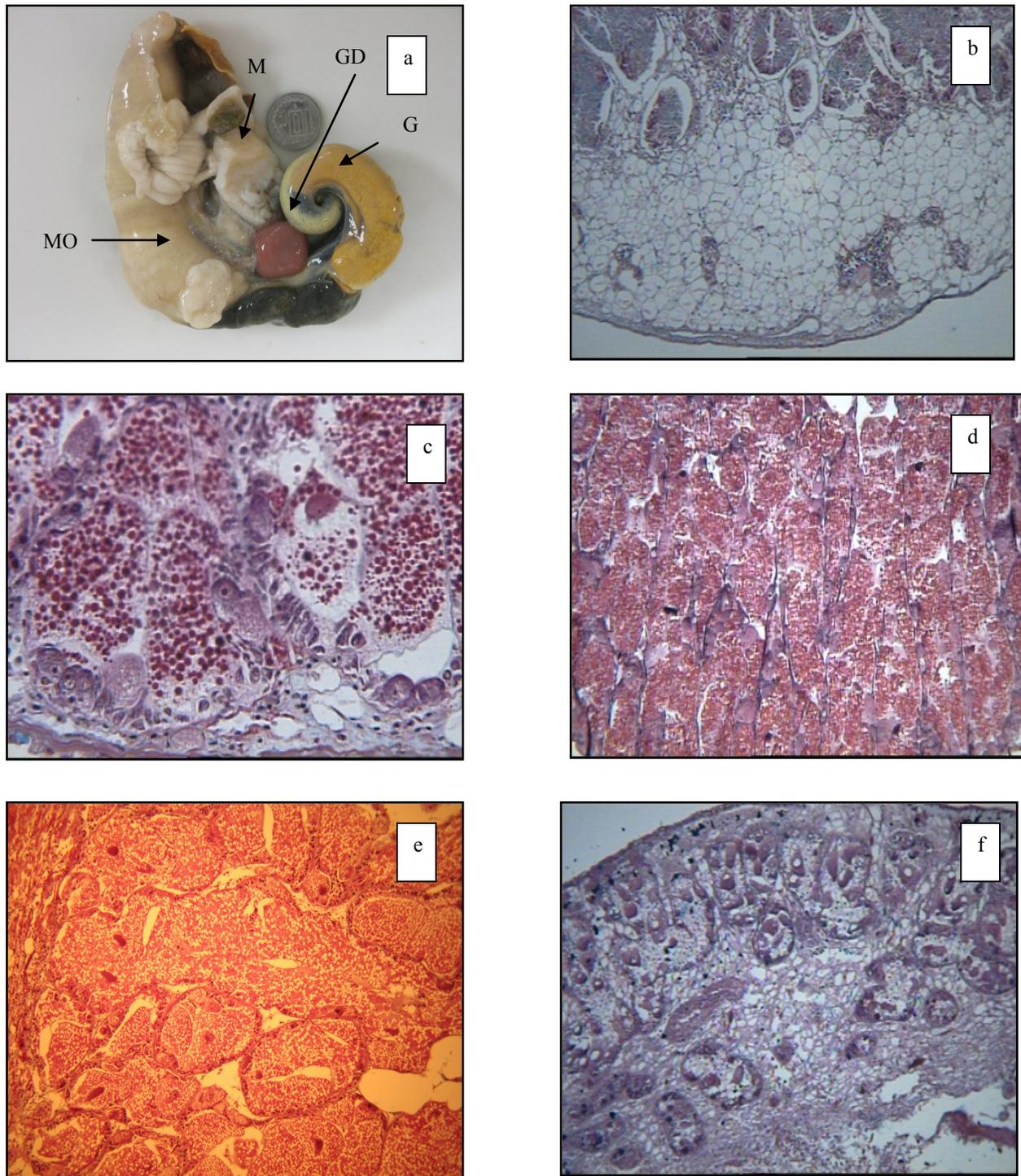
*Machos* — La gametogénesis se presentó en los machos con dos pulsos, uno durante la primavera de 2008 (abril 20% y mayo 27%) y otro en otoño-invierno de 2009 (octubre 30% y diciembre 100 %). Un muy breve periodo de madurez fue observado sólo en enero (9 %). Dos pulsos importante de evacuación fueron observados: uno en abril y mayo (53 y 68% respectivamente) y otro desde noviembre de 2008 (100%) hasta marzo de 2009 (77%). La fase de post evacuación se presentó en dos periodos: uno de abril a agosto, con pico en junio (38%) y con otro periodo de menor magnitud de enero a marzo (9% en enero y febrero y 8% en marzo). Se observó un amplio periodo de reposo de junio a octubre involucrando el 100 % de los machos en septiembre (Figura 4a).

*Hembras* — La gametogénesis se registró en dos pulsos: uno durante primavera (abril 60% y junio 27%) y otro durante otoño-invierno (noviembre-marzo) con máximos de 50% y 100% en diciembre y enero respectivamente. En hembras maduras, los mayores porcentajes se observaron en mayo (17%), junio (9%) de 2008 y febrero de 2009 (10%). El periodo de desove se registró durante en mayo de 2008 (17%) y en febrero (10%) y marzo (20%) de 2009. Se observó una alta presencia de organismos en post desove durante abril (60%), junio de 2008 (36%) y marzo de 2009 (60%). El periodo de reposo se observó de abril a octubre (Figura 4b).

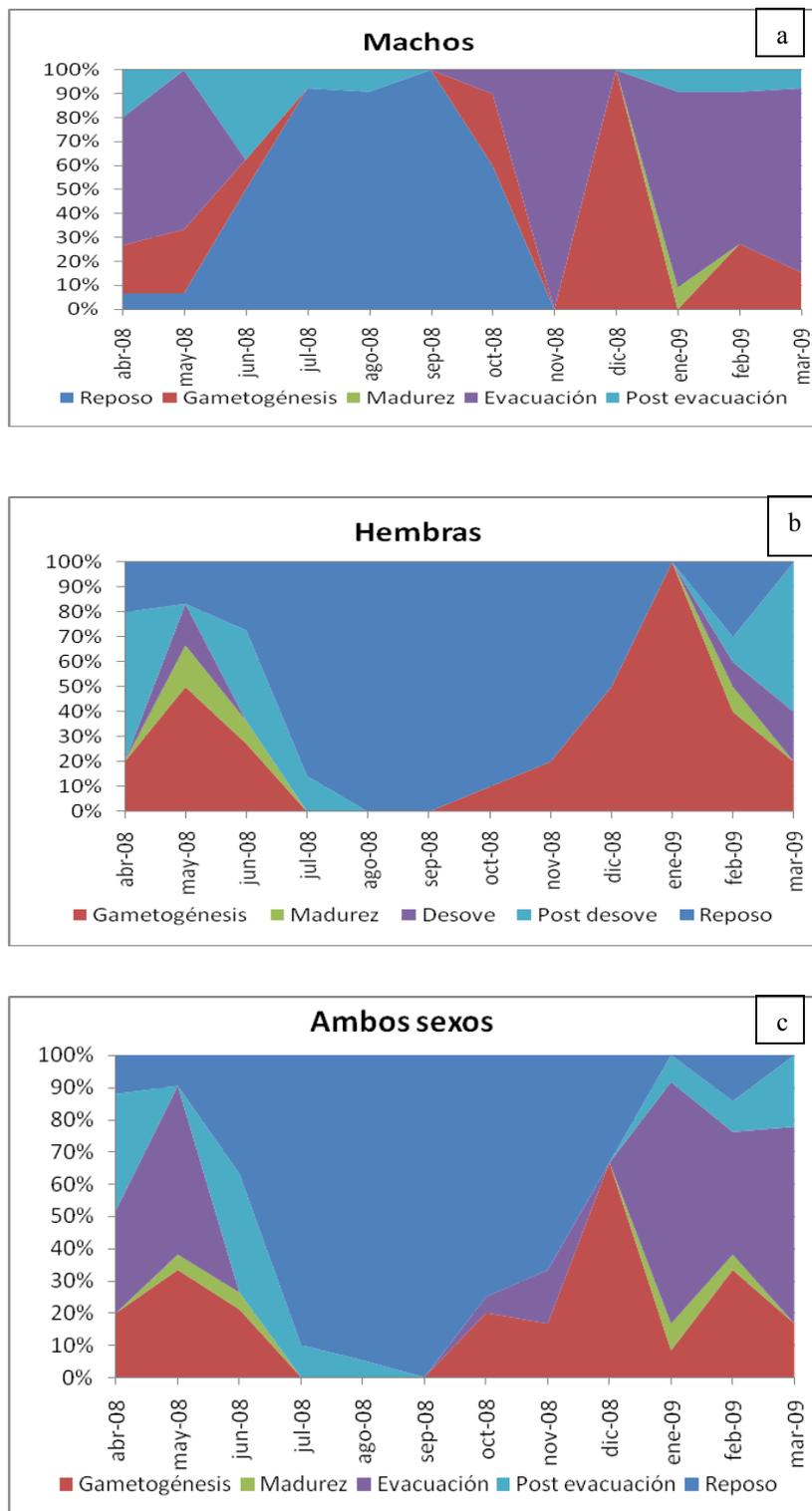
*Ambos* — Se registraron dos pulsos de gametogénesis: de abril a junio y de mayor importancia de octubre de 2008 a marzo de 2009, con pico diciembre (67 %). Se observaron organismos maduros en mayo de 2008 y en enero y febrero de 2009. Se presentaron dos periodos de evacuación: uno en abril- mayo de 2008 (32 y 52%) y otro de mayor magnitud y duración en enero febrero y marzo de 2009 (75, 38 y 61% respectivamente). Igualmente se presentaron dos periodos de post evacuación: uno de abril a junio y otro de enero a marzo. El periodo de reposo se presentó de junio a diciembre de 2008 (Figura 4c).



**Figura 2.** (a) Gónada (G)-glándula digestiva (GD), con branquia y estómago (E) de macho de *Turbinella. angulata*, (b) reposo (10X), (c) gametogénesis (40X), (d) madurez (40X), (e) evacuación (100X) y pos evacuación (40X)



**Figura 3.** (a) Gónada (G)-glándula digestiva (GD) con masa ovígera (MO) y músculo (M) de hembra de *Turbina angulata*, (b) reposo (10X), (c) gametogénesis (40X), (d) madurez (10X), (e) desove (100X) y pos desove



**Figura 4.** (a) El ciclo de reproducción en machos, (b) ciclo reproductor para hembras y (c) ciclo reproductor de ambos sexos de *Turbinella angulata* en Campeche, México.

### DISCUSIÓN

*T. angulata* presentó tanto en machos como en hembras dos pulsos de gametogénesis: uno en primavera y otro en invierno. La fase de madurez fue observada muy rápidamente en ambos sexos, en hembras se observaron dos picos de muy baja intensidad en primavera y en invierno, mientras que en los machos presentan solo un pequeño pico de madurez en enero. Las observaciones histológicas demostraron que los gametos masculinos a medida que van llegando a la madurez van siendo evacuación de manera continua desde otoño hasta primavera. Es por lo anterior que en los machos se presentó un amplio periodo de evacuación, con pulsos de mayor intensidad). En hembras la época de desove fue menos prolongada desde finales de invierno hasta primavera. La alta presencia de organismos evacuados en las estaciones de primavera de 2008 y 2009 demostraron dos picos reproductivos y un amplio periodo de descanso de junio a diciembre de 2009

Para *T. angulata* no existen estudios reproductivos previos con los que se puedan comparar estos resultados, sin embargo se observó para otros gasterópodos comerciales del Golfo y Caribe diversos periodos de maduración y desove (Browell 1977, Zetina *et al.* 2000, Aldana *et al.* 2003, Hernández y Stotz 2004, Baqueiro *et al.* 2005). En la Tabla 1 se puede observar que existen los periodos de gametogénesis y desove pueden ser continuos a lo largo del año o presentar uno o dos pulsos reproductivos. Así mismo se puede observar que para una misma especie en diferentes años y localidades, los procesos de maduración y desove son diferentes.

Aldana *et al.* (2003), identificaron dos tipos de gametogénesis como respuesta a condiciones ambientales: gametogénesis rápida durante un corto periodo de tiempo

(*F. tulipa*) y gametogénesis continua casi todo el año (*S. pugilis* y *M. corona*). Baqueiro, *et al.* (1995), menciona que la variación en los ciclos reproductivos de las especies en diferentes localidades puede ser asociado a niveles ambientales de inestabilidad. La predación y la competencia inducen a desoves masivos y provocan reducción del periodo de desove.

### AGRADECIMIENTOS

Proyecto Fomix Campeche "Formulación del Plan de manejo del recurso caracol en el estado de Campeche, No. CAMP-2008-01-96462. Beca CONACYT de doctorado de Josefina Santos Valencia y al CINVESTAV IPN por apoyo para participar en este congreso. Se agrade las facilidades del laboratorio de Ictiología aplicada del CINVESTAV IPN Unidad Mérida por el equipo y material facilitado para el análisis histológico y a la Químico Teresa Colas Marrufo por su apoyo técnico en Histología.

### LITERATURA CITADA

- Aldana, A.D., E. Baqueiro, I. Martínez, A. Zetina, and T. Brulé. 2003. A Review of the reproductive patterns of gastropod mollusks from Mexico. *Bulletin of Marine Science* 73(3):629-641.
- Baqueiro C.E., D. Aldana, and I. Martínez. 2005. Gonad development and reproductive pattern of fighting conch *Strombus pugilis* (Linee, 1758) (Gastropoda, Prosobranchia) from Campeche, Mexico. *Journal of Shellfish Research* 24(4):1127-1133.
- Brownell, W.N. 1977. Reproduction, laboratory cultur, and growth of *Strombus gigas*, *S. costatus* and *S. pugilis* in Los Roques, Venezuela. *Bulletin of Marine Science* 27(4):668-680.
- Gabe, M. 1968. *Techniques Histologiques*. Masson, Paris
- Hernandez, S. and W.B. Stotz. 2004. Reproductive biology of the "Copey" snail *Melongen melongen* (Linnaeus, 1758) in Cispata Bayo n the Caribbean coast of Colombia. *Journal of Shellfish Research* 23(3):849-854
- Reed, S.E.1995.Reproductive seasonality, periodicity and associated behavior in a colony of *Strombus pugilis* (Mollusca: Gasteropoda) in Puerto Rico. *American Malacological Bulletin* 11(2):117-121.
- Zetina-Zárate, A., D. Aldana-Aranda, T. Brule, y E. Baqueiro. 2000. Ciclo reproductor e índices de condición usados en *Melongen corona* (Mollusca: Gastropoda). *Revista de Biología Tropical* 48(1):77-86.

**Tabla 1.** Patrones reproductivos para diferentes especies de gasterópodos del Golfo de México y Caribe

Especie	Gametogénesis	Desove	Referencias
<i>Strombus pugilis</i>	Continua durante todo el año, excepto en julio	De junio a septiembre (1996), en febrero y de marzo a julio (1997)	Aldana <i>et al.</i> (2003)
<i>Strombus pugilis</i>	En hembras en dos pulsos: febrero-junio y septiembre-octubre. En machos de marzo a octubre	En machos evacuación constante a través del año.	Baqueiro <i>et al.</i> (2005)
<i>Strombus costatus</i>	No especificado	De noviembre a mayo	Browell (1977)
<i>Molongena melongen</i>	Máxima en marzo	No especificado	Hernández y Stotz (2004)
<i>Melongena corona</i>	De noviembre a enero y marzo	Enero y abril	Aldana <i>et al.</i> (2003)
<i>Melongena corona</i>	En machos: febrero y diciembre En hembras: marzo y mayo	Machos: junio, hembras: enero y abril	Zetina <i>et al.</i> (2000)
<i>Fasciolaria tulipa</i>	De enero a marzo.	Constante a través del año con máximo en octubre y diciembre	Aldana <i>et al.</i> (2003)