

Ciclo gonádico de *Tegula aureotincta* (Mollusca: Gastropoda) en Bahía Asunción, Baja California Sur, México

Gonadal cycle of *Tegula aureotincta* (Mollusca: Gastropoda) in Bahía Asunción, Baja California Sur, Mexico

Nurenskaya Vélez-Arellano,¹ Laura E. Mendoza-Santana,¹
Esperanza Ortiz-Ordóñez¹ y Sergio A. Guzmán del Proó²

¹ Lab. de Histología Prol. de Carpio esq. Plan de Ayala S/N Col. Casco de Sto. Tomás. D.F. 11340 México

² Lab. de Ecología. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas - IPN. México. D.F.
e-mail: nurens@hotmail.com

Vélez-Arellano N., L. E. Mendoza-Santana, E. Ortiz-Ordóñez, S. A. Guzmán del Proó. 2011. Ciclo gonádico de *Tegula aureotincta* (Mollusca: Gastropoda) en Bahía Asunción, Baja California Sur, México. *Hidrobiológica* 21(2): 178-184.

RESUMEN

Se describe el ciclo gonádico de *Tegula aureotincta* en Bahía Asunción Baja California Sur. Se recolectaron mensualmente de 25 a 30 organismos de enero a diciembre de 2006. Estos fueron procesados con la técnica histológica de inclusión en parafina, el tejido de la gónada se cortó a 7 µm de grosor, los cortes fueron teñidos mediante la técnica de Hematoxilina-Eosina. La proporción de sexos fue 1:1, tanto hembras como machos presentaron todo el año gametogénesis y madurez, con dos eventos principales de expulsión de gametos: uno en otoño-invierno y otro en primavera. La madurez y los momentos de expulsión de gametos guardan aparentemente estrecha relación con los cambios estacionales de la temperatura.

Palabras clave: Ciclo gonádico, gametogénesis, Gastropoda, Trochidae, *Tegula aureotincta*.

ABSTRACT

The histological gonadal cycle of *Tegula aureotincta* was determined at Bahía Asunción Baja California Sur. Monthly samples of 25 to 30 organisms were collected from January to December 2006. They were processed by histological technique, embedded in paraffin, sections 7- µm thick were stained with hematoxylin-eosin. The sex ratio was 1:1. Both sexes presented gametogenesis and maturity stages the year through. Two major spawning events were identified in autumn-winter and spring. The maturity and spawning times have close relations with the seasonal change of sea water temperature.

Key words: Gonadal cycle, gametogenesis, Gastropoda, Trochidae, *Tegula aureotincta*.

INTRODUCCIÓN

Tegula aureotincta es un molusco gasterópodo que se distribuye desde Ventura, en el sur de California, hasta Bahía Magdalena, Baja California Sur (Abbott, 1974). La especie habita en ambientes rocosos, desde el intermareal inferior hasta el infralitoral (Guzmán del Proó *et al.*, 2006; Morris *et al.*, 1980; Schmitt, 1985) donde

obtiene su alimento que consiste de microalgas que raspa de la superficie expuesta del sustrato rocoso (Paine, 1969; Schmitt, 1985). Se localiza en una de las zonas de mayor importancia pesquera del Pacífico de Baja California y aunque no forma parte de una pesquería ni presenta importancia económica directa, tiene una importancia ecológica, ya que comparte el mismo hábitat con especies de alto valor económico como abulón *Haliotis fulgens*

Philippi, 1845, caracol *Megastrea undosa* (Wood, 1828) y langosta roja *Panulirus interruptus* (Randall, 1840) (Guzmán del Proó *et al.*, 1991). Estudios previos sobre el género *Tegula*, describen el desarrollo gonádico de *T. eiseni* (Jordan, 1936) (Vélez-Arellano *et al.*, 2009) y el desarrollo larvario de *T. funebris* (A. Adams 1855) (Guzmán del Proó *et al.*, 2006; Moran, 1997; Hewatt, 1934). Paine (1969) analizó los cambios en el contenido energético de las hembras de *T. funebris* en diferentes etapas de maduración sexual, y sugiere una sola puesta anual en las Bahías de Mukkaw y Neah, Washington. Estudios sobre *T. rustica* (Gmelin, 1789) han descrito la reproducción y desarrollo larvario y juvenil de esta especie en la Bahía de Vostok, en el Mar de Japón (Kulikova & Omel'yanenko, 2000). En cuanto a los estudios realizados en particular de *T. aureotincta*, Ortíz-Ordoñez *et al.*, (2009) describe la histología del testículo y del ovario y Schmitt (1985, 1987, 1996) analiza su ecología y dinámica poblacional. El presente trabajo estudia el ciclo gonádico de esta especie en Bahía Asunción Baja California Sur.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizaron recolectas mensuales de 25 a 30 ejemplares de *Tegula aureotincta* durante el año 2006 en el infralitoral rocoso de Isla Asunción (27° 06' 00" N, 114° 18' 00" W) (Fig. 1), Baja California Sur. Las muestras se obtuvieron mediante buceo autónomo entre 7m y 11m de profundidad. En cada muestreo se registró la temperatura del agua.

Los ejemplares se desconcharon y se les extrajo la gónada. El sexo se identificó mediante la coloración de la gónada (verde musgo en hembras y crema en machos). Para obtener los datos

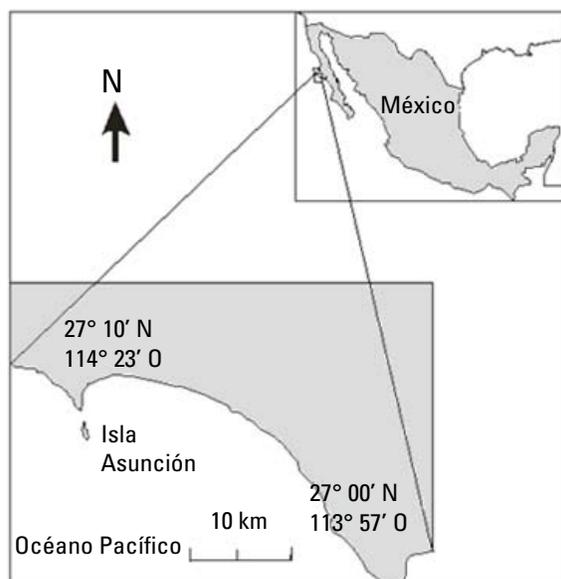


Figura 1. Localización del área de estudio. Bahía Asunción, B.C.S. México.

de talla a cada organismo se le midió el diámetro basal con un calibrador vernier de 0.5 mm de precisión. Las gónadas se fijaron en formol al 10% preparado con agua de mar. En el laboratorio se cortaron pequeños fragmentos de la gónada de cada organismo, estos se lavaron, deshidrataron, transparentaron y finalmente se incluyeron en parafina. Los cortes fueron de 7 μ m de espesor y fueron teñidos mediante las técnicas Hematoxilina-Eosina y Tricrómica de Masson (Uría y Mora, 1996). Las microfotografías se hicieron con un fotomicroscopio.

RESULTADOS

Se analizaron sólo los organismos adultos que dando un total de 156, la proporción de sexos obtenida fue de 1:1, una prueba de χ^2 mostro que no hay diferencia significativa ($p < 0.05$) (Tabla 1).

Con base en los criterios de Lee (2001) y Vélez-Arellano *et al.* (2009), de acuerdo a la características del tejido gonádico tanto volumen, grado de desarrollo de las células gametogénicas, presencia y abundancia de estas, las diferentes etapas de desarrollo gonadal observadas en esta especie, se clasificaron como: gametogénesis, madurez, evacuación parcial y sólo para el caso de las hembras evacuación total (Tabla 2; Figs. 2-3).

Ciclo gonádico. Durante todo el año se presentaron en ambos sexos las etapas de gametogénesis y madurez, lo que sugiere que su ciclo reproductivo es continuo. Se observaron dos eventos principales de evacuación de gametos, uno en otoño-invierno y otro en primavera (Figs. 4-5).

Hembras. Las diferentes etapas gonadales fueron observadas durante todo el año en diferente proporción. La etapa de gametogénesis se observó en dos periodos, uno de enero a marzo y otro de julio a septiembre; en febrero y agosto se observó el mayor porcentaje de este estadio en el 60% de las muestras, respectivamente. La etapa de madurez se encontró en todo el año, fluctuando entre el 20 y 80 % de los organismos y con un máximo de 100 % en octubre. La etapa de desove parcial se observó solamente en los meses de febrero y noviembre; en este último mes el porcentaje alcanzó un total de 67 % de organismos. La etapa de desove total se presentó en enero, abril, mayo, junio, julio y diciembre con mínimo de 12 % en julio y un máximo de 37 % en enero. Esta etapa suele presentarse junto con la madurez (Fig. 4).

Machos. La etapa de gametogénesis se encontró solamente en cinco meses (enero, marzo, agosto, septiembre y diciembre), con mayor frecuencia en enero (72%) y menor en diciembre (9%). La etapa de madurez se presentó de febrero a julio y de septiembre a diciembre. Los meses con mayor frecuencia fueron: julio y diciembre con un 66% y 72% respectivamente, y en menor proporción, octubre con un 10%. Los machos mostraron una evacuación parcial de gametos durante todo el año, con máximos en los

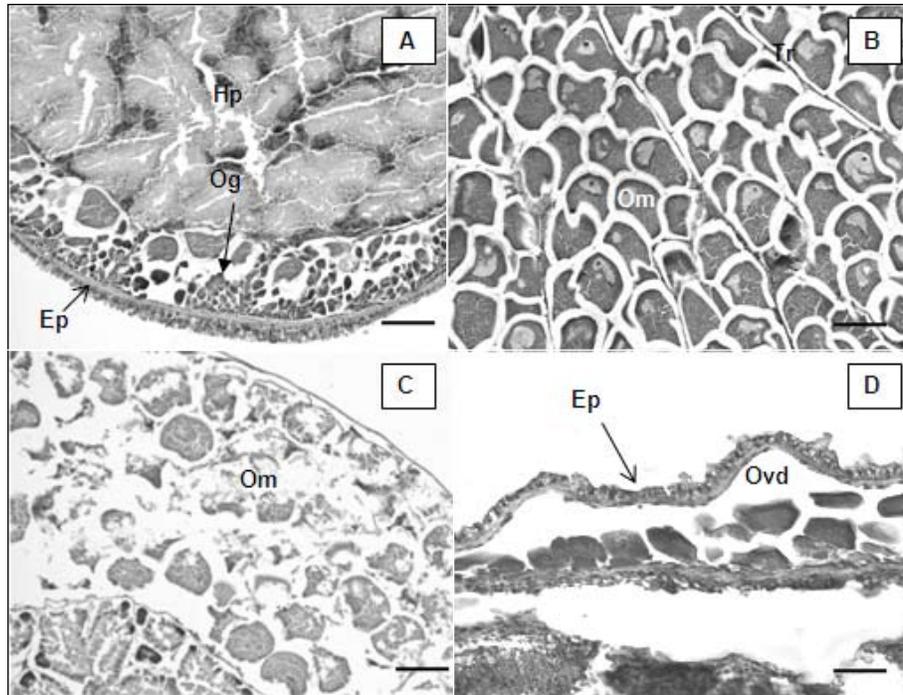


Figura 2A-D. Gónada femenina de *Tegula aureotincta*. (A) Etapa de gemetogénesis. Abundantes ovoogonias (Og), el epitelio cilíndrico simple (Ep) y el hepatopáncreas (Hp). (B) Etapa de madurez. El tejido gonádico está lleno de ovocitos maduros (Om) y las trabéculas de tejido conjuntivo (Tr). (C) Etapa de desove parcial se observa disminución del tejido gonádico y escasos ovocitos maduros (Om). (D) Etapa de desove total. Ovocitos en degeneración (Ovd) y el epitelio (Ep). Escala = 15 µm.

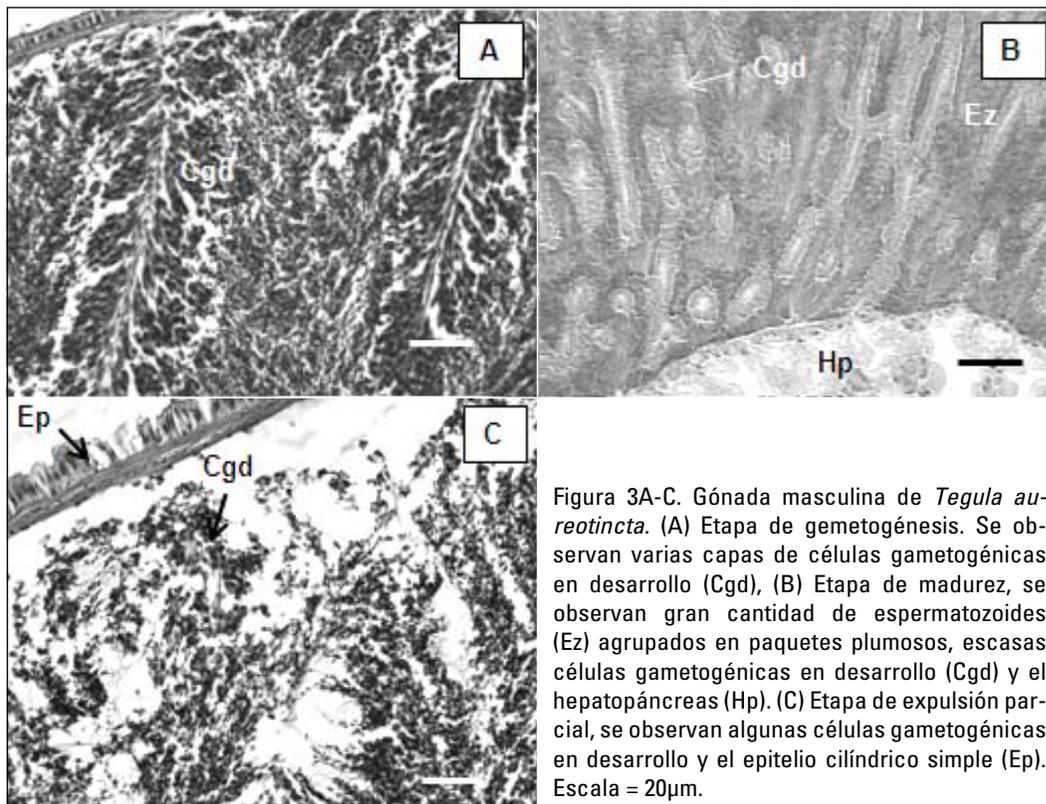


Figura 3A-C. Gónada masculina de *Tegula aureotincta*. (A) Etapa de gemetogénesis. Se observan varias capas de células gametogénicas en desarrollo (Cgd), (B) Etapa de madurez, se observan gran cantidad de espermatozoides (Ez) agrupados en paquetes plumosos, escasas células gametogénicas en desarrollo (Cgd) y el hepatopáncreas (Hp). (C) Etapa de expulsión parcial, se observan algunas células gametogénicas en desarrollo y el epitelio cilíndrico simple (Ep). Escala = 20µm.

Tabla 1. Frecuencia en número de organismos procesados por mes y sexo para el análisis del ciclo gonádico, valor de χ^2 , valor de probabilidad asociada (P), talla (mm) y desviación estándar (DE).

| Mes/Etapa | I | II | III | IV | Hembras | Machos | Valor de χ^2 | P | Talla (mm) media \pm DE |
|------------|---|----|-----|----|---------|--------|-------------------|------|---------------------------|
| Enero | 8 | 2 | 2 | 3 | 8 | 7 | 0.06 | 0.79 | s/ reg |
| Febrero | 3 | 2 | 4 | 0 | 5 | 4 | 0.11 | 0.73 | 25 \pm 3.5 |
| Marzo | 4 | 9 | 2 | 0 | 8 | 7 | 0.06 | 0.79 | 24 \pm 2.3 |
| Abril | 0 | 3 | 3 | 1 | 3 | 4 | 0.14 | 0.70 | 22 \pm 3.2 |
| Mayo | 0 | 9 | 6 | 1 | 5 | 11 | 2.25 | 0.13 | s/reg |
| Junio | 0 | 9 | 5 | 1 | 6 | 9 | 0.6 | 0.43 | 26 \pm 3.2 |
| Julio | 3 | 7 | 0 | 1 | 8 | 3 | 2.27 | 0.13 | 26 \pm 3.4 |
| Agosto | 5 | 2 | 2 | 0 | 5 | 4 | 0.11 | 0.73 | 25 \pm 2.6 |
| Septiembre | 3 | 6 | 3 | 0 | 7 | 5 | 0.33 | 0.56 | 22 \pm 2.5 |
| Octubre | 0 | 8 | 9 | 0 | 7 | 10 | 0.52 | 0.46 | 25 \pm 2.7 |
| Noviembre | 0 | 2 | 9 | 0 | 3 | 8 | 2.27 | 0.13 | 17 \pm 2 |
| Diciembre | 3 | 13 | 3 | 0 | 7 | 12 | 1.31 | 0.25 | s/reg |

I Gametogénesis, II Madurez, III Evacuación parcial, IV Evacuación total, s/reg- Datos no registrados.

Tabla 2. Fases del desarrollo gonádico de *Tegula aureotincta*.

| Fases | Hembras | Machos |
|-------------------------------|---|---|
| Gametogénesis | Escaso volumen gonádico, gran número de ovogonias y ovocitos unidos a las trabéculas; los ovocitos maduros se encuentran en menor proporción (Fig. 2A). | El volumen gonádico es escaso, sobre las trabéculas contiene varias capas de espermatogonias y espermatozoides en diferente grado de desarrollo. Los espermatozoides se encuentran dispuestos en paquetes plumosos (Fig. 3A). |
| Madurez | El volumen del tejido gonádico aumenta y se encuentra ocupado en su mayor parte por ovocitos maduros, y en menor proporción ovogonias y ovocitos en desarrollo (Fig. 2B). | El volumen de la gónada aumenta, disminuye el número de células sobre las trabéculas, los espermatozoides son abundantes dispuestos en paquetes plumosos ocupando la mayor parte de la gónada (Fig. 3B). |
| Evacuación parcial de gametos | El volumen del tejido gonádico disminuye. Se observan espacios en el tejido gonádico; las trabéculas se encuentran desordenadas (Fig. 2C). | Disminuye el tejido gonádico, se observan espacios, dándole un aspecto laxo. Sobre las trabéculas se presentan pocas células inmaduras y los espermatozoides aparecen libres o ligeramente empaquetados (Fig. 3C). |
| Evacuación total de gametos | El tejido gonádico es escaso. Sólo se observan ovocitos en proceso de degeneración, y se pierde la organización trabéculas (Fig. 2D). | No se encontró. |

meses de septiembre, octubre y noviembre, con porcentajes de 60% al 90%. Un segundo periodo con una intensidad ligeramente menor, se observó en los meses de febrero a junio con máximos de 75% en febrero y abril (Fig. 5).

Temperatura. La temperatura promedio que se presentó durante el año fue de 18.5 °C, la más alta en octubre de 22.8°C y la más baja en mayo de 15.4°C (Figs. 4-5).

DISCUSIÓN

Tegula aureotincta en esta zona de Baja California, se muestra como un especie con reproducción continua y con dos periodos de evacuación de gametos: uno, parcial y otro, total. Tanto hembras como machos presentaron durante todo el año actividad gametogénica y madurez gonádica por lo que no presenta una etapa de reposo o indiferenciación, con dos picos reproductivos, uno de mayor intensidad entre otoño-invierno, y uno más discreto

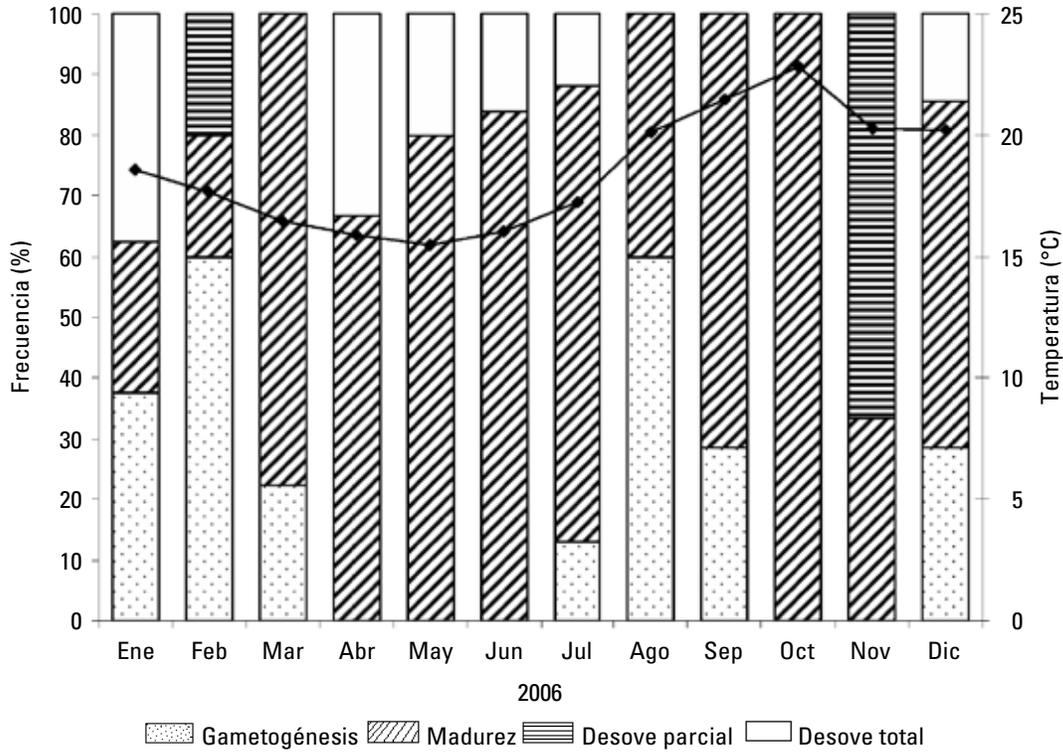


Figura 4. Frecuencia de los estadios gonádicos de hembras.

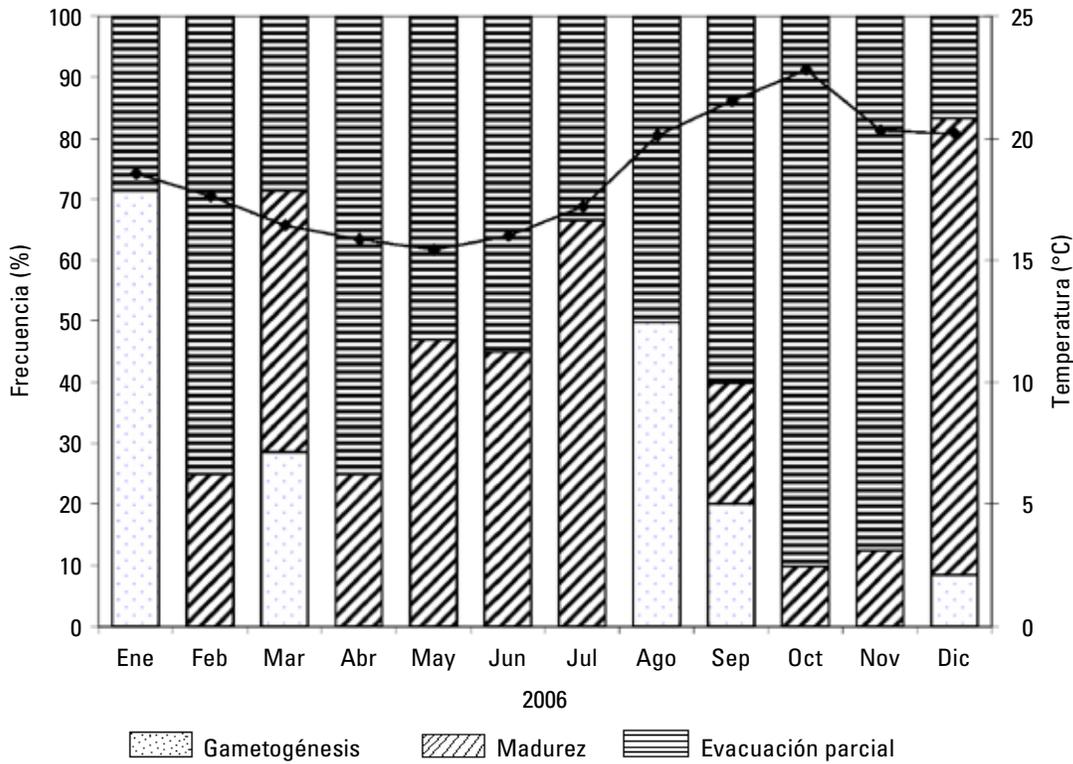


Figura 5. Frecuencia de los estadios gonádicos de machos.

en primavera. En las hembras, fue posible observar desoves totales, no así en los machos donde dominó la evacuación parcial. La actividad reproductiva continua de esta especie coincide con la de otros gasterópodos como *Haliotis rufescens* Swainson, 1822 (Young & De Martini, 1970) *H. fulgens*, *Astraea undosa* (Wood, 1828) (Belmar-Pérez *et al.*, 1991), *Trochus niloticus* Linnaeus, 1758 (Gimin & Lee, 1997); *H. rubra* Leach, 1814 (Litaay & De Silva, 2002) *Omphalius rusticus* (Gmelin, 1791) (Lee, 2001), *Strombus gigas* Linnaeus, 1758; *S. gracilior* Sowerby, 1825 y en particular con *Tegula eiseni* (Vélez-Arellano *et al.*, 2009) especie con la que comparte el hábitat en la misma localidad. El hecho de presentar una liberación continua de gametos podría asegurar la fertilización, como lo reporta (Sevilla, 1971) para *H. fulgens*.

La proporción de sexos observada fue de 1:1 (Tabla 1). Esta proporción parece ser lo habitual en este género de gasterópodos, pues coincide con lo reportado para *Tegula funebris* (Paine, 1969); *Tegula eiseni* (Vélez-Arellano *et al.*, 2009), así como para otros gasterópodos, como *Haliotis rufescens* (Young & De Martini, 1970); *H. cracherodii* (González & Ortiz, 1986); *Astraea undosa* (Belmar-Pérez *et al.*, 1991); *Trochus niloticus* (Gimin & Lee, 1997) y *H. rubra* (Litaay & De Silva, 2002). En latitudes más al norte *T. aureotincta* muestra diferencias en la época reproductiva. Schmitt (1985) observó en la Isla de Santa Catalina evacuación de gametos a finales del verano, lo que sugiere un ligero adelanto en su fase reproductiva con respecto a Bahía Asunción, esto obedece a la "Regla de Orton", propuesta por Thorson (1946) donde indica que a diferentes localidades o latitudes la época reproductiva de una misma especie puede variar. Esto lo comprueba Baqueiro y Aldana (2005) en bivalvos. En este estudio los mínimos y máximos de temperatura (15.4 y 22.8 °C, respectivamente) coincidieron con los momentos de máxima evacuación de gametos, tanto de machos como de hembras (Fig. 5 y Fig. 4, respectivamente). En general, el ciclo reproductivo de gasterópodos está relacionado con la temperatura, tal como ocurre en otras especies como *Haliotis fulgens* (Sevilla, 1971); *Astraea undosa* (Belmar-Pérez *et al.*, 1991); *Haliotis rubra* (Litaay & De Silva, 2002); *Patella depressa* Pennant, 1777 (Brazao *et al.*, 2003); *Strombus gigas* (Aldana *et al.*, 2003) y *Strombus pugilis* Linnaeus, 1758 (Baqueiro *et al.*, 2005), Únicamente en el caso de *Haliotis cracherodii* Leach, 1814 González y Ortiz (1986) mencionan que no existe correlación aparente con los cambios estacionales de la temperatura.

REFERENCIAS

- ABBOTT, R. T. 1974. American Seashells. 2^o. Ed. Van Nostrand Co. New York. 663 p.
- ALDANA, A. D. & E. BAQUEIRO C., I. MARTÍNEZ, A. ZETINA Z & T. BRULÉ. 2003. A review reproductive patterns of gastropods molluscs from Mexico. *Bulletin of Marine Science* 73 (3): 629-641.
- BAQUEIRO, C., A. ALDANA & G. MARTÍNEZ. 2005. Gonad development and reproductive pattern of the fighting conch *Strombus pugilis* (Linnaeus, 1758) (Gastropoda, Prosobranchia) from Campeche, Mexico *Journal of Shellfish Research* 24 (4): 1127-1133.
- BELMAR-PÉREZ J., S.A. GUZMÁN DEL PRÓO & I. MARTÍNEZ-MORALES. 1991. Madurez Gonádica y Ciclo Reprodutor del Caracol Panocha (*Astraea undosa* Wood, 1828; Gastropoda: Turbinidae) en Bahía Tortugas, B.C.S. *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. Universidad Nacional Autónoma de México* 18 (2): 169 -187.
- BRAZAO, S, D. BOAVENTURA, S. MORAIS, L. & NARCISO P. RÉ. 2003. Reproduction of *Patella depressa* Pennant, 1777 on the central Portuguese coast. *Boletín del Instituto Español de Oceanografía* 19 (1-4): 453-460.
- GIMIN, R. & C. L. LEE. 1997. The Reproductive Cycle of *Trochus niloticus* in King Sound, Western Australia. In: C. L. Lee & P. W. Lynch, (Eds.). *Teochus: status, hatchery practice, and nutrition. Australian Centre for International Agricultural Research. ACIAR Proceedings* 70: 52-59.
- GONZÁLEZ, J. G. & M. ORTIZ. 1986. Estudio sobre madurez, índice gonadal y fecundidad en el abulón negro *Haliotis cracherodii* (Mollusca: Gastropoda) a partir de muestras colectadas en la Isla de Cedros, B.C. en Junio 1982. Instituto Nacional de Pesca, CRIP Ensenada Documento Técnico Interno Baja California, México, pp. 54-72.
- GUZMÁN DEL PRÓO S. A., S. R. MILLE-PAGAZA, R. GUADARRAMA-GRANADOS, S. DE LA CAMPA- DE GUZMÁN, J. CARRILLO-LAGUNA, A. PEREIRA-CORONA, J. BELMAR-PÉREZ, & M. DE J. PARRA-ALCOCER. 1991. La comunidad bentónica de los bancos de abulón (*Haliotis spp.* Mollusca: Gastropoda) en Bahía Tortugas, Baja California Sur, México. *Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, México* 36: 27-59.
- GUZMÁN DEL PRÓO S. A., T. REYNOSO-GRANADOS, P. MONSALVO-SPENCER & E. SERVIERE-ZARAGOZA. 2006. Larval and early juvenile development in *Tegula funebris* (Adams, 1855) (Gastropoda: Trochidae) in Baja California Sur, México. *The Veliger* 48 (2): 116 -120.
- HEWATT W. G. 1934. Ecological studies on selected marine intertidal communities of Monterrey Bay. Ph D. dissertation Stanford University. Stanford California. USA. 150 p.
- KULIKOVA V. A. & V. A. OMEL'YANENKO. 2000. Reproduction and Larval Development of the Gastropod Mollusk *Tegula rustica* in meter the great bay, Sea of Japan. *Russian Journal of Marine Biology* 26 (2): 128-130.
- LITAAY, M. & S. S. DE SILVA. 2002. Spawning season, fecundity and proximate composition of the gonads of wild-caught blacklip abalone (*Haliotis rubra*) from port fairy waters, south eastern Australia. *Aquatic Living Resources* 16 (2003): 353-361.
- LEE J. H. 2001. Gonadal Development and Reproductive Cycle of the Top Shell, *Omphalius rusticus* (Gastropoda: Trochidae). *Korean Journal of Biological Sciences* 5: 37-44.
- MORAN, A. L. 1997. Spawning and larval development of the black turban snail *Tegula funebris* (Prosobranchia: Trochidae) *Marine Biology* 128: 107-114.

- MORRIS R. H., D. P. ABBOTT & E. C. HADERLIE. 1980. *Intertidal Invertebrates of California*. Stanford. 690 p.
- ORTÍZ-ORDOÑEZ, E., E. L. MENDOZA-SANTANA, J. BELMAR-PÉREZ & T. N. J. PADILLA-BENAVIDES. 2009. Histological Description of the Male and Female Gonads in *Tegula eiseni*, *T. funebris*, *T. aureotincta*, *T. gallina* and *T. regina* from Bahía Tortugas, B.C.S., Mexico. *Internacional Journal of Morphology* 27 (3): 691-697.
- PAINE, R. T. 1969. The *Pisaster-Tegula* Interaction: Prey patches, predator food preference, and Intertidal community structure. *Ecology* 50 (6): 950-961.
- SCHMITT, R. J. 1985. Competitive interactions of two mobile species in a patchy environment. *Ecology* 66 (3): 951-958.
- SCHMITT, R. J. 1987. Indirect interactions between prey: apparent competition. Predator aggregation and habitat segregation. *Ecology* 68 (6):1887-1897.
- SCHMITT, R. J. 1996. Exploitation competition in mobile grazers, trade offs in use of a limited resource. *Ecology* 77 (2): 408-425.
- SEVILLA, M. 1971. Desarrollo gonádico del abulón azul *Haliotis fulgens* Philippi. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural* XXXII: 129-139.
- THORSON, G. 1946. Reproduction and larval development of Danish marine bottom invertebrates. *Medd. Komm. Danmarks Fiskeri-og Havunders Serie:Plankton* 4:1-523.
- URÍA, G. E & M DEL C. MORA. 1996. Apuntes para el curso de Histología Animal, Ed. IPN, México, pp.46-48,170-171.
- VÉLEZ-ARELLANO, N., S. GUZMÁN DEL PRÓO S & E. ORTÍZ-ORDOÑEZ. 2009. Gonadal cycle of *Tegula eiseni* (Jordan 1936) (Mollusca: Gastropoda) in Bahía Asunción, Baja California Sur, México. *Journal of Shellfish Research* 28 (3): 577-580.
- YOUNG, J. S. & J. D. DE MARTINI. 1970. The Reproductive cycle, gonadal Histology, and Gametogenesis of the red abalone *Haliotis rufescens* (Swainson). *California Fish and Game* 56 (4):298-309.

Recibido: 1 de diciembre de 2010.

Aceptado: 18 de julio de 2011.