

## Variación del ciclo gonádico del ostión americano, *Crassostrea virginica* (Ostreoida: Ostreidae) en función de su talla en la laguna de Tamiahua, Veracruz, México

Luis Alfonso Ascencio A.<sup>1</sup>, Martha Enriquez D.<sup>2</sup>, Imelda Martínez M.<sup>3</sup> & Dalila Aldana A.<sup>2</sup>

1. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. Universidad Nacional Autónoma de México. Circuito Exterior s/n, Ciudad Universitaria. Ciudad de México, C. P. 04510. Distrito Federal, México; luis.ascencio86@gmail.com
2. Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional. Calle 60 Antigua Carretera Mérida-Progreso. C.P. 97310. Mérida, Yucatán, México; daldana@mda.cinvestav.mx
3. Instituto de Ecología A. C. Carretera Antigua a Coatepec 351. El Haya, C. P. 91070, Xalapa, Veracruz, México; imelda.mrtinez@inecol.edu.mx

Received 24-VIII-2013    Corrected 12-III-2014    Accepted 24-III-2014

**Abstract: Variation of gonadal cycle of the american oyster, *Crassostrea virginica* (Ostreoida: Ostreidae) as a function of height in Tamiahua Lagoon, Veracruz, Mexico.** The American oyster, *Crassostrea virginica* is one of the most important fishery resources of the Gulf of Mexico, where it has been classified as “resource exploited at maximum”. Since 1994 state authorities set a minimum extraction shell length of 70 mm (adult size); this was based on population studies alone. We compare the gonadal cycle of subadults oysters with adult organisms. From January to December 2011, 90 oysters were collected monthly in Tamiahua Lagoon, Veracruz and classified as subadults (50-69mm; 75% of sample) and adults ( $\geq 70$ mm). Histological gonad sections were classified in four categories: rest, gametogenesis, maturation and release of gametes. In subadults, the rest stage had two peaks (January 22% and June 13%), and gametogenesis between January and July (22-74%). Maturation was observed in July, August and September (40, 64 and 41% respectively) and release in October (66%) and November (45%). Correspondingly, adults were resting in January and June (17 and 13%), and January-July gametogenesis (56-88%), matured in August and September (64 and 42%) and released gametes in September and October (54 and 70%). The gametogenic cycle was similar in subadults and adults: the species breeds from sizes equal or smaller than 50 mm and this should be considered by authorities. Rev. Biol. Trop. 62 (Suppl. 3): 201-206. Epub 2014 September 01.

**Key words:** minimum size of extraction, gametogenic cycle, *Crassostrea virginica*, Tamiahua Lagoon, histology.

El ostión americano, *Crassostrea virginica* (Gmelin, 1791) es un miembro prolífico de los estuarios en la costa oriental de América (Meyer & Townsend, 2000), localizado desde el Golfo de San Lorenzo en Canadá hasta la península de Yucatán en el Golfo de México (Buroker, 1983).

La pesquería del ostión es considerada la más importante por volumen de captura en todo el Golfo de México. En 2012, se encontraban registradas 61 sociedades cooperativas, que incluyen 8685 socios agremiados, que se

dedican a la extracción de ostión en el Golfo de México (DOF, 2012).

Debido a la intensa explotación que se ha ejercido sobre este recurso, las poblaciones silvestres de *C. virginica* poseen el estatus de “recurso aprovechado al máximo sustentable” en los estados de Veracruz, Tabasco y Campeche (DOF, 2012). Como medida de protección de la pesquería se formuló la NOM-015-PESC-1994 (DOF, 1995) en la cual se regula la extracción de las existencias naturales de ostión y establece los programas de aprovechamiento

y manejo en los que quedan obligados a participar concesionarios y titulares de permisos, dentro de los sistemas lagunarios-estuarinos del Estado de Tabasco.

Los ostiones son categorizados de acuerdo a la longitud de su concha en subadultos (50-69 mm) y adultos ( $\geq 70$  mm). Se considera que los ejemplares con tallas de subadultos apenas han iniciado su actividad reproductiva, mientras que los ostiones con tallas adultas han alcanzado el óptimo reproductivo de la especie (SEPESCA, 1994). Considerando lo anterior, la NOM-015-PESC-1994 establece la talla mínima de extracción (TME) en 70 mm de longitud de concha.

Debido a que el estado de Veracruz no posee una norma oficial que regule la pesquería del ostión, toma como referencia la TME propuesta para el estado de Tabasco. En este trabajo se describió y comparó el ciclo reproductivo de ostiones subadultos y adultos de la laguna de Tamiahua, Veracruz, para evaluar si existe mayor actividad reproductiva entre los ostiones considerados adultos con respecto a los subadultos y de esta manera probar la veracidad de la TME propuesta en la NOM-015-PESC-1994.

## MATERIALES Y MÉTODOS

**Área de estudio.** La laguna de Tamiahua se encuentra en la porción occidental del Golfo de México, en el estado de Veracruz entre las coordenadas 97°23' y 97°46'W y entre 21°06' y 22°05'N. Es la laguna costera más grande del estado de Veracruz, con una superficie aproximada de 880km<sup>2</sup>, longitud de 100km y ancho de 25km (Contreras, 1993). Su clima es cálido húmedo con lluvias en verano. En ella descargan numerosos esteros, entre los que destacan La Laja, Cucharas y Tancochín que reciben los aportes de agua residual de las poblaciones de La Laja, Cucharas y Naranjos respectivamente. Cuenta con dos bocas: Tampachiche al norte y Corazones al sur, está última se encuentra frente a la ciudad de Tamiahua. Su profundidad promedio es de 2.2m (De la Lanza & Cáceres, 1994).

**Recolección de muestras.** Se colectaron 90 organismos mensualmente de enero a diciembre de 2011. Los ostiones eran medidos para ser catalogados como subadultos (50-69mm) o adultos ( $\geq 70$ mm). De cada organismo se tomó una muestra transversal de la región media del complejo gónada-glándula digestiva.

**Procesamiento histológico.** Los tejidos extraídos fueron fijados en formol al 10% en agua filtrada de la misma laguna durante un lapso de 72 horas. Posteriormente se deshidrataron en una serie creciente de alcohol de 70°, 90° y 100° para después pasar por solvente UltraClear®. Los tejidos preparados fueron embebidos en bloques de parafina Paraplast®. Se realizaron los cortes de 6µm de cada bloque empleando un micrótopo Microm®. Dichos cortes, fueron montados sobre portaobjetos y teñidos con la tinción Hematoxilina-Eosina (H-E). Las preparaciones histológicas teñidas fueron observadas al microscopio para reconocer el estadio gonadal de cada ejemplar.

**Índices reproductivos.** Una vez que se determinó el estadio gonadal, se calculó la actividad reproductiva, el índice de maduración y el de liberación utilizando las siguientes ecuaciones:

$$\text{Actividad Reproductiva} \quad AR = \frac{(G+M+L)}{N}$$

$$\text{Índice de maduración} \quad IM = \frac{M}{N}$$

$$\text{Índice de liberación} \quad IL = \frac{L}{N}$$

Dónde:

N: número total de ostiones

G: número de organismos en gametogénesis

M: número de organismos en maduración

L: número de organismos en liberación

**Análisis estadístico.** Se realizó una prueba de t ( $p < 0.05$ ) para contrastar la variación entre el ciclo reproductivo de subadultos y adultos; y para comparar los índices reproductivos en ambas tallas.

## RESULTADOS

Se consideraron cuatro fases o estadios gonadales para describir el ciclo reproductivo de *C. virginica* éstas fueron: I) Reposo, II) Gametogénesis, III) Maduros y IV) Liberación. Los estadios fueron tomados y modificados de la escala propuesta por Baqueiro, Aldana, Sevilla y Rodríguez (2007). Para la determinación del estadio de madurez sexual que presentó cada ostión, se consideró la relación entre la cantidad de tejido conjuntivo y la de tejido gonádico, la cantidad de túbulos seminíferos u ovígeros y la cantidad y tipo de células sexuales.

**Reposo.** El tejido conjuntivo ocupa todo el espacio entre la glándula digestiva y el tejido gonádico. No se observan vestigios de gametos que permitan la identificación del sexo. El tejido germinal está limitado a cordones gruesos de células altamente acidófilas de color morado.

**Gametogénesis.** Los gametos empiezan a diferenciarse entre machos y hembras. Entre el tejido conjuntivo se empiezan a formar folículos que en los que se presentan gametos con tallas diferentes. En hembras, la cromatina es laxa y pueden o no observarse los nucléolos

**Maduros.** El tejido conjuntivo es muy escaso. Los túbulos ovígeros y seminíferos según sea el caso, ocupan casi todo el espacio del tejido gonadal. En hembras, se presentan ovocitos de talla uniforme en los que el núcleo se encuentra bien definido. En los machos los gametos dominantes fueron las espermátidas y espermatozoides orientados hacia la luz de los túbulos.

**Liberación.** Los túbulos ovígeros y seminíferos no están bien definidos y se encuentran pocos gametos que muestran forma indefinida.

**Proporción de tallas.** La muestra obtenida para este trabajo presentó 731 ostiones subadultos y 332 ostiones adultos. La proporción de tallas fue de 2.97 subadultos por cada adulto.

**Ciclo reproductivo.** La figura 1 presenta la evolución anual de los estadios gonadales

para establecer el ciclo reproductivo. El estadio de reposo fue constante y de baja intensidad tanto en subadultos como en adultos, presentando el mayor pico de abundancia en el mes de enero (22% en subadultos y 17% en adultos). La fase de gametogénesis fue la más abundante de todos los estadios; en subadultos, los mayores porcentajes de presencia se ubicaron de febrero a julio (47-74%), mientras que en los adultos los meses más importantes fueron de enero a julio (52-88%). Los meses de la estación lluviosa, julio-septiembre, presentaron el mayor porcentaje de organismos en maduración, tanto para subadultos (40-64%), como para adultos (36-61%). Por último, el porcentaje de liberación fue importante para los dos grupos de tallas, entre septiembre y noviembre teniendo el mayor pico en octubre (subadultos 66%, adultos 75%).

De acuerdo a los resultados de la prueba de t (cuadro 1), ninguno de los estadios gonadales presentaron diferencia significativa ( $\alpha=0.05$ ) entre ostiones subadultos y adultos.

**Índices reproductivos.** El cuadro 2 muestra los valores obtenidos para los índices de actividad reproductiva, maduración y liberación. No existe diferencia ( $\alpha=0.05$ ) en ninguno de los índices entre ostiones subadultos y adultos.

## DISCUSIÓN

En *C. virginica* los eventos reproductivos se encuentran ligados a cambios en los

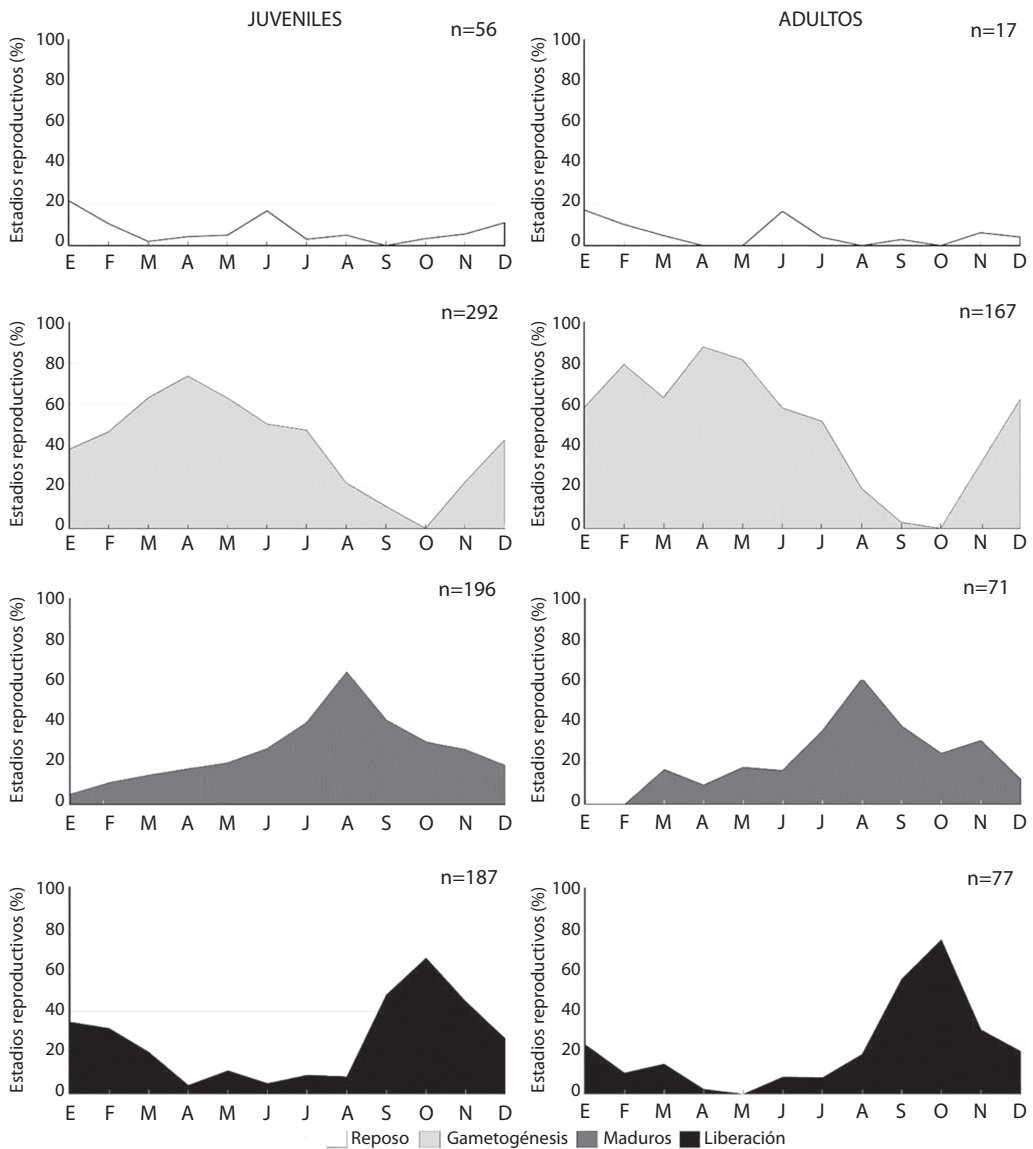
CUADRO 1

Prueba de t para los estadios de madurez gonadal entre ostiones subadultos y adultos de la laguna de Tamiahua, Veracruz

TABLE 1

T test for gonadal maturity stages between young and adult oysters from Tamiahua lagoon, Veracruz

	Valor de t	Valor de p
Reposo	0.75	0.46
Gametogénesis	0.88	0.38
Maduros	0.60	0.54
Liberación	0.39	0.69



**Fig. 1.** Ciclo reproductivo de subadultos y adultos de *Crassostrea virginica* de la laguna de Tamiahua, Veracruz.  
**Fig. 1.** Reproductive cycle of sub-adults and adults of *Crassostrea virginica* from Tamiahua Lagoon, Veracruz.

factores ambientales tales como temperatura, salinidad, pluviometría, corrientes, alimento disponible entre otros (Martínez, Aldana, Brule & Cabrera, 1995; George-Zamora, Sevilla & Aldana, 2003; Mazón-Suástegui et al., 2011). Sin embargo, no existe ningún trabajo que haya demostrado experimentalmente la relación

entre la talla de concha de *C. virginica* con su desarrollo gonadal.

En el trabajo de Pazos, Román, Acosta, Abad & Sánchez (1996) se evaluó el efecto de la talla *Mytilus edulis* sobre sus estadios gonádicos, reportando que los individuos juveniles mostraron un solo periodo de liberación

## CUADRO 2

Índices reproductivos para los ostiones de la laguna de Tamiahua. AR, Actividad reproductiva. IM, Índice de maduración. IL, Índice de liberación

TABLE 2

Reproductive index for oysters from Tamiahua lagoon. AR, reproductive activity. IM, maturation index. IL, Index release

	AR	IM	IL
Subadultos	92.34	26.81	23.19
Adultos	94.88	24.39	25.58

anual, mientras que los adultos liberaron en dos ocasiones. En contraste, Royer et al. (2008) al estudiar el desarrollo de la madurez gonadal en tres clases de tallas para *Crassostrea gigas*, reportaron que su ciclo reproductivo no presentó diferencia en función de la talla del ostión. En este mismo sentido, Quayle (1969) sugiere que el inicio en la actividad reproductiva en *Crassostrea gigas*, está más relacionado con factores ambientales (temperatura, salinidad, pluviometría, corrientes y alimento disponible) que con la misma talla del ostión.

En este estudio, tanto el ciclo reproductivo, como los índices reproductivos de ostiones subadultos y adultos no presentaron diferencias ( $\alpha = 0.05$ ) en ninguna de sus fases gonadales. Con estos resultados, se muestra que los ostiones que hasta ahora son considerados subadultos, presentan la misma capacidad reproductiva que los ostiones adultos.

Debido a que no se tiene referencia de los ciclos en función de la talla, pueden considerarse dos hipótesis, la especie: a) tiene una reproducción óptima desde la talla de subadultos y/o b) ha desarrollado una estrategia reproductiva en el que el desarrollo gonadal se acelera para alcanzar la madurez a una menor longitud y de esa manera asegurar su permanencia como un síntoma de sobreexplotación.

## AGRADECIMIENTOS

Este estudio se realizó con el apoyo del proyecto “Diagnóstico biológico-pesquero y sistema de información geográfica del recurso

ostión de las lagunas de Veracruz para su uso, ordenamiento y manejo sustentable” (M0034-2008-02/109498) y la beca de Maestría del CONACyT N° 222628 otorgada a Luis Asencio Aguirre. Nuestro agradecimiento al laboratorio de Ictiología del Cinvestav-IPN, Unidad Mérida por el acceso a su equipo. A Ricardo Madrigal Chavero por su ayuda en la colecta de ostiones y a Teresa Colas Marrufo por su apoyo en el procesamiento histológico de las muestras.

## RESUMEN

El ostión americano (*Crassostrea virginica*) es uno de los recursos de pesca más importantes en el Golfo de México, donde es clasificado como “recurso aprovechado al máximo”. Desde 1994 las autoridades estatales fijaron una talla mínima de extracción de 70mm de longitud de concha (tamaño adulto); esto basado en estudios aislados de poblaciones. Comparamos el ciclo gonadal de subadultos y adultos. De enero a diciembre de 2011, se colectaron 90 ostiones mensualmente en la laguna de Tamiahua, Veracruz y se clasificaron como subadultos (40-69 mm) y adultos (>70mm). Los cortes histológicos de las gónadas se clasificaron en cuatro categorías: reposo, gametogénesis, maduración y liberación de gametos. En subadultos, la categoría de reposo tuvo dos picos (enero 22% y junio 13%) y la gametogénesis entre enero y julio (22-74%). La maduración se observó en julio, agosto y setiembre (40, 64 y 41%) y la liberación en octubre (66%) y noviembre (74%). Correspondientemente, los adultos reposaban en enero y junio (17 y 13%), y la gametogénesis entre enero y julio (56-88%), maduraban en agosto y setiembre (64 y 42%) y liberaban gametos en setiembre y octubre (54 y 70%). El ciclo gametogénico fue similar entre ostiones subadultos y adultos: la especie se reproduce con tamaños igual o inferior a 50mm y esto lo deben considerar las autoridades.

**Palabras Clave.** *Crassostrea virginica*, ciclo gonádico, laguna de Tamiahua, histología, talla mínima reproductiva.

## REFERENCIAS

- Baqueiro, E., Aldana, D., Sevilla, L., & Rodríguez, P. (2007). Variations in the reproductive cycle of the oyster *Crassostrea virginica* (Gmelin, 1791), Pueblo Viejo lagoon, Veracruz, México. *Transitional Waters Bulletin*, 2, 37-46.
- Buroker, N. (1983). Genética de poblaciones de la ostra americana *Crassostrea virginica* a lo largo de la costa atlántica y el Golfo de México. *Biología Marina*, 75, 99-112.



- Contreras, E. F. (1993). Ecosistemas costeros mexicanos. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Ciudad de México, México.
- De la Lanza, E. G. & Cáceres, M. C. (1994). *Lagunas costeras y el litoral mexicano*. Ciudad de México, México: Ed. UABC-UNAM.
- Diario Oficial de la Federación (DOF). (2012). *Carta Nacional Pesquera*. SAGARPA. Viernes 24 de agosto de 2012.
- Diario Oficial de la Federación (DOF). (1995). *NOM-015-PESC-1994*. Viernes 13 de enero de 1995.
- George-Zamora, A., Sevilla, M., & Aldana, D. (2003). Ciclo gonádico del ostión americano *Crassostrea virginica* (Lamellibranchia: Ostreidae) en Mecoaacán, Tabasco, México. *Revista de Biología Tropical*, 51(4), 109-117.
- Martínez, I., Aldana, D., Brule, T., & Cabrera, E. (1995). Crecimiento y desarrollo gonadal del ostión *Crassostrea virginica* (Gmelin, 1791) (Mollusca: Ostreidae), en la Península de Yucatán, México. *Avicennia*, 3, 61-75.
- Mazón-Suástegui, J., Ruíz-García, C. Chávez-Villalba, J., Rodríguez-Jaramillo, C., & Saucedo, P. (2011). Analysis of growth and first reproduction of hatchery-reared juvenile Cortez oyster (*Crassostrea corteziensis*) in northwestern Mexico: proposal of a minimal fishing size. *Aquaculture Research*, 42, 1558-1568.
- Meyer, L., & Townsend, C. (2000). Faunal utilization of created intertidal eastern oyster (*Crassostrea virginica*) reefs in the southeastern United States. *Estuaries*, 23, 34-45.
- Pazos, A., Román, G., Acosta, C., Abad, M., & Sánchez, J. (1996). Stereological studies on the gametogenic cycle of the scallop, *Pecten maximus*, in suspended culture in Ria de Arousa ( Galicia, NW Spain). *Aquaculture*, 142, 119-135.
- Quayle, D. (1969). Pacific oyster culture in British Columbia. *Bulletin of Fisheries Research Board of Canada*, 169, 192.
- Royer, J., Segueineau, C., Park, K., Pouvreau, S., Choi, K., & Costil, K. (2008). Gametogenic cycle and reproductive effort assessed by two methods in 3 age classes of Pacific oysters, *Crassostrea gigas*, reared in Normandy. *Aquaculture*, 277, 313-320.
- SEPESCA. (1994). *Cultivo de Ostión americano. Colección Nacional de Manuales de Capacitaciones*. Ciudad de México, México: Ed. Unidad de Comunicación Social de la Secretaría de Pesca.