



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
POSGRADO EN CIENCIAS DEL MAR Y LIMNOLOGÍA

DESCRIPCIÓN DEL CICLO REPRODUCTIVO DE *Crassostrea virginica*
(GMELIN, 1791), EN EL NORTE DE VERACRUZ, PARA LA FORMULACIÓN DE
HERRAMIENTAS DE MANEJO

TESIS
QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS

PRESENTA:
LUIS ALFONSO ASCENCIO AGUIRRE

TUTORA PRINCIPAL
Dra. DALILA ALDANA ARANDA
CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DE ESTUDIOS AVANZADOS-MÉRIDA

MIEMBROS DEL COMITÉ TUTOR
Dra. Imelda Martínez Morales
INSTITUTO DE ECOLOGÍA A.C.
Dra. Fabiola Lango Reynoso
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE BOCA DEL RÍO
Dr. Ernesto Chávez Ortiz
CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE CIENCIAS MARINAS
Dr. Armando Adolfo Ortega Salas
INSTITUTO DE CIENCIAS DEL MAR Y LIMNOLOGÍA-MAZATLÁN

MÉRIDA, YUCATÁN ENERO 2016



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Agradecimientos

Este estudio se realizó en el marco del proyecto M0034-2008-02/109498 del CONACYT “Diagnóstico biológico-pesquero y sistema de información geográfico del recurso ostión de las lagunas de Veracruz para su uso, ordenamiento y manejo sustentable”.

Agradezco al Dr. Thierry Brulé Demarest, responsable del laboratorio de Ictiología del Cinvestav-IPN, Unidad Mérida por el acceso al equipo de histología y microscopía, así como a Teresa Colas Marrufo por el apoyo en el procesamiento histológico. La colecta de los ostiones fue realizada por Ricardo de Jesús Madrigal Chavero del Instituto de Ecología A. C. de Xalapa.

Agradezco a la Dra. Dalila Aldana Aranda por la dirección, la revisión y por el apoyo económico para la conclusión de este trabajo. A los miembros del comité sinodal: Dra. Imelda Martínez Morales, Dra. Fabiola Lango Reynoso, Dr. Armando Ortega Salas y Dr. Ernesto Chávez Ortiz, por todos sus comentarios y sugerencias al contenido de esta tesis. Igualmente externo un amplio agradecimiento a la Dra. Martha Enríquez Díaz por su constante participación en el seguimiento de los métodos de análisis de datos e interpretación de los mismos. Observaciones y sugerencias que no solamente sirvieron para la elaboración de esta tesis, sino también para los trabajos derivados de la misma que se presentaron en dos congresos: 1) III Simposio RECORECOS y 2) 36th Conference of the Association of Marine Laboratories of the Caribbean (AMLC).

Agradezco al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por la beca de maestría No. 222628 que me fue otorgada para incursionar en el programa de posgrado en Biología Marina del Posgrado de Ciencias del Mar y Limnología de la Universidad Nacional Autónoma de México.

I. RESUMEN

El ostión americano, *Crassostrea virginica* (Gmelin, 1791) es el recurso más importante por volumen de extracción en el Golfo de México. Debido a la intensa explotación, las poblaciones de *C. virginica* poseen el estatus de “recurso aprovechado al máximo sustentable”. Veracruz, principal productor de ostión en el país, no cuenta con una legislación oficial que regule la extracción del recurso, por lo que su programa de explotación se basa en la NOM-015-PESC-1994 propuesta para las poblaciones ostrícolas de Tabasco. El objetivo de este trabajo consistió en determinar las estrategias reproductivas de los ostiones del norte de Veracruz para proponer herramientas de manejo tales como veda temporal y talla mínima de extracción para los organismos de esta entidad. Se recolectaron ostiones de enero a diciembre de 2011 en las lagunas de Pueblo Viejo, Tamiahua y Tampamachoco ubicadas al norte de Veracruz. En cada laguna se seleccionaron tres bancos de los que mensualmente fueron extraídos 30 organismos. Se realizaron las biometrías correspondientes y posteriormente los ostiones fueron separados por tallas en organismos menores a 70 mm (<70 mm) y organismos iguales o mayores a 70 mm (≥ 70 mm). Cortes histológicos de la gónada fueron observados para determinar el sexo (hembras, machos) y el estadio gonádico. Se describió el ciclo reproductivo de los ostiones y se comparó entre lagunas, bancos, tallas (<70 mm y ≥ 70 mm) y sexos. Adicionalmente, se determinó el efecto de la temperatura y salinidad sobre el ciclo reproductivo. La comparación de lagunas mostró diferencia entre las muestras de Pueblo Viejo con respecto a las de Tamiahua y Tampamachoco. Al comparar el ciclo reproductivo entre bancos de las mismas lagunas, los ostiones de Pueblo Viejo fueron los únicos que mostraron diferencia. En ninguna de las lagunas se observó diferencia del ciclo reproductivo entre tallas y entre sexos. Valores de temperatura altos tuvieron correlación con la maduración en Tamiahua y Tampamachoco, mientras que el desove/eyaculación, se asoció a valores bajos de salinidad en estas mismas lagunas. Con base a los resultados de esta tesis, se propone modificar la talla mínima de extracción de 70 mm a 80 mm y los dos periodos de veda vigentes (15 de abril-31 de mayo, 15 de septiembre-31 de octubre), por uno solo que comprenda del 1° de julio al 30 de noviembre. Con esta propuesta, se protegería el recurso ostión durante etapas críticas de su reproducción, en beneficio de las cooperativas pesqueras, ayudando a mejorar los programas de aprovechamiento y manejo de este recurso.

II. LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Distribución de <i>Crassostrea virginica</i> (Buroker, 1983).	4
Figura 2. Serie histórica de la reproducción de <i>C. virginica</i> en México- 1940-2012 (peso vivo en toneladas).	7
Figura 3. Ubicación geográfica de las lagunas de Pueblo Viejo, Tamiahua y Tampamachoco, en el norte de Veracruz.	13
Figura 4. Ubicación geográfica de los bancos ostrícolas muestreados. a) Pueblo Viejo, b) Tamiahua y c) Tampamachoco.	16
Figura 5. Ciclo reproductivo de <i>C. virginica</i> de la laguna de Pueblo Viejo.	21
Figura 6. Ciclo reproductivo de <i>C. virginica</i> de la laguna de Tamiahua.	22
Figura 7. Ciclo reproductivo de <i>C. virginica</i> de la laguna de Tampamachoco.	23
Figura 8. Ciclo reproductivo de <i>C. virginica</i> en el banco Isleta Grande, laguna de Pueblo Viejo. a) reposo, b) gametogénesis, c) maduración y d) desove/eyaculación.	25
Figura 9. Ciclo reproductivo de <i>C. virginica</i> en el banco Lompe, laguna de Pueblo Viejo. a) reposo, b) gametogénesis, c) maduración y d) desove/eyaculación.	26
Figura 10. Ciclo reproductivo de <i>C. virginica</i> en el banco Medianía, laguna de Pueblo Viejo. a) reposo, b) gametogénesis, c) maduración y d) desove/eyaculación.	27
Figura 11. Ciclo reproductivo de <i>C. virginica</i> en el banco La Palma, laguna de Tamiahua. a) reposo, b) gametogénesis, c) maduración y d) desove/eyaculación.	29
Figura 12. Ciclo reproductivo de <i>C. virginica</i> en el banco Panzacola, laguna de Tamiahua. a) reposo, b) gametogénesis, c) maduración y d) desove/eyaculación.	30
Figura 13. Ciclo reproductivo de <i>C. virginica</i> en el banco Cabecillas, laguna de Tamiahua. a) reposo, b) gametogénesis, c) maduración y d) desove/eyaculación.	31

Figura 14. Ciclo reproductivo de <i>C. virginica</i> en el banco Pipiloya, laguna de Tampamachoco. a) reposo, b) gametogénesis, c) maduración y d) desove/eyaculación.....	33
Figura 15. Ciclo reproductivo de <i>C. virginica</i> en el banco Restinga, laguna de Tampamachoco. a) reposo, b) gametogénesis, c) maduración y d) desove/eyaculación.....	34
Figura 16. Ciclo reproductivo de <i>C. virginica</i> en el banco Tubo, laguna de Tampamachoco. a) reposo, b) gametogénesis, c) maduración y d) desove/eyaculación.....	35
Figura 17. Porcentaje de ostiones ≥ 70 mm y < 70 mm de la laguna de Pueblo Viejo. a) Banco Isleta grande, b) Lompe, c) Medianía, d) Laguna de Pueblo Viejo.	37
Figura 18. Porcentaje de ostiones ≥ 70 mm y < 70 mm de la laguna de Tamiahua. a) La Palma, b) Panzacola, c) Cabecillas, d) Laguna de Tamiahua.	38
Figura 19. Porcentaje de ostiones < 70 mm y ≥ 70 mm de la laguna de Tampamachoco. a) Pipiloya, b) Restinga, c) Tubo, d) Laguna de Tampamachoco.	39
Figura 20. Ciclo reproductivo de ostiones < 70 mm y ≥ 70 mm de la laguna de Pueblo Viejo.	41
Figura 21. Ciclo reproductivo de ostiones < 70 mm y ≥ 70 mm de la laguna de Tamiahua.	44
Figura 22. Ciclo reproductivo de ostiones < 70 mm y ≥ 70 mm de la laguna de Tampamachoco.....	47
Figura 23. Porcentaje de sexos de los ostiones de la laguna de Pueblo Viejo. a) Isleta Grande, b) Lompe y c) Medianía.	49
Figura 24. Porcentaje de sexos de los ostiones de la laguna de Tamiahua. a) La Palma, b) Panzacola y c) Cabecillas.	50
Figura 25. Porcentaje de sexos de los ostiones de la laguna de Tampamachoco. a) Pipiloya, b) Restinga y c) Tubo.....	51
Figura 26. Ciclo reproductivo de hembras y machos de <i>C. virginica</i> de la laguna de Pueblo Viejo.	54

Figura 27. Ciclo reproductivo de hembras y machos de <i>C. virginica</i> de la laguna de Tamiahua.	56
Figura 28. Ciclo reproductivo de hembras y machos de <i>C. virginica</i> de la laguna de Tampamacho.	58
Figura 29. Temperatura media mensual en las lagunas del norte de Veracruz. a) Pueblo Viejo, b) Tamiahua, c) Tampamachoco.....	60
Figura 30. Salinidad media mensual en las lagunas del norte de Veracruz. a) Pueblo Viejo, b) Tamiahua, c) Tampamachoco.....	61
Figura 31. Longitud a la madurez sexual (L50) de <i>C. virginica</i> en las lagunas del norte de Veracruz. a) Pueblo Viejo, b) Tamiahua, c) Tampamachoco.	65
Figura 32. Veda temporal reproductiva propuesta para <i>C. virginica</i> en las lagunas del norte de Veracruz. a) Pueblo Viejo, b) Tamiahua y c) Tampamachoco. El color rojo indica la veda propuesta. Las líneas punteadas indican la temporada de veda oficial establecida	74

III. LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Clasificaciones del proceso de gametogénesis en el género <i>Crassostrea</i> . (Modificado de Arias de León, 2005).....	10
Tabla 2. Características generales de las lagunas del norte de Veracruz.....	14
Tabla 3. Nombre y ubicación geográfica de los bancos seleccionados para las lagunas del norte de Veracruz.....	16
Tabla 4. Descripción histológica de los estadios gonádicos.....	19
Tabla 5. Resultados del Análisis de Varianza para los estadios de madurez gonádica en los ostiones de las lagunas del norte de Veracruz.....	24
Tabla 6. Resultados de la prueba de Tukey entre el estadio de liberación en las tres lagunas del Norte de Veracruz.....	24
Tabla 7. Resultados del Análisis de Varianza para los estadios gonádicos de los bancos de Pueblo Viejo.....	28
Tabla 8. Resultados de la prueba de Tukey para los bancos de la laguna de Pueblo Viejo	28
Tabla 9. Resultados del Análisis de Varianza para los estadios gonádicos de los bancos de la laguna de Tamiahua.....	32
Tabla 10. Resultados del Análisis de Varianza para los estadios gonádicos de los bancos de Tampamachoco.....	36
Tabla 11. Resultados de la prueba de t-Student para los estadios gonádicos de ostiones <70 mm y ≥70 mm de la laguna de Pueblo Viejo.....	42
Tabla 12. Resultados de la prueba de t-Student para los estadios gonádicos de ostiones <70 mm y ≥70 mm de la laguna de Tamiahua.....	45

Tabla 13. Resultados de la prueba de t-Student para los estadios gonádicos de ostiones <70 mm y ≥70 mm de la laguna de Tampamachoco.	48
Tabla 14. Resultados de la prueba de t-Student para los estadios gonádicos de ostiones hembras y machos de la laguna de Pueblo Viejo.	54
Tabla 15. Resultados de la prueba de t-Student para los estadios gonádicos de ostiones hembras y machos de la laguna de Tamiahua.	56
Tabla 16. Resultados de la prueba de t-Student para los estadios gonádicos de ostiones hembras y machos de la laguna de Tampamachoco.....	58
Tabla 17. Valores de correlación entre la temperatura y la salinidad del agua con los estadios gonádicos de los ostiones de Pueblo Viejo.	62
Tabla 18. Valores de correlación entre la temperatura y la salinidad del agua con los estadios gonádicos de los ostiones de Tamiahua.	63
Tabla 19. Valores de correlación entre la temperatura y la salinidad del agua con los estadios gonádicos de los ostiones de Tampamachoco.....	63
Tabla 20. Número de ostiones colectados por grupo de talla en las tres lagunas del Norte de Veracruz.	64

ÍNDICE

I. RESUMEN	ii
II. LISTA DE FIGURAS	iii
III. LISTA DE TABLAS.....	v
ÍNDICE	viii
1. INTRODUCCIÓN	1
2. ANTECEDENTES	4
2.1 UBICACIÓN TAXONÓMICA DE <i>C. virginica</i>	4
2.2 DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DE <i>C. virginica</i>	4
2.3 DESCRIPCIÓN MORFOLÓGICA DE <i>C. virginica</i>	5
2.4 CICLO DE VIDA DE <i>C. virginica</i>	5
2.5 IMPORTANCIA SOCIOECONÓMICA DE LA PESQUERÍA DE <i>C. virginica</i> ..	6
2.6 PROBLEMÁTICA DE LA NOM-015-PESC-1994	7
2.7 ESTUDIOS REPRODUCTIVOS DE <i>C. virginica</i>	8
3. HIPÓTESIS	11
4. OBJETIVOS	12
4.1 GENERAL.....	12
4.2 PARTICULARES.....	12
5. MATERIAL Y MÉTODOS.....	13
5.1 DESCRIPCIÓN DE LOS SITIOS DE COLECTA.....	13
5.2 RECOLECCIÓN DE OSTIONES	15
5.3 MEDICIÓN DE LOS OSTIONES.....	17
5.4 PREPARACIÓN DE LAS MUESTRAS HISTOLÓGICAS.....	17
5.5 EVALUACIÓN CUALITATIVA DE LOS ESTADIOS GONÁDICOS	18
5.6 DETERMINACIÓN DE LA LONGITUD A LA MADUREZ SEXUAL (L ₅₀).....	19
5.7 ANÁLISIS ESTADÍSTICOS.....	20
6. RESULTADOS	21
6.1 COMPARACIÓN DEL CICLO REPRODUCTIVO DE <i>C. virginica</i> POR LAGUNAS.....	21

6.2 COMPARACIÓN DEL CICLO REPRODUCTIVO DE <i>C. virginica</i> POR BANCOS.....	25
6.3 COMPARACIÓN DEL CICLO REPRODUCTIVO DE <i>C. virginica</i> EN FUNCIÓN DE LA TALLA	36
6.4 COMPARACIÓN DEL CICLO REPRODUCTIVO DE <i>C. virginica</i> EN FUNCIÓN DEL SEXO.....	49
6.5 DETERMINACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA Y LA SALINIDAD DEL AGUA EN EL CICLO REPRODUCTIVO DE <i>C. virginica</i>	59
6.6 ESTIMACIÓN DE LA LONGITUD A LA MADUREZ SEXUAL (L_{50})	64
7. DISCUSIÓN	66
7.1 VARIACIÓN ESPACIAL DEL CICLO REPRODUCTIVO DE <i>C. virginica</i>	66
7.2 EFECTO DE LAS VARIABLES AMBIENTALES SOBRE EL CICLO REPRODUCTIVO DE <i>C. virginica</i>	68
7.3 EFECTO DE LA TALLA SOBRE EL CICLO REPRODUCTIVO DE <i>C. virginica</i>	71
7.4 EFECTO DEL SEXO SOBRE EL CICLO REPRODUCTIVO DE <i>C. virginica</i>	72
7.5 HERRAMIENTAS DE MANEJO PROPUESTAS	72
8. CONCLUSIONES.....	75
9. LITERATURA CITADA.....	78
10. ANEXOS	88
10.1 PROCESAMIENTO HISTOLÓGICO.....	88

1. INTRODUCCIÓN

El ostión americano, *Crassostrea virginica* (Gmelin, 1791) es considerado como el recurso pesquero más importante por volumen de captura en todo el Golfo de México (DOF, 2012) y ocupa la sexta posición de la producción pesquera a nivel nacional. En 2011, del Golfo de México se extrajeron 42,109 toneladas de peso vivo, lo cual se tradujo en un ingreso mayor a los 245 millones de pesos (SAGARPA, 2011). Lo que se conoce como “recurso ostión” se compone de dos especies asociadas; el ostión de mangle, *Crassostrea rhizophorae* (Guldin, 1828) y el ostión americano, *C. virginica*, esta última especie representa el 85% del volumen total de captura de la producción ostrícola en México (Garrido, 2004).

Desde la publicación de la Ley de Pesca de 1996, esta especie es uno de los ocho recursos calificados como "reservado" para la explotación del sector social (DOF, 2010), por lo que representa una fuente importante de trabajo para comunidades costeras. Para el año 2012, se encontraban registradas 61 sociedades cooperativas (que incluyen 8,685 socios agremiados) que se dedican a la extracción de ostión en el Golfo de México (DOF, 2012).

De acuerdo a la Base de datos del Anuario Estadístico de Pesca y Acuicultura (2011), la producción ostrícola nacional se basa en las llamadas “pesquerías acuaculturales”, y apenas un muy bajo porcentaje de producción de esta especie se da en sistemas controlados. Debido a lo anterior, 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). Este tipo de organismos son particularmente vulnerables a la pesca por tratarse de animales de nula movilidad una vez que se han fijado al sustrato; formar agregaciones o “bancos” que favorecen su extracción y tener un lento crecimiento que repercute negativamente en la producción de la biomasa mínima que permita la sustentabilidad de la pesquería (Quiroga *et al.* 2003).

La NOM-015-PESC-1994 la cual regula la extracción del 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, intenta fomentar el repoblamiento y aumentar las densidades en bancos naturales. Dentro de los aspectos más destacados de dicha norma, se encuentra la determinación de la talla mínima de extracción (70 mm de longitud) y el establecimiento de dos temporadas de veda, una que va del 15 de abril al 31 de mayo y otra del 15 de septiembre al 31 de octubre.

El estado de Veracruz, principal productor de ostión, no posee una Norma Oficial Mexicana que regule la extracción de *C. virginica*. Los pescadores de ostión en esta zona del país, se rigen de manera no oficial por lo que dicta la norma propuesta para Tabasco, práctica poco recomendable debido a que las temporadas de maduración y liberación de gametos en esta especie cambian en función de la latitud y las condiciones ambientales como salinidad y temperatura, por lo que es importante reconocer las variables fisicoquímicas del agua en las distintas regiones donde se distribuya el ostión (García *et al.* 1998).

De acuerdo a la NOM-009-PESC-1993, que establece el procedimiento para determinar épocas y zonas de veda, para regular cualquier recurso, es necesario conocer el ciclo reproductivo y las temporadas de reclutamiento de la especie en cuestión, con lo cual se permitiría determinar volúmenes de la captura, tallas mínimas y períodos de explotación.

El objetivo de este trabajo consistió en determinar el ciclo reproductivo de *Crassostrea virginica*, en las tres lagunas más productivas para este recurso: 1) Pueblo Viejo, 2) Tamiahua y 3) Tampamachoco, ubicadas en la zona norte de Veracruz. Como resultado de lo anterior, se proponen temporadas de veda y talla mínima de extracción para cada una de las lagunas, a fin de obtener un mejor manejo de este recurso.

2. ANTECEDENTES

2.1 CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DE *C. virginica*

A continuación se presenta la ubicación taxonómica del ostión americano:

Reino **Animalia**

Phylum **Mollusca** (Linnaeus, 1758)

Clase **Bivalvia** (Linnaeus, 1758)

Subclase **Pteriomorphia** (Beurlen, 1944)

Orden **Ostreoida** (Férussac, 1822)

Suborden **Ostreina** (Férussac, 1822)

Superfamilia **Ostreacea** (Rafinesque, 1815)

Familia **Ostreidae** (Rafinesque, 1815)

Subfamilia **Ostreinae** (Rafinesque, 1815)

Género **Crassostrea** (Sacco, 1897)

Especie ***Crassostrea virginica*** (Gmelin, 1791)

2.2 DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DE *C. virginica*

El ostión americano, es un miembro prolífico de los estuarios de la costa oriental de América (Meyer y Townsend, 2000). Su distribución natural (Figura 1) va desde el Golfo de San Lorenzo en Canadá, hasta la península de Yucatán en el Golfo de México (Buroker, 1983).

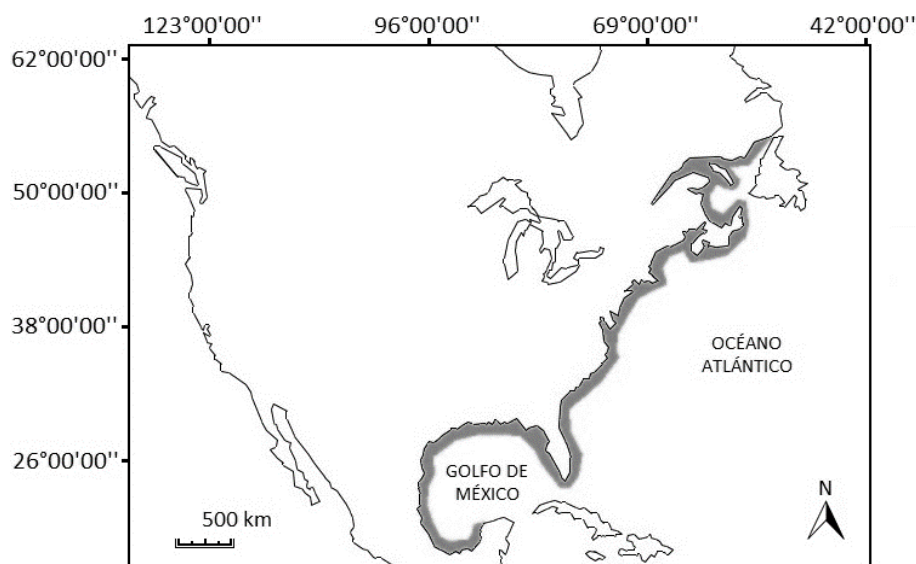


Figura 1. Distribución de *Crassostrea virginica*.

2.3 DESCRIPCIÓN MORFOLÓGICA DE *C. virginica*

El ostión americano es un molusco bivalvo de simetría bilateral, provisto de una concha externa formada por dos piezas o valvas unidas por un ligamento. Las valvas son ligeramente asimétricas, la izquierda es más larga y profunda que la derecha (Galtsoff, 1964). La coloración de esta especie puede variar desde un color pardo verdoso a un pardo amarillento. Con respecto a la textura y consistencia de las conchas, también se presentan variaciones, ya que en ello juega un papel fundamental el sitio y condiciones en las que se desarrollan (Rodríguez *et al.*, 1994). Por lo general, las conchas de los ostiones crecen durante toda su vida y en todas direcciones (Galtsoff, 1964).

Entre la glándula digestiva y la superficie del epitelio se encuentra la gónada, la cual está compuesta por dos lóbulos gonadales situados inmediatamente debajo del manto, se compone de los folículos ampliamente ramificados que comprenden el margen exterior de la masa visceral. Los folículos se abren en localización periférica en conductos que conducen a gonoductos pares que terminan en la cámara suprabranquial (Kennedy & Battle, 1964).

2.4 CICLO DE VIDA DE *C. virginica*

C. virginica es una especie dioica y ovípara con un ciclo de vida típico de invertebrados marinos intermareales (Buroker, 1983). La fecundidad en las hembras puede variar desde 15 a 114 millones de huevos en un solo ciclo reproductivo (Galtsoff, 1964). La reproducción sexual se produce cuando los gametos son

liberados en la columna de agua donde la fertilización se lleva a cabo. Después de 48 horas de fecundado, el cigoto se desarrolla en una larva planctónica conocida como larva veliger. Esta larva se desarrolla durante dos o tres semanas, tiempo en el que puede tener una dispersión importante, y posteriormente sufre su primera metamorfosis para convertirse en una larva pediveliger, etapa en la que seleccionará el sustrato donde se cementará el resto de su vida adulta. Los adultos pueden vivir hasta 20 años. La Secretaría de Pesca, en su manual de cultivo de ostión americano (Rodríguez *et al.*, 1994), reporta que *C. virginica* inicia su reproducción al alcanzar la talla de 40 mm, sin embargo, su mayor fecundidad se da entre 60 y 80 mm.

2.5 IMPORTANCIA SOCIOECONÓMICA DE LA PESQUERÍA DE *C. virginica*

México ocupa el sexto lugar mundial en la producción de ostión, sólo por debajo de mercados como los de China, Japón, Corea, Estados Unidos y Francia (Arias de León, 2005). La mayor parte de la producción nacional de ostión proviene de bancos naturales de *C. virginica* en el Golfo de México (Aldana, 2004). La producción nacional de esta pesquería (Figura 2), se inicia en los años 40 (Sevilla, 1993), y fue aumentando anualmente hasta llegar a una cifra récord de 56,582 toneladas en el año de 1988, para después de sólo cinco años, en 1993, caer a una producción de 25,607 toneladas (SAGARPA, 2011).

Desde el año 2000, la producción anual ha sido superior a las 40,000 toneladas, generando una ganancia anual promedio de poco más de 200 millones de pesos. En este mismo período de tiempo, la captura de ostión en el estado de Veracruz ha

tenido una tendencia a la alza, convirtiéndolo en la primera entidad productora de todo el país, aportando en 2011, el 54% de la producción nacional (SAGARPA, 2011).

La pesquería del ostión es una de las más importantes del Golfo de México en la que participa el sector social (DOF, 2010). Solamente en Veracruz, la actividad ostrícola ha empleado a 5,169 pescadores, agremiados en 20 cooperativas ubicadas a lo largo de todo el estado. Las lagunas de Pueblo Viejo, Tamiahua y Tampamachoco, ubicadas en la zona norte del estado, son consideradas como el reservorio ostrícola más importante de toda Latinoamérica (Arias de León, 2005).

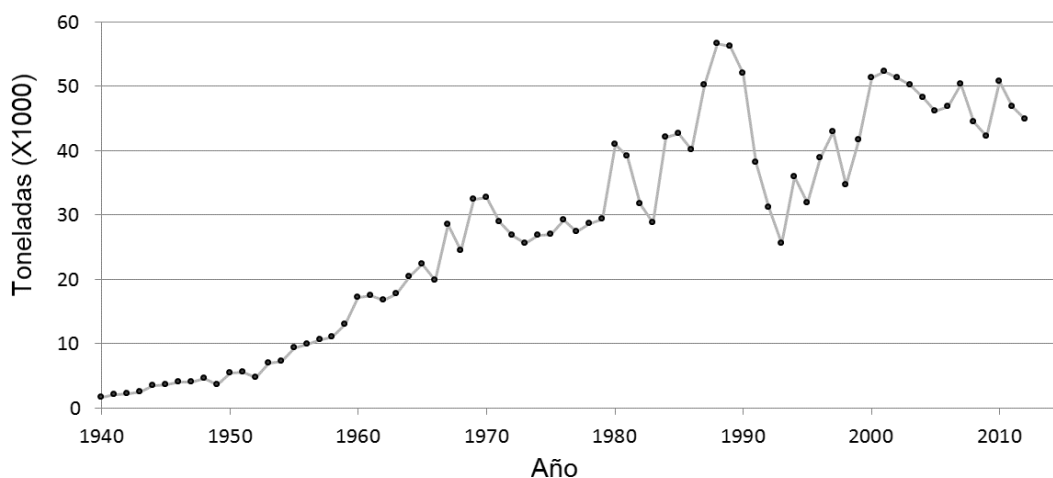


Figura 2. Serie histórica de la producción (peso vivo en toneladas) de *C. virginica* en México- 1940-2012.

2.6 PROBLEMÁTICA DE LA NOM-015-PESC-1994

Pese a la importancia económica y social de *C. virginica*, únicamente el estado de Tabasco cuenta con la norma NOM-015-PESC-1994 que regula la extracción de las existencias naturales del ostión por medio de herramientas de manejo tales como temporadas de veda y talla mínima de extracción, implementadas en función de los

estudios poblacionales que se realizan cada año, sin considerar la evaluación del estado gonádico (George *et al.*, 2003). En Veracruz, las sociedades cooperativas de las lagunas del norte, poseen permisos de pesca comercial y se rigen por cuotas de extracción basados en la experiencia de la aplicación la NOM-015-PESC-1994.

De acuerdo a la Carta Nacional Pesquera (DOF, 2012), la pesquería del ostión americano se encuentra en el estatus de “aprovechada al máximo sustentable” en los estados de Veracruz, Tabasco y Campeche, lo que demuestra que el plan de manejo actual no es el indicado para mantener una extracción sustentable del recurso ostión. Dado que existen diferentes épocas de desove/eyacuación para *C. virginica* en función de las condiciones ambientales (George *et al.* 2003; Aldana, 2004) se hace necesario actualizar la NOM-015-PESC-1994 para que incluya la regulación en todos los estados de Golfo de México (DOF, 2012).

2.7 ESTUDIOS REPRODUCTIVOS DE *C. virginica*

La evaluación cualitativa de la gónada a través de la interpretación de cortes histológicos ha sido una herramienta útil para la descripción del ciclo reproductivo de distintas poblaciones de *Crassostrea virginica* distribuidas a lo largo de costa atlántica. En este tipo de trabajos, el ciclo reproductivo es dividido en estadios gonádicos durante los cuales la actividad de las gónadas va de la iniciación de la gametogénesis hasta la liberación de gametos incluyendo el período vegetativo que sigue después de la reproducción, que corresponde al reposo (Coe, 1932).

Son numerosas las clasificaciones del proceso de gametogénesis que se han desarrollado para el género *Crassostrea* (Tabla 1), sin embargo, se pueden agrupar en cuatro estadios marcadamente distintos: 1) reposo, 2) gametogénesis, 3) organismos maduros y 4) desove/eyaculación.

Los estudios clásicos de la reproducción de *C. virginica*, fueron realizados en poblaciones de latitudes templadas. En ellos se pudo observar como el ciclo reproductivo variaba en cada localidad (Coe, 1932; Loosanoff, 1942; Butler, 1949). Posteriormente la investigación sería enfocada en la determinación de los factores ambientales que propiciaban esa variación en el ciclo reproductivo (Ingle, 1951; Giese, 1959; Galtsoff, 1964). En estos trabajos, se relacionó los cambios de temperatura a lo largo del año, con el proceso de generación y crecimiento de los gametos. Sin embargo, en latitudes tropicales, los estrechos rangos de variación de la temperatura hace que el ciclo reproductivo de *C. virginica* sea considerablemente distinto al de las poblaciones en latitudes templadas, prolongando la temporada de liberación (Kennedy & Krantz, 1982) y manteniendo la actividad reproductiva durante todo el año (Roger & García-Cubas, 1980; Argüello *et al.*, 1986). Lo anterior demuestra la plasticidad que tiene la especie al adaptar su reproducción a condiciones ambientales contrastantes.

En México, Sevilla & Mondragón (1965), Argüello *et al.* (1986) y Arias de León (2005), describieron el ciclo reproductivo de *C. virginica* en la laguna de Tamiahua, Veracruz. A pesar de trabajar en la misma laguna, reportan ciclos reproductivos que difieren uno del otro, sugiriendo que la especie puede cambiar su ciclo reproductivo,

probablemente debido a cambios en las condiciones ambientales. El mismo Arias de León (2005) y Baqueiro *et al.*, (2007) reportaron que dentro de un mismo cuerpo lagunar, dos bancos ostrícolas expuestos a condiciones distintas pueden llegar a presentar variación en la reproducción.

Tabla 1. Clasificaciones del proceso de gametogénesis en el género *Crassostrea*. (Modificado de Arias de León, 2005).

AUTOR	AÑO	ESTADIOS GONÁDICOS
<i>Loosanof</i>	1942	<ol style="list-style-type: none"> 1. Inactivo 2. Desarrollo y predesove 3. Parcialmente desovado 4. Postdesove avanzado 5. Indiferenciado
<i>Kennedy & Battle</i>	1964	<ol style="list-style-type: none"> 1. Actividad temprana 2. Actividad tardía 3. Maduro 4. Desovado 5. Reabsorción
<i>Roger & García-Cubas</i>	1980	<ol style="list-style-type: none"> 1. Indiferenciado 2. Gametogénesis 3. Reproducción 4. Postdesove
<i>Martínez et al.</i>	1995	<ol style="list-style-type: none"> 1. Indiferenciado 2. Maduración temprana 3. Maduración tardía 4. Liberación 5. Posliberación
<i>Lango-Reynoso et al.</i>	2000	<ol style="list-style-type: none"> 1. Inicio de la gametogénesis 2. Crecimiento 3. Maduración 4. Degeneración
<i>George et al.</i>	2003	<ol style="list-style-type: none"> 1. Gametogénesis inicial 2. Gametogénesis avanzada 3. Madurez 4. Reproductiva o desove 5. Postdesove 6. Reposo
<i>Enríquez et al.</i>	2009	<ol style="list-style-type: none"> 1. Reposo 2. Gametogénesis temprana 3. Gametogénesis tardía 4. Maduración 5. Desove y reabsorción

3. HIPÓTESIS

- El ciclo reproductivo de *Crassostrea virginica* es igual en las tres lagunas del norte de Veracruz, debido a que se trata de un sistema lagunar interconectado que mantiene condiciones similares de las variables fisicoquímicas del agua, proporcionando así un medio homogéneo en el cual se desarrollan las distintas poblaciones ostrícolas.
- Una vez alcanzada la talla de primera madurez sexual descrita para la especie (40 mm), los ostiones tendrán el mismo patrón reproductivo, por lo tanto, el ciclo reproductivo de los ostiones con tallas de 40-60 mm (<70 mm) y los que tienen tallas iguales o mayores a 70 mm (≥ 70 mm) es igual en las tres lagunas del norte de Veracruz.
- *Crassostrea virginica* presenta fecundación externa, la sincronización en la emisión de los gametos asegura la fecundación, debido a esto, el ciclo reproductivo de hembras y machos es igual en las tres lagunas del norte de Veracruz.
- La temporada de veda y la talla mínima de extracción propuesta en la NOM-015-PESC-1994, coinciden con el período desove/eyaculación y la talla mínima reproductiva de los ostiones del norte de Veracruz.

4. OBJETIVOS

4.1 GENERAL

Describir el ciclo reproductivo de *Crassostrea virginica* en las lagunas de Pueblo Viejo, Tamiahua y Tampamachoco, ubicadas al norte de Veracruz para proponer herramientas de manejo como la veda temporal reproductiva y la talla mínima de extracción para el ostión americano,.

4.2 PARTICULARES

- Describir y comparar el ciclo reproductivo de *C. virginica* de las lagunas norte de Veracruz.
- Conocer la variación reproductiva intralagunar de *C. virginica* de las lagunas norte de Veracruz.
- Comparar el ciclo reproductivo de ostiones <70 mm y ≥ 70 mm de las lagunas norte de Veracruz.
- Comparar el ciclo reproductivo de hembras y machos de *C. virginica* de las lagunas norte de Veracruz.
- Determinar la influencia de la temperatura y la salinidad del agua en el ciclo reproductivo de *C. virginica*.
- Conocer la talla mínima reproductiva de *C. virginica* en las lagunas norte de Veracruz.

5. MATERIAL Y MÉTODOS

5.1 DESCRIPCIÓN DE LOS SITIOS DE COLECTA

La recolección de los ostiones se realizó en las lagunas de Pueblo Viejo, Tamiahua y Tampamachoco, ubicadas en la región norte del estado de Veracruz (Figura 3). En su conjunto, estas tres lagunas representan la principal zona de producción y abastecimiento del mercado ostrícola de la República Mexicana (Camacho *et al.* 1980). Se encuentran ubicadas en las llanuras costeras del Golfo de México, entre los municipios de Tuxpan y Tampico, formando parte de las cuencas hidrológicas de los ríos Tuxpan y Pánuco. El área de este estudio está limitado por las coordenadas 20° 05'N-97° 50'W y los 20°18'N-97°19'W (Tabla 2).

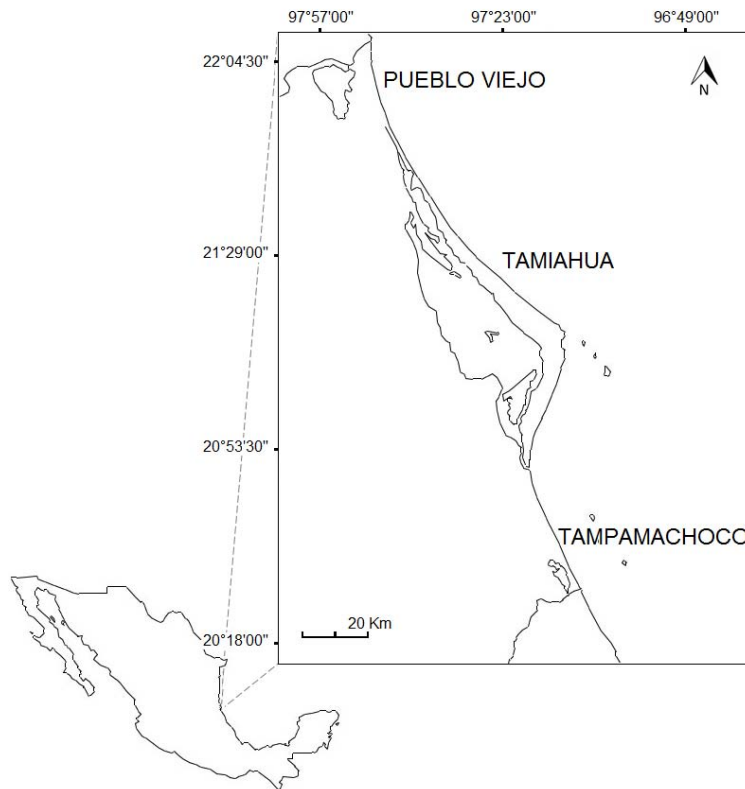


Figura 3. Ubicación geográfica de las lagunas de Pueblo Viejo, Tamiahua y Tampamachoco, en el norte de Veracruz.

Tabla 2. Características generales de las lagunas del norte de Veracruz.

Laguna	Coordenadas geográficas	Ríos que desembocan	Extensión (Ha)
Pueblo Viejo	22° 05' N - 97° 50' W 22° 13' N - 97° 57' W	Pánuco	9,300
Tamiahua	21° 15' N-97° 23' W 22° 06' N- 97° 46' W	Pánuco y Tuxpan	88,000
Tampamachoco	20° 18' N-97° 19' W 21° 02' N- 97° 22' W	Tuxpan	1,500

5.1.1 PUEBLO VIEJO

Se localiza en los límites con Tampico. Limita al norte con el río Pánuco con el cual se comunica a través de un canal, al oriente con ciudad Cuauhtémoc y Tampico Alto. Tiene una superficie de 93.7 km² aproximadamente. Su longitud máxima en sentido norte-sur es de 15 km y su ancho máximo es de 9.5 km en la parte norte de la laguna. El clima es cálido, subhúmedo. Desembocan en ella los ríos: La Tapada, Los Pedernales, la Cuásima, la Puerca y Tamacuil, siendo este último el más importante. Su mayor profundidad es de 2.5 m con un promedio ligeramente mayor a 1 m (Contreras, 1996).

5.1.2 TAMIAHUA

Es la laguna costera más grande del estado de Veracruz, con una superficie aproximada de 880 km², longitud de 100 km y ancho de 25 km (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. Actualmente cuenta con dos bocas: una al norte del sistema, la

boca de Tampachiche y otra al sur, la boca de Corazones, que se encuentra frente a la ciudad de Tamiahua. Su profundidad promedio es de 2.2 m (De la Lanza & Cáceres, 1994).

5.1.3 TAMPAMACHOCO

El sistema lagunar de Tuxpan-Tampamachoco está delimitado al norte por la Sierra de Otontepec, al sur por la Sierra de Papantla y al poniente por la Sierra Madre Oriental, en las porciones de Huayacocotla y Chicontepec. Tiene una superficie de 16 km², su longitud es de 10.6 km con una anchura máxima de 2.7 km. Su profundidad máxima es de 4 m en el canal artificial de navegación que la atraviesa de norte a sur. A esta laguna llegan cuatro afluentes: por el suroeste, aguas continentales provenientes del río Tuxpan, por el sureste las del frente marino, al noroeste se comunica con la laguna de Tamiahua por medio de dos canales de navegación, el Antigo y el Nuevo, y al noroeste tiene una comunicación directa con el Golfo de México, llamada Boca de Galindo, abierta artificialmente en 1979 (Contreras, 1996).

5.2 RECOLECCIÓN DE OSTIONES

Para cada laguna fueron seleccionados tres bancos ostrícolas reconocidos por su alta producción (Tabla 3. Nombre y ubicación geográfica de los bancos seleccionados para las lagunas del norte de Veracruz.).

Tabla 3. Nombre y ubicación geográfica de los bancos seleccionados para las lagunas del norte de Veracruz.

Laguna	Nombre del banco	Coordenadas geográficas del banco
Pueblo Viejo	Isleta Grande	22°09'55.4" N-97°51'41.8"W
	Lompe	22°10'24.1"N -97°51'30.4"W
	Medianía	22°09'53.4"N-97°53'10.3"W
Tamiahua	La Palma	21°22'23.7"N-97°26'44.1"W
	Panzacola	21°21'23.2"N-97°27'05.2"W
	Cabecillas	21°18'0.0"N-97°26'28.3"W
Tampamachoco	Pipiloja	21°01'47.5"N-97°21'52.1"W
	Restinga	21°00'46.5"N-97°21'29.6"W
	Tubo	21°00'28.4"N-97°21'38.9"W

La Figura 4, muestra la ubicación espacial de estos bancos. Se realizaron muestreos mensuales de enero a diciembre de 2011, en los que fueron extraídos 30 individuos por banco, con la única restricción de que los ostiones recolectados mostraran una talla igual o superior a 40 mm. Todos los organismos fueron limpiados de epibiontes y materiales adheridos a la concha.

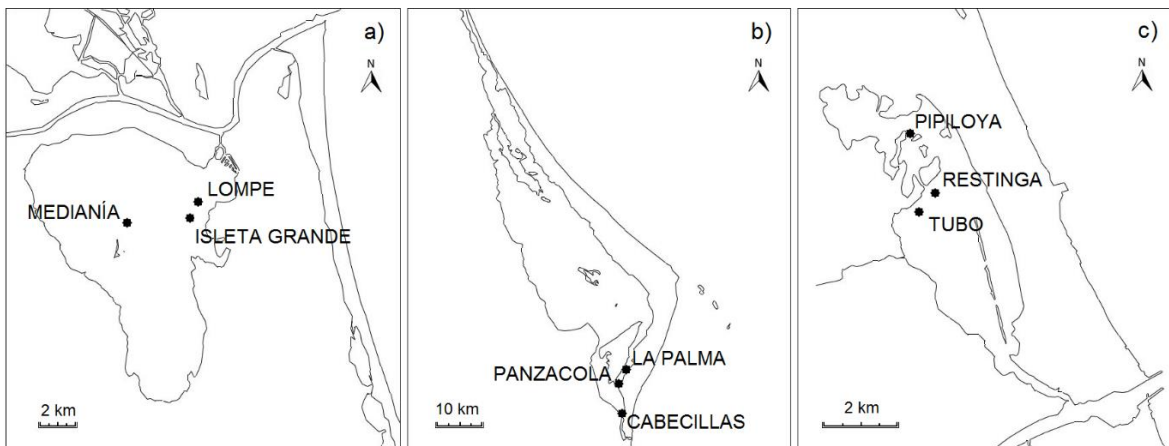


Figura 4. Ubicación geográfica de los bancos ostrícolas muestreados. a) Pueblo Viejo, b) Tamiahua y c) Tampamachoco.

En la laguna de Pueblo Viejo, las muestras correspondientes a los meses de enero, octubre y diciembre del banco Lompe, y la muestra del mes de octubre del banco

Medianía no pudieron ser recolectadas debido a problemas por desazolves del área. El número de muestra por laguna fue de: 960 ostiones en la laguna de Pueblo Viejo, 1080 ostiones para Tamiahua y 1080 para Tampamachoco. El número total de la muestra con la que se trabajó en esta tesis fue de 3120 ostiones.

Debido a que la temperatura y la salinidad no fueron registradas durante la recolecta, los datos de estas variables fueron obtenidos con base en una revisión bibliográfica.

5.3 BIOMETRÍAS DE LOS OSTIONES

Con un vernier, se realizaron mediciones de la longitud antero-posterior de la concha de los ostiones. Las muestras fueron divididas en dos grupos de acuerdo a su altura. El primer grupo se compone de ostiones con tallas entre 40 a 69 mm (< 70 mm), mientras que el segundo grupo con ostiones de tallas iguales o superiores a 70 mm (≥ 70 mm).

5.4 PREPARACIÓN DE LAS MUESTRAS HISTOLÓGICAS

De cada organismo se tomó una sección transversal de tejido de la región media del complejo gónada-glándula digestiva. Estos tejidos fueron fijados en formol al 10% en agua filtrada de la misma laguna durante 72 horas. Posteriormente fueron tratados de acuerdo a la rutina de deshidratación, aclaramiento y preinclusión realizada en el histoquinette (anexo 10.1.1).

Los bloques de parafina fueron cortados a un grosor de 6 μ m con ayuda de un microtomo Microm®. Dichos cortes, fueron montados sobre portaobjetos y teñidos

con la técnica de tinción Hematoxilina-Eosina (anexo 10.1.2). Para el montaje permanente de las laminillas histológicas, se utilizó resina sintética.

5.5 EVALUACIÓN CUALITATIVA DE LOS ESTADIOS GONÁDICOS

Las laminillas histológicas fueron observadas al microscopio, y a cada una de estas, se le determinó el sexo y se le asignó uno de los estadios gonádicos que se muestran en la Tabla 4. Los estadios utilizados en esta tesis, fueron determinados de acuerdo a la relación entre el tejido conjuntivo y el tejido gonádico, la presencia o ausencia de túbulos y la abundancia y tamaño de los gametos.

Los estadios gonádicos observados en cada banco se agruparon por mes y se expresaron en valores porcentuales. De esta manera, se describió el ciclo reproductivo de *C. virginica* en cada banco de las tres lagunas del norte de Veracruz.

Con los ciclos reproductivos descritos, se realizó una comparación de estos entre lagunas, entre bancos de la misma laguna, entre tallas (<70 mm y ≥ 70 mm) y entre sexos (hembras y machos).

Tabla 4. Descripción histológica de los estadios gonádicos.

	Descripción histológica	
	<i>Hembras</i>	<i>Machos</i>
Reposo	El tejido conjuntivo ocupa todo el espacio entre la glándula digestiva y el tejido gonádico. Rara vez 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	Entre el tejido conjuntivo se empiezan a formar los folículos que se llenan de ovogonias y ovocitos aumentando de tamaño. La cromatina es laxa y pueden o no observarse los nucléolos	Entre el tejido conjuntivo que llena la cavidad visceral se empiezan a formar los folículos en los cuales hay crecimiento perimetral. Predominan los espermatocitos de primer y segundo orden
Maduros	El tejido conjuntivo es muy escaso. Los túbulos ovígeros ocupan casi todo el espacio del tejido gonadal. Dentro de los túbulos ovígeros predominan los ovocitos de talla uniforme con núcleos grandes y varios nucléolos	El tejido conjuntivo es muy escaso. Los túbulos seminíferos ocupan casi todo el espacio del tejido gonadal. Dentro de los túbulos seminíferos predominan los espermatocitos y espermatozoides con las colas apuntando hacia la luz del túbulo
Liberación	Los túbulos ovígeros no están bien definidos y se encuentran pocos ovocitos con forma indefinida	Los túbulos seminíferos contienen escasos espermatozoides maduros libres en la luz del túbulo

5.6 DETERMINACIÓN DE LA TALLA DE PRIMERA MADURACIÓN (L₅₀)

Para determinar la L₅₀ se hizo una recolecta de 100 ostiones por laguna (abril-2013).

En la laguna de Pueblo Viejo, la muestra de ostiones fue extraída del banco Lompe; en Tamiahua, los ostiones se obtuvieron del banco Panzacola y en la laguna de Tampamachoco los organismos fueron recolectados en el banco Restinga. Estas muestras fueron seleccionadas para que representaran toda la gama de tallas

posibles, desde el ostión más pequeño hasta el más grande. Los ostiones fueron agrupados en cohortes de tallas, con un intervalo de 5 mm entre cada grupo.

Las muestras fueron tratadas siguiendo el mismo procedimiento detallado en el apartado 5.4 *PREPARACIÓN DE LAS MUESTRAS HISTOLÓGICAS*. De la misma manera, a cada ostión le fue asignado uno de los cuatro estadios gonádicos.

La L_{50} , se define como la longitud en la que el 50% de los organismos está sexualmente maduro. En esta tesis, este parámetro poblacional se determinó cuando la frecuencia acumulativa de individuos en los estadios de maduración y en liberación alcanzó el 50% en la cohorte (Sparre y Venema, 1997).

5.7 ANÁLISIS ESTADÍSTICOS

Para determinar la significancia de las diferencias entre los estadios gonádicos de las muestras de lagunas y de bancos, se utilizó el análisis de varianza de una vía (ANOVA). En los casos donde se presentaron diferencias significativas se realizó la prueba *a posteriori*: Diferencia Verdaderamente Significativa (Tukey), para determinar entre que muestras se presentó tal diferencia.

La prueba de *t-Student* fue aplicada para determinar diferencia en el ciclo reproductivo entre tallas (<70 mm y ≥ 70 mm) y entre sexos (hembras y machos). Para determinar la relación que existe entre la temperatura y la salinidad con los estadios gonádicos, se realizaron correlaciones de Pearson para cada laguna. Todas las pruebas estadísticas utilizadas en este trabajo se realizaron utilizando el programa estadístico R.

6. RESULTADOS

6.1 COMPARACIÓN DEL CICLO REPRODUCTIVO DE *C. virginica* POR LAGUNAS

6.1.1 DESCRIPCIÓN DEL CICLO REPRODUCTIVO DE *C. virginica* EN PUEBLO VIEJO

La Figura 5 ilustra el ciclo reproductivo de los ostiones presentes en la laguna de Pueblo Viejo. El estadio de reposo presentó valores máximos en los meses de enero (42%), septiembre (47%) y diciembre (46%). Los organismos en gametogénesis se identificaron durante todo el año; con excepción de marzo, los demás meses presentaron porcentajes que excedían el 40%. En lo que se refiere a los organismos maduros, marzo (64%) mostró el pico de mayor abundancia. El periodo de febrero-abril (20-26%), fue el más importante para el desove/eyaculación.

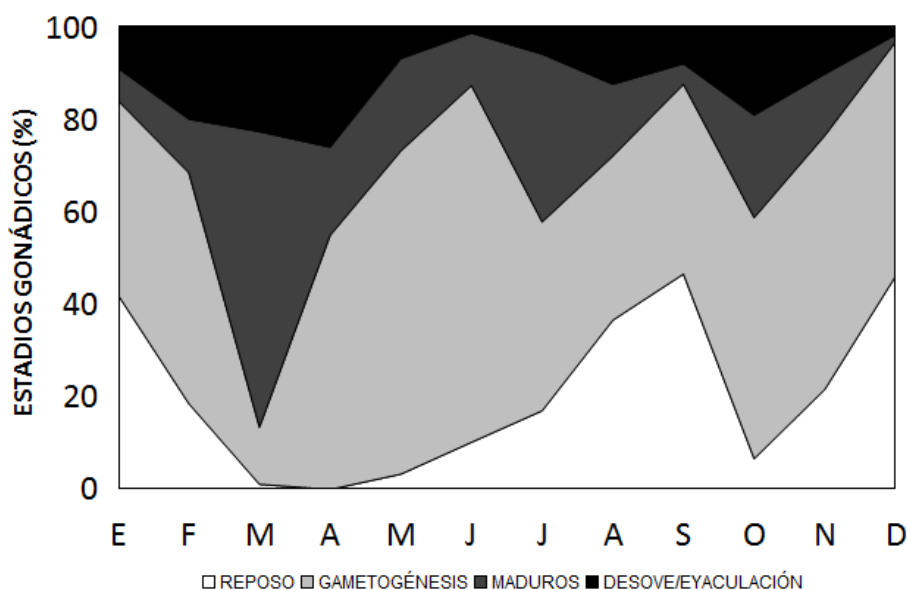


Figura 5. Ciclo reproductivo de *C. virginica* de la laguna de Pueblo Viejo.

6.1.2 DESCRIPCIÓN DEL CICLO REPRODUCTIVO DE *C. virginica* EN TAMIHUA

La Figura 6 muestra el ciclo reproductivo de los ostiones de la laguna de Tamiahua. En el estadio de reposo sexual sobresalen dos picos de abundancia, el primero en enero (25%) y el segundo en junio (22%). La fase de gametogénesis es abundante durante todo el año con los porcentajes más importantes desde el mes enero hasta julio (>40%). Los organismos maduros, presentan una tendencia creciente de enero (3%) hasta alcanzar su pico en agosto (63%). El desove/eyaculación fue abundante durante dos periodos del año, el primero de situó en los meses de enero y febrero (22-31%), y el segundo entre septiembre y diciembre (39-54%).

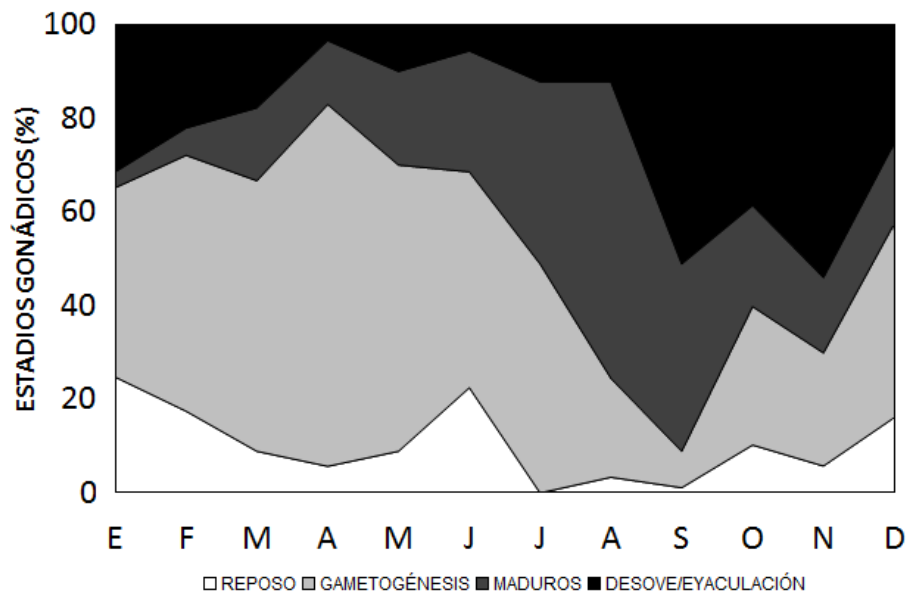


Figura 6. Ciclo reproductivo de *C. virginica* de la laguna de Tamiahua.

6.1.3 DESCRIPCIÓN DEL CICLO REPRODUCTIVO DE *C. virginica* EN TAMPAMACHOCO

El ciclo reproductivo de los ostiones de la laguna de Tampamachoco se muestra en la Figura 7. Los meses de enero-mayo tuvieron la mayor abundancia de reposo (32-60%). La gametogénesis fue muy abundante en el periodo de abril-junio (58-64%). Los ostiones maduros se presentaron en mayor porcentaje en los meses de la estación lluviosa, julio (60%), agosto (69%) y septiembre (51%). Octubre (55%) presentó la mayor abundancia de ostiones en desove/eyaculación.

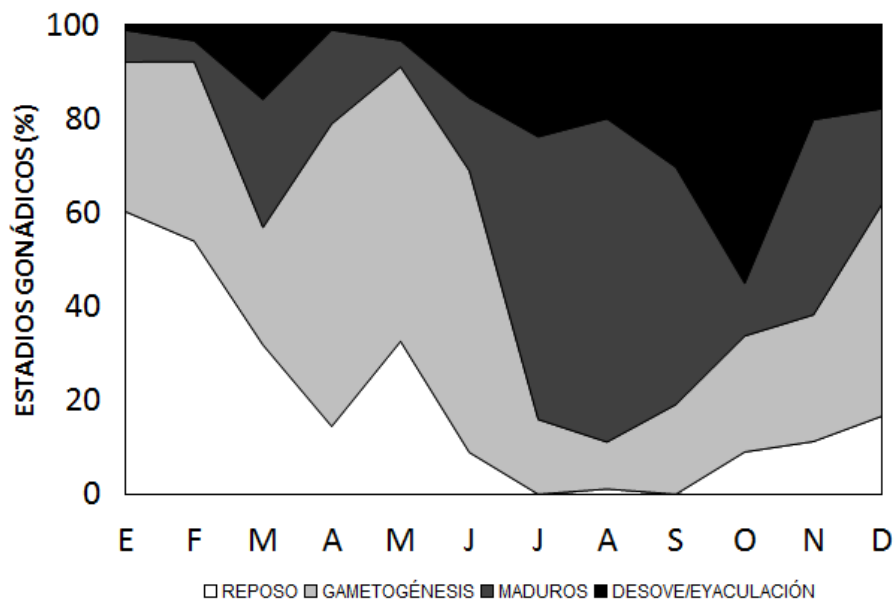


Figura 7. Ciclo reproductivo de *C. virginica* de la laguna de Tampamachoco.

6.1.4 COMPARACIÓN DE LOS ESTADIOS GONÁDICOS ENTRE LAGUNAS

El resultado del Análisis de Varianza de una vía (Tabla 5) determinó que existe diferencia en la frecuencia del estadio desove/eyaculación entre las lagunas del norte de Veracruz.

Tabla 5. Resultados del Análisis de Varianza para los estadios de madurez gonádica en los ostiones de las lagunas del norte de Veracruz

<i>Estadio</i>	<i>Valor de f</i>	<i>Valor de p</i>	<i>Diferencia significativa</i>
Reposo	1.5445	0.2285	NO
Gametogénesis	1.7013	0.1981	NO
Maduros	0.6734	0.5168	NO
Desove/eyaculación	2.1081	0.013	SI

La prueba de Tuckey (Tabla 6), mostró que la diferencia observada en el desove/eyaculación se dio entre los ostiones de Pueblo Viejo y las otras dos lagunas.

Tabla 6. Resultados de la prueba de Tukey entre el estadio de liberación en las tres lagunas del Norte de Veracruz.

<i>Contraste</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límite</i>
Pueblo Viejo vs Tamiahua	*-0.1690	*0.1250
Pueblo Viejo vs Tampamachoco	*0.2080	*0.1250
Tamiahua vs Tampamachoco	0.0390	0.1250

* Diferencia significativa

6.2 COMPARACIÓN DEL CICLO REPRODUCTIVO DE *C. virginica* POR BANCOS

6.2.1 LAGUNA DE PUEBLO VIEJO

6.2.1.1 DESCRIPCIÓN DEL CICLO REPRODUCTIVO DE *C. virginica* EN EL BANCO ISLETA GRANDE

El ciclo reproductivo de los ostiones de Isleta Grande (Figura 8) presentó valores máximos para el reposo (fig. 8a) en los meses de agosto (40%) y septiembre (83%). Los organismos en gametogénesis (fig. 8b) se identificaron durante todo el periodo de muestreo, con picos mayores a 70% en abril, mayo, junio y octubre. Los ostiones maduros (fig. 8c) mostraron una distribución bimodal en marzo (45%) y junio (37%). El desove/eyaculación (fig. 8d) presentó la mayor abundancia en marzo (24%).

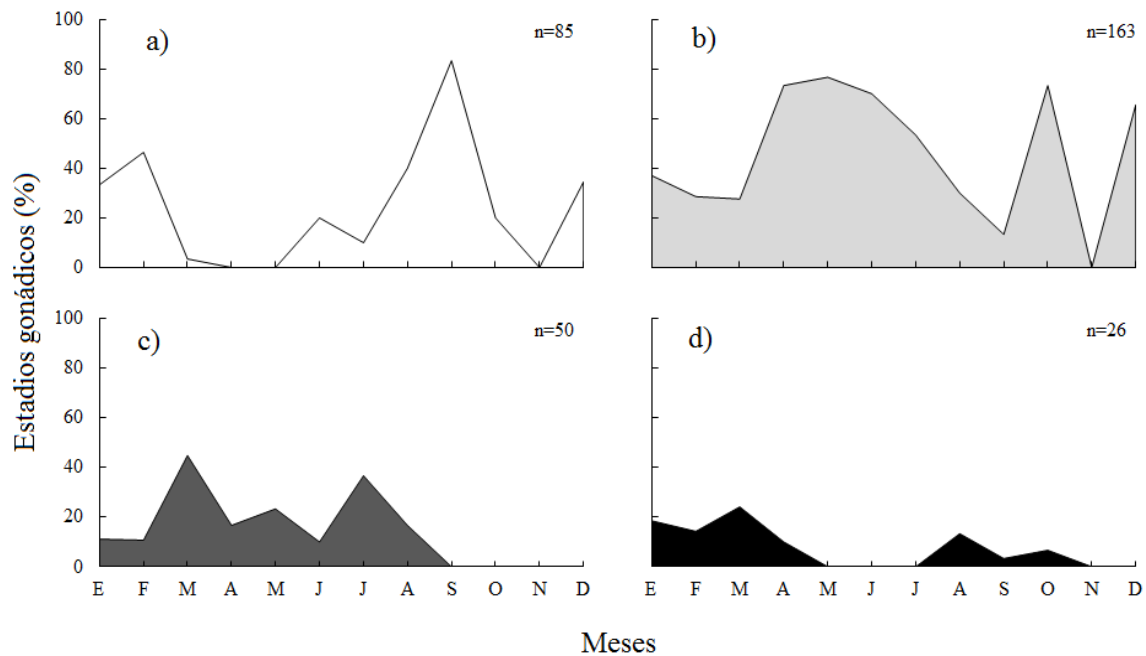


Figura 8. Ciclo reproductivo de *C. virginica* en el banco Isleta Grande, laguna de Pueblo Viejo. a) reposo, b) gametogénesis, c) maduración y d) desove/eyaculación.

6.2.1.2 DESCRIPCIÓN DEL CICLO REPRODUCTIVO DE *C. virginica* EN EL BANCO

LOMPE

La Figura 9 presenta el ciclo reproductivo de los ostiones del banco Lompe. En la etapa de reposo sexual (Fig. 9a) se distinguió un pico de abundancia para el mes de agosto (30%). La gametogénesis (Fig. 9b) mostró el mayor porcentaje de abundancia en el mes de junio (76%); en los meses de febrero, mayo, septiembre y noviembre, se reportó un promedio de abundancia para este estadio de 53%. Los organismos maduros (Fig. 9c), tuvieron tres picos de abundancia a lo largo del año, marzo (73%), julio (62%) y octubre (53%). El mes más importante para el desove/eyaculación (Fig. 9d) fue abril (60%), sin embargo otros dos picos con valores considerables se situaron en los meses de febrero y octubre (40%).

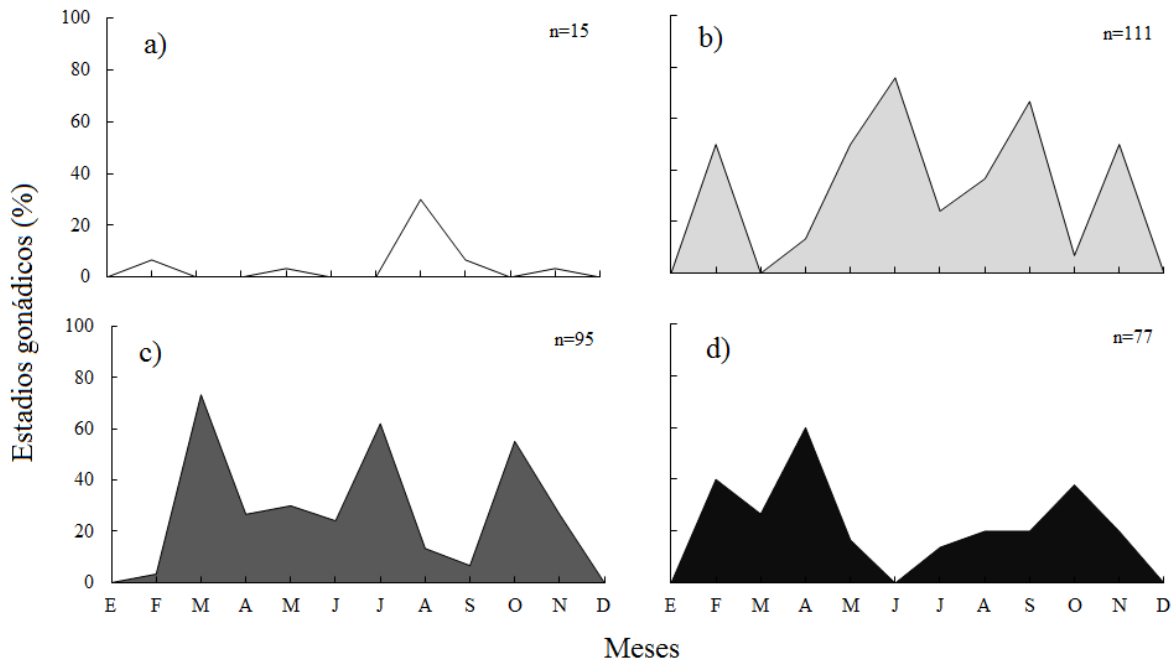


Figura 9. Ciclo reproductivo de *C. virginica* en el banco Lompe, laguna de Pueblo Viejo. a) reposo, b) gametogénesis, c) maduración y d) desove/eyaculación.

6.2.1.3 DESCRIPCIÓN DEL CICLO REPRODUCTIVO DE *C. virginica* EN EL BANCO

MEDIANÍA

Los estadios gonádicos de los ostiones del banco Medianía se encuentran representados en la Figura 10. El reposo (Fig. 10a) se situó en dos periodos a lo largo del año; el primero, correspondió a los meses de la estación de nortes (enero, noviembre y diciembre) con un promedio del 51%; el segundo, se compuso por los meses de la estación de lluvias (julio-septiembre) con un promedio del 44%. La gametogénesis (Fig. 10b) fue la fase más frecuente en este banco, con un promedio anual del 56%. El mes de marzo (73%) presentó el pico de mayor abundancia para organismos en maduración (Fig. 10c), le siguen en orden de importancia, febrero (21%) y agosto (17%). El mayor pico para el estadio de desove/eyaculación (Fig. 10d) se dio en marzo (17%).

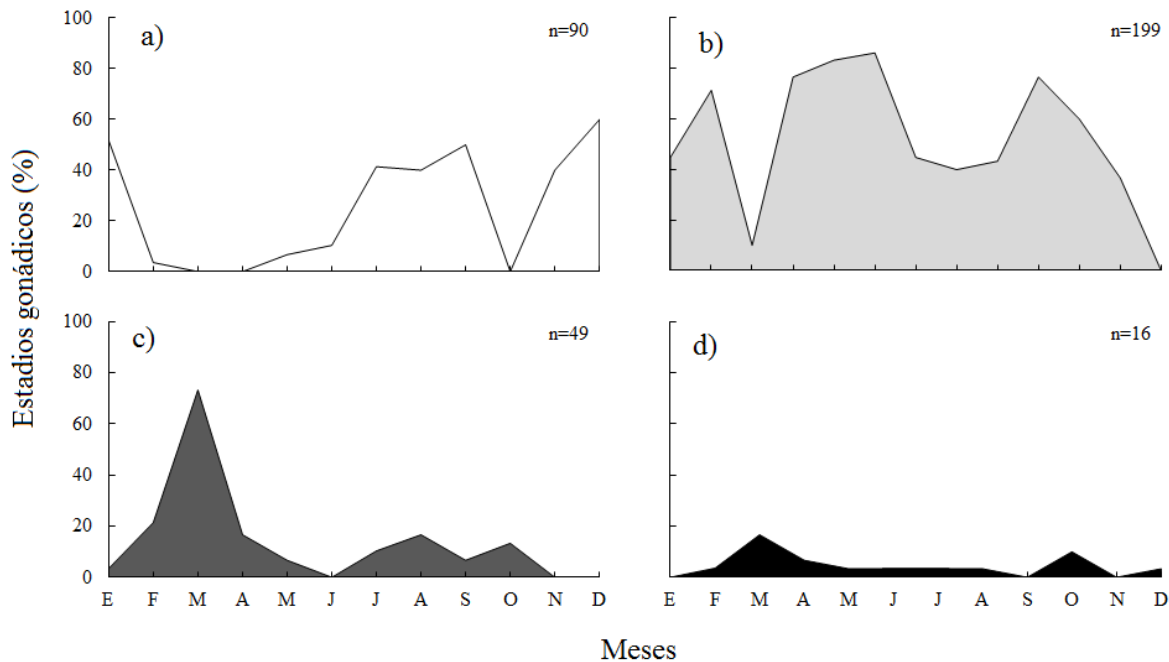


Figura 10. Ciclo reproductivo de *C. virginica* en el banco Medianía, laguna de Pueblo Viejo. a) reposo, b) gametogénesis, c) maduración y d) desove/eyaculación.

6.2.1.4 COMPARACIÓN DE LOS ESTADIOS GONÁDICOS ENTRE LOS BANCOS DE LA LAGUNA DE PUEBLO VIEJO

Los resultados del análisis de varianza de una vía para contrastar la variación entre los estadios gonádicos de los tres bancos de Pueblo Viejo (Tabla 7) determinaron que existe diferencia ($p < 0.05$) entre la frecuencia de los ostiones en el estadio de liberación.

Tabla 7. Resultados del Análisis de Varianza para los estadios gonádicos de los bancos de Pueblo Viejo.

<i>Estadio</i>	<i>Valor de f</i>	<i>Valor de p</i>	<i>Diferencia significativa</i>
Reposo	2.756	0.081	NO
Gametogénesis	2.002	0.154	NO
Maduración	1.928	0.164	NO
Desove/eyaculación	9.626	0.001	SI

De acuerdo a los resultados de la prueba de Tukey (Tabla 8), los ostiones del banco Lompe se diferencia de los que pertenecen a los bancos Isleta Grande y Medianía en la frecuencia de individuos en estadio de desove/eyaculación.

Tabla 8. Resultados de la prueba de Tukey para los bancos de la laguna de Pueblo Viejo

<i>Contraste</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límite</i>
Isleta Grande vs Lompe	*-0.1690	*0.1250
Isleta Grande vs Medianía	0.0390	0.1250
Lompe vs Medianía	*0.2080	*0.1250

* Diferencia significativa

6.2.2 LAGUNA DE TAMIAHUA

6.2.2.1 DESCRIPCIÓN DEL CICLO REPRODUCTIVO DE *C. virginica* EN EL BANCO

LA PALMA

El ciclo reproductivo de los ostiones del banco de La Palma (Figura 11) presentó el reposo (Fig. 11a) principalmente en enero (38%). La gametogénesis (Fig. 11b) mostró valores importantes entre los meses de febrero a julio (47-72%). Los organismos maduros (Fig. 11c) presentaron un crecimiento constante desde marzo hasta agosto (11-60%), además de un pico de abundancia destacable en diciembre (40%). Organismos en desove/eyaculación (Fig. 11d) fueron observados en dos periodos del año, por una parte en los meses correspondientes a la estación de Nortes –noviembre (54%), enero (62%) y febrero (40%)- y en los meses de septiembre (57%) y octubre (34%), es decir, el final de la estación lluviosa.

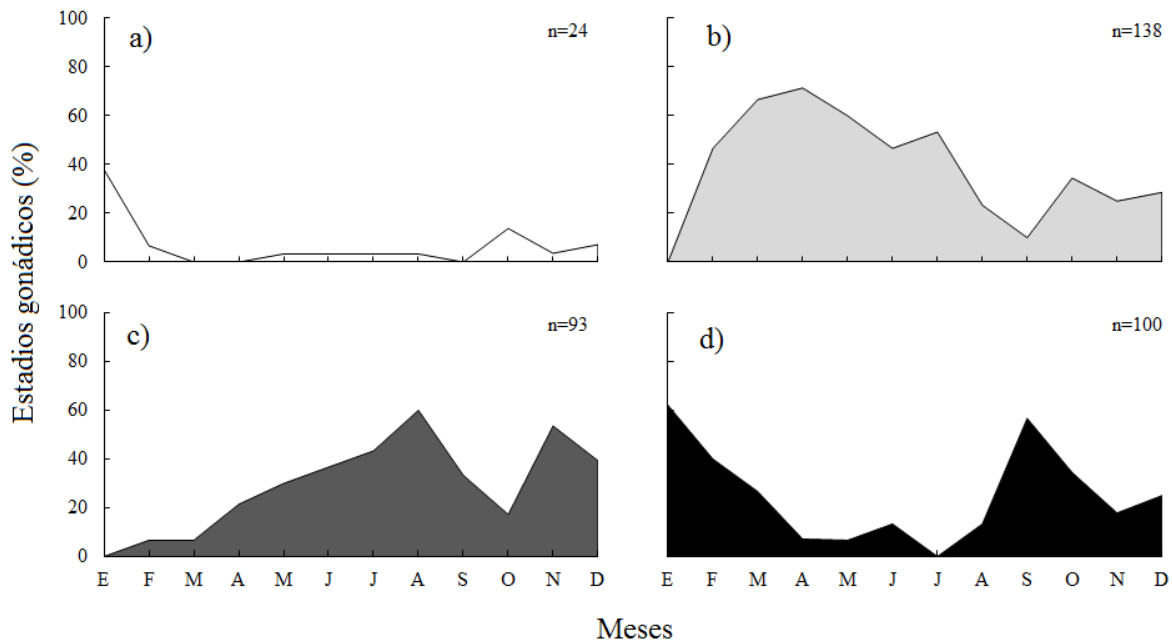


Figura 11. Ciclo reproductivo de *C. virginica* en el banco La Palma, laguna de Tamiahua. a) reposo, b) gametogénesis, c) maduración y d) desove/eyaculación.

6.2.2.2 DESCRIPCIÓN DEL CICLO REPRODUCTIVO DE *C. virginica* EN EL BANCO

PANZACOLA

El ciclo reproductivo de los organismos pertenecientes al banco de Panzacola se muestra en la Figura 12. Los picos de abundancia para los organismos en reposo (Fig. 12a) se encontraron en los meses de febrero (17%) y junio (20%). La fase de gametogénesis (Fig. 12b) mostró valores de presencia muy elevados desde el mes de enero hasta julio, siendo los meses de marzo, abril y mayo los que presentaron los mayores porcentajes (60, 80 y 60% respectivamente). Los meses de la estación lluviosa afectaron de manera positiva la presencia de ostiones maduros (Fig. 12c), específicamente los meses de agosto (73%), septiembre (37%) y octubre (33%). Los organismos en desove/eyaculación (Fig. 12d), se situaron principalmente en noviembre (73%) y septiembre (53%).

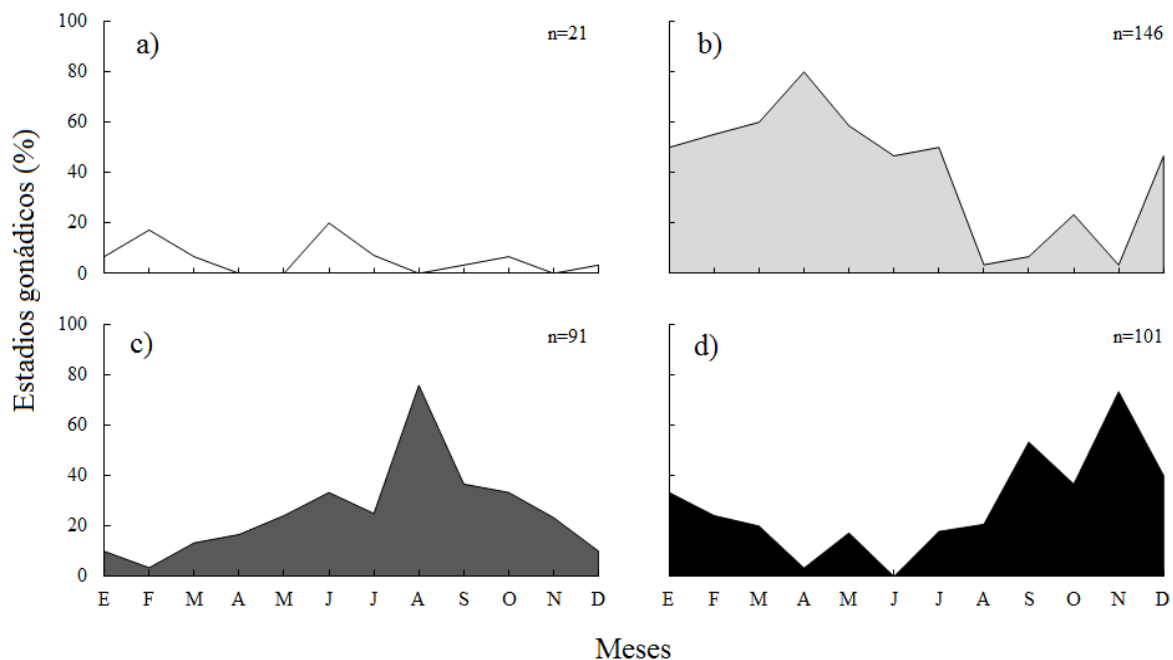


Figura 12. Ciclo reproductivo de *C. virginica* en el banco Panzacola, laguna de Tamiahua. a) reposo, b) gametogénesis, c) maduración y d) desove/eyaculación.

6.2.2.3 DESCRIPCIÓN DEL CICLO REPRODUCTIVO DE *C. virginica* EN EL BANCO

CABECILLAS

El ciclo reproductivo de los ostiones del banco de Cabecillas se presenta en la Figura 13. El mes de junio (28%) presentó el pico de abundancia para organismos en reposo (Fig. 13a). El estadio de gametogénesis (Fig. 13b) presentó la mayor abundancia de enero a mayo (83-90%) y en diciembre (74%) vuelve a ser importante. Los meses de julio (47%), agosto (57%) y septiembre (50%) presentaron el mayor porcentaje de organismos maduros (Fig. 13c). Dos picos de abundancia definen el estadio desove/eyaculación (Fig. 13d) para este banco, el primero se dio entre los meses de septiembre (43%) y octubre (45%) y el segundo en noviembre (34%).

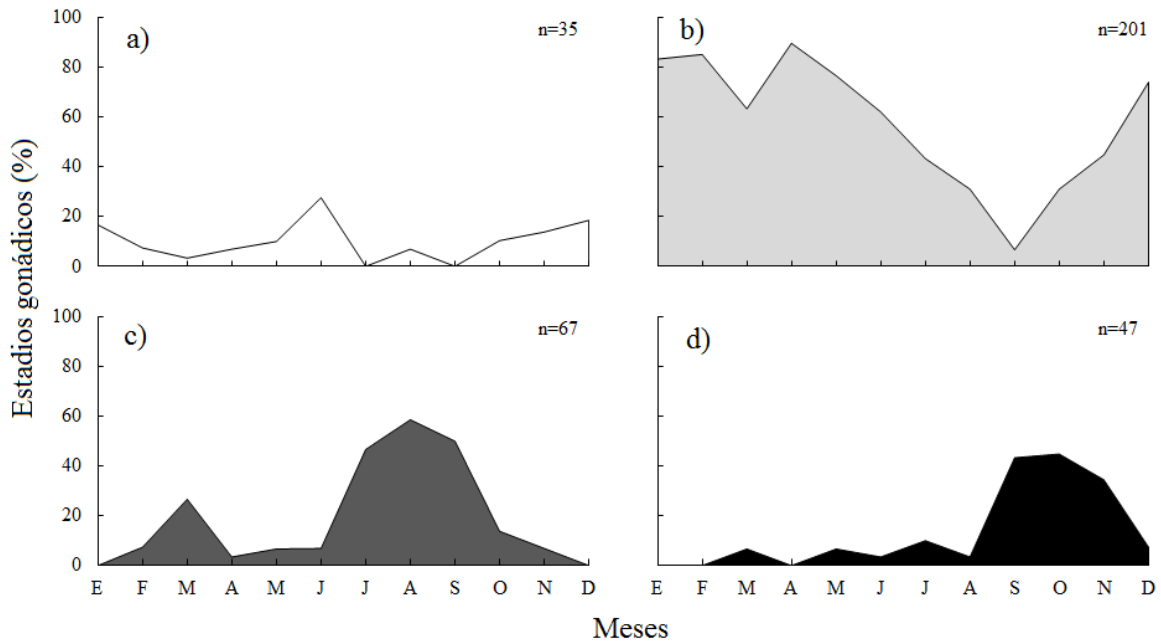


Figura 13. Ciclo reproductivo de *C. virginica* en el banco Cabecillas, laguna de Tamiahua. a) reposo, b) gametogénesis, c) maduración y d) desove/eyaculación.

6.2.2.4 COMPARACIÓN DE LOS ESTADIOS GONÁDICOS ENTRE LOS BANCOS DE LA LAGUNA DE TAMIAHUA

La Tabla 9 muestra los resultados del Análisis de Varianza de una vía para contrastar la presencia de los estadios gonádicos para los bancos de la laguna de Tamiahua. Los resultados demostraron que no hubo diferencia ($p > 0.05$) entre los estadios gonádicos.

Tabla 9. Resultados del Análisis de Varianza para los estadios gonádicos de los bancos de la laguna de Tamiahua.

<i>Estadio</i>	<i>Valor de f</i>	<i>Valor de p</i>	<i>Diferencia significativa</i>
Reposo	0.8058	0.4553	NO
Gametogénesis	2.1848	0.1285	NO
Maduración	0.5162	0.6015	NO
Desove/eyaculación	2.3118	0.1149	NO

6.2.3 LAGUNA DE TAMPAMACHOCO

6.2.3.1 DESCRIPCIÓN DEL CICLO REPRODUCTIVO DE *C. virginica* EN EL BANCO

PIPILOYA

En el ciclo reproductivo de los ostiones del banco Pipiloya se muestra en la Figura 14. El reposo (Fig. 14a) se incrementó en los meses finales de la temporada de nortes, de enero (37%) a marzo (73%). El estadio de gametogénesis (Fig. 14b) presentó cinco meses con una presencia igual o mayor a 50% (enero, 60%; febrero, 50%; abril, 57%; mayo, 60%; noviembre, 50%). Ostiones maduros (Fig. 14c) presentaron picos de abundancia en los meses de julio (55%), agosto (67%) y septiembre (53%). Los organismos en desove/eyaculación (Fig. 14d) fueron abundantes en la estación lluviosa, en junio (37%), julio (31%) y octubre (33%).

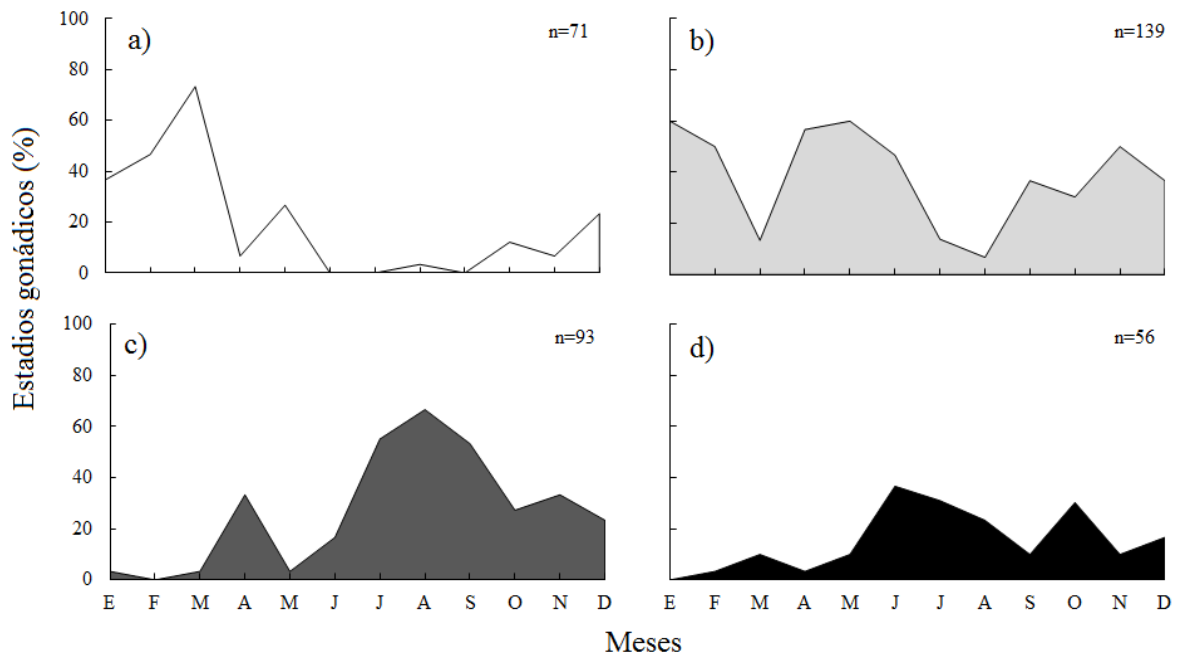


Figura 14. Ciclo reproductivo de *C. virginica* en el banco Pipiloya, laguna de Tampamachoco. a) reposo, b) gametogénesis, c) maduración y d) desove/eyaculación.

6.2.3.2 DESCRIPCIÓN DEL CICLO REPRODUCTIVO DE *C. virginica* EN EL BANCO

RESTINGA

La Figura 15 representa el ciclo reproductivo de la muestra de ostiones provenientes de Restinga. El reposo (Fig. 15a) para este banco se presentó de enero a junio y de noviembre a diciembre, con el pico de abundancia en enero (72%). Exceptuando el mes de septiembre, la gametogénesis (Fig. 15b) se presentó durante todo el año. Los meses con mayor número de individuos en este estadio abril (57%), mayo (70%) y junio (73%). Los organismos maduros (Fig. 15c) presentaron picos de abundancia en los meses de julio (69%), agosto (57%) y septiembre (53%). El desove/eyaculación en este banco (Fig. 15d) se presentó en septiembre (47%) y octubre (62%).

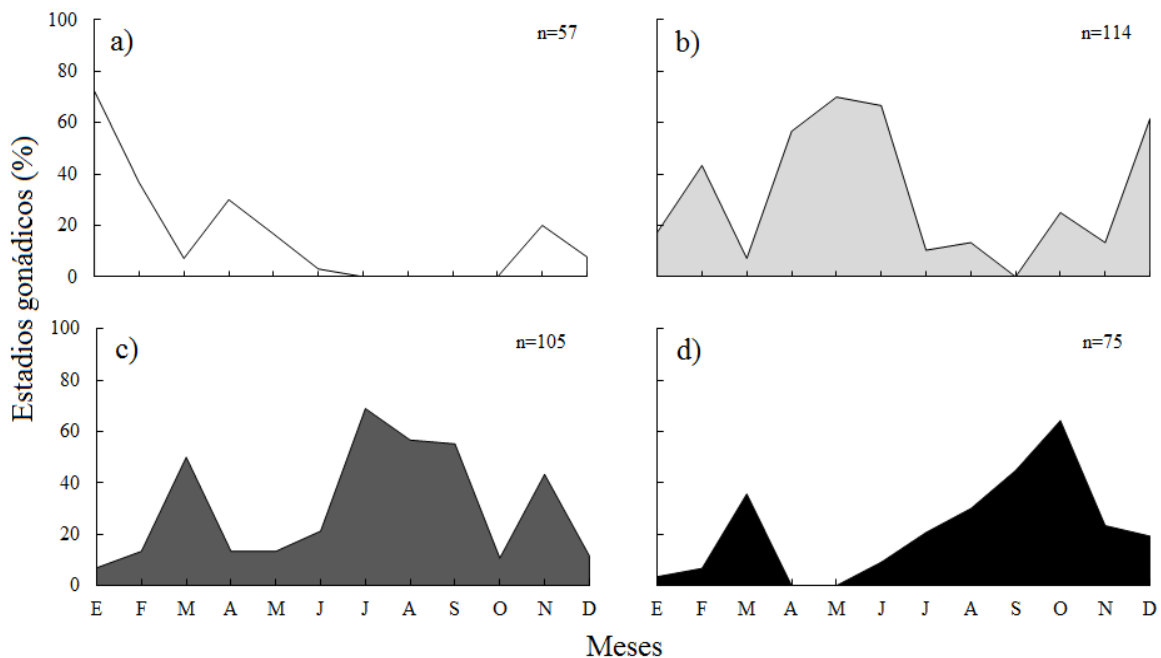


Figura 15. Ciclo reproductivo de *C. virginica* en el banco Restinga, laguna de Tampamachoco. a) reposo, b) gametogénesis, c) maduración y d) desove/eyaculación.

6.2.3.3 DESCRIPCIÓN DEL CICLO REPRODUCTIVO DE *C. virginica* EN EL BANCO

TUBO

El ciclo reproductivo de los ostiones de la muestra de Tubo se presenta en la Figura 16. El reposo en esta localidad (Fig. 16a) se presentó en los meses de enero (72%), febrero (79%) y mayo (55%). El estadio gametogénesis (Fig. 16b) registró la mayor abundancia en los meses de marzo (53%), abril (80%), mayo (45%) y junio (60%). Los ostiones maduros (Fig. 16c) fueron muy abundantes en el periodo comprendido entre julio (58%), agosto (83%) y septiembre (43%). El pico de máxima abundancia en desove/eyaculación (Fig. 16d) se ubicó en octubre (70%).

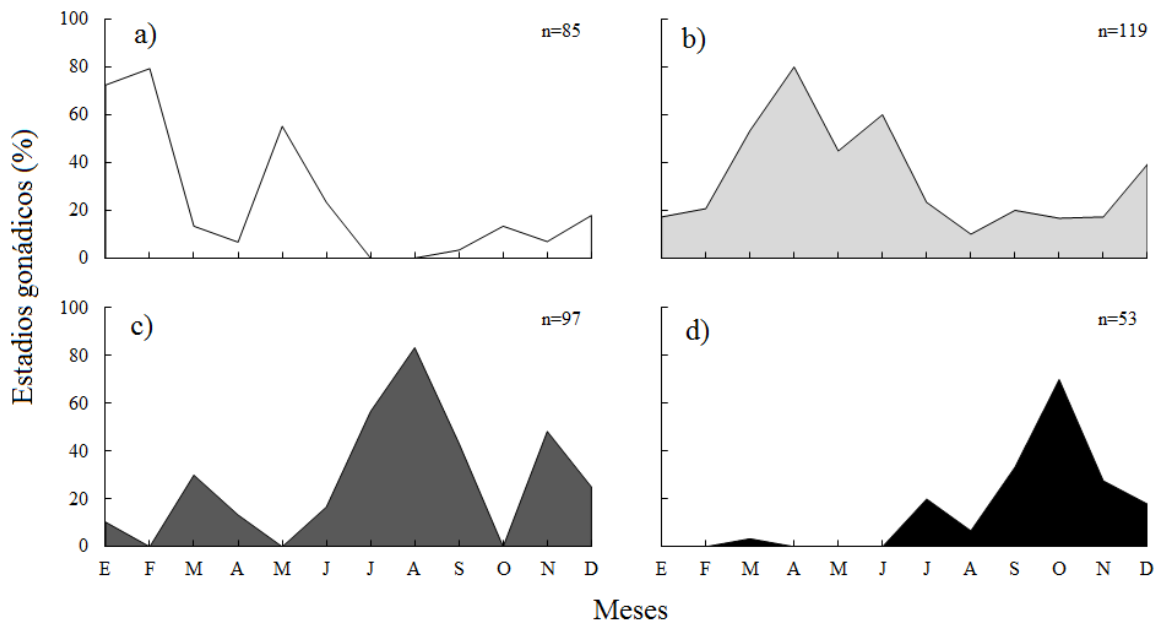


Figura 16. Ciclo reproductivo de *C. virginica* en el banco Tubo, laguna de Tampamachoco. a) reposo, b) gametogénesis, c) maduración y d) desove/eyaculación.

6.2.3.4 COMPARACIÓN DE LOS ESTADIOS GONÁDICOS ENTRE LOS BANCOS DE LA LAGUNA DE TAMPAMACHOCO

El análisis de varianza para contrastar los estadios gonádicos en los bancos de la laguna de Tampamachoco se muestra en la Tabla 10. De acuerdo a los resultados de esta prueba, ninguno de los estadios presentó diferencia entre los bancos de esta laguna.

Tabla 10. Resultados del Análisis de Varianza para los estadios gonádicos de los bancos de Tampamachoco.

<i>Estadio</i>	<i>Valor de f</i>	<i>Valor de p</i>	<i>Diferencia significativa</i>
Reposo	0.324	0.725	NO
Gametogénesis	0.267	0.767	NO
Maduración	0.083	0.920	NO
Desove/eyaculación	0.480	0.622	NO

6.3 COMPARACIÓN DEL CICLO REPRODUCTIVO DE *C. virginica* EN FUNCIÓN DE LA TALLA

6.3.1 COMPOSICIÓN DE TALLAS

6.3.1.1 LAGUNA DE PUEBLO VIEJO

La separación de la muestra entre organismos <70 mm y ≥ 70 mm procedentes de la laguna de Pueblo Viejo, se presenta en la Figura 17. Se calculó el porcentaje de individuos <70 mm y ≥ 70 mm para toda la laguna (Fig. 17d), demostrando que el 46% de toda la muestra estuvo representado por ostiones ≥ 70 mm (443 organismos), mientras que el 54% por ostiones <70 mm (517 organismos).

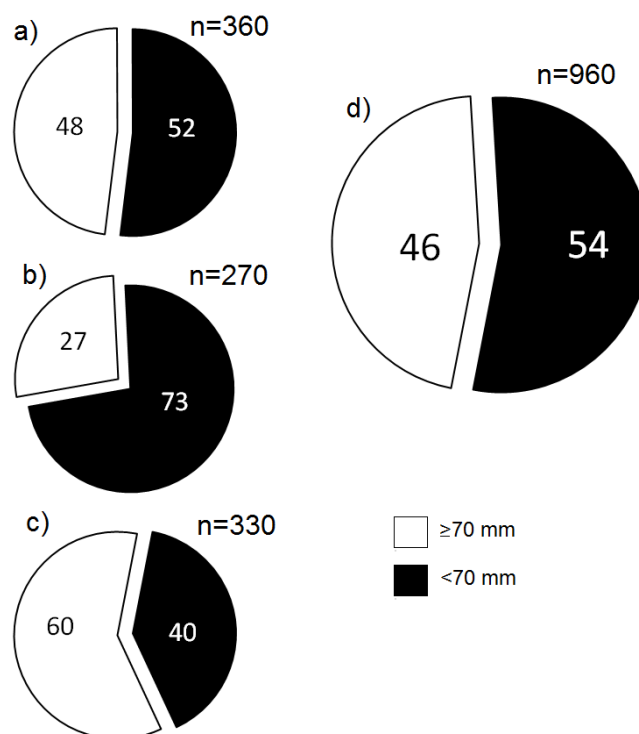


Figura 17. Porcentaje de ostiones ≥ 70 mm y < 70 mm de la laguna de Pueblo Viejo. a) Banco Isleta grande, b) Lompe, c) Medianía, d) Laguna de Pueblo Viejo.

6.3.1.2 LAGUNA DE TAMIAHUA

En la Figura 18 se presenta el porcentaje de ostiones < 70 mm y ≥ 70 mm de la muestra de Tamiahua. El porcentaje de organismos < 70 mm fue mayor en los tres bancos muestreados (La Palma, 71%; Panzacola 72%; Cabecillas, 64%). El porcentaje de ostiones ≥ 70 mm en los bancos de La Palma (Fig. 18a) y Panzacola (Fig. 18b), fueron muy similares (29 y 28% respectivamente), mientras que para el banco Cabecillas (Fig. 18c), el porcentaje de esta misma categoría de talla aumentó hasta 36%. La muestra total de ostiones de Tamiahua (Fig. 18d), presentó un 31% de individuos ≥ 70 mm (337 ostiones) y 69% de < 70 mm (743 ostiones).

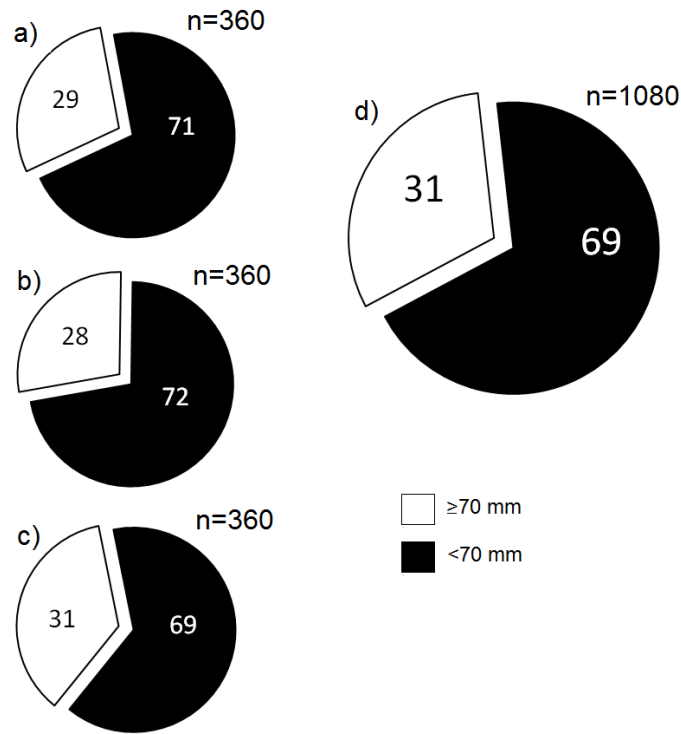


Figura 18. Porcentaje de ostiones $\ge 70\text{ mm}$ y $< 70\text{ mm}$ de la laguna de Tamiahua. a) La Palma, b) Panzacola, c) Cabecillas, d) Laguna de Tamiahua.

6.3.1.3 LAGUNA DE TAMPAMACHOCO

La Figura 19 muestra el porcentaje de organismos $< 70\text{ mm}$ y $\ge 70\text{ mm}$ en los bancos de la laguna de Tampamachoco. En los tres bancos; Pipiloya (Fig. 19a), Restinga (Fig. 19b) y Tubo (Fig. 19c), el porcentaje de ostiones $< 70\text{ mm}$ fue mayor que el de $\ge 70\text{ mm}$ (71, 70 y 74% respectivamente). De los 1080 ostiones que presentó la muestra de Tampamachoco (Fig. 19d), el 72% (775 ostiones) fueron considerados $< 70\text{ mm}$ y el restante 28% (305 individuos) como $\ge 70\text{ mm}$.

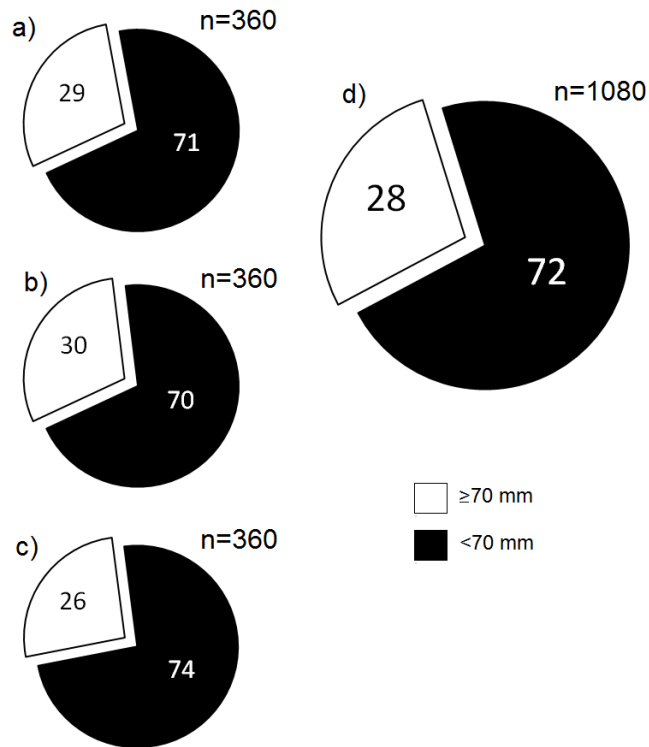


Figura 19. Porcentaje de ostiones <70 mm y ≥70 mm de la laguna de Tampamachoco. a) Pipiloya, b) Restinga, c) Tubo, d) Laguna de Tampamachoco.

6.3.2 DESCRIPCIÓN DEL CICLO REPRODUCTIVO DE *C. virginica* POR TALLAS

6.3.2.1 LAGUNA DE PUEBLO VIEJO

La Figura 20 presenta el ciclo reproductivo de organismos <70 mm y ≥70 mm de la muestra perteneciente a la laguna de Pueblo Viejo. Individuos con talla <70 mm en reposo reportaron máximo de abundancias en enero (52%), octubre (49%) y diciembre (40%), mientras que en los ostiones ≥70 mm, el reposo se mostró principalmente en agosto (44%), septiembre (65%) y diciembre (53%).

Se encontraron organismos en gametogénesis durante todo el año, tanto para organismos con tallas <70 mm como para ≥70 mm, siendo más abundantes en los

meses de mayo (70 y 71%), junio (74 y 81%), noviembre (56 y 55%) y diciembre (54 y 46%).

La madurez en los ostiones de las dos categorías de tallas se presentó principalmente en el mes de marzo (65 y 64%), y en menor proporción en los meses de julio (36 y 38%) y octubre (29 y 18%).

Los ostiones en estadio de desove/eyaculación se presentaron entre los meses de febrero (34%) y abril (39%) en organismos <70 mm, en los ostiones con tallas ≥ 70 mm, el pico de mayor importancia para este estadio fue en octubre (55%).

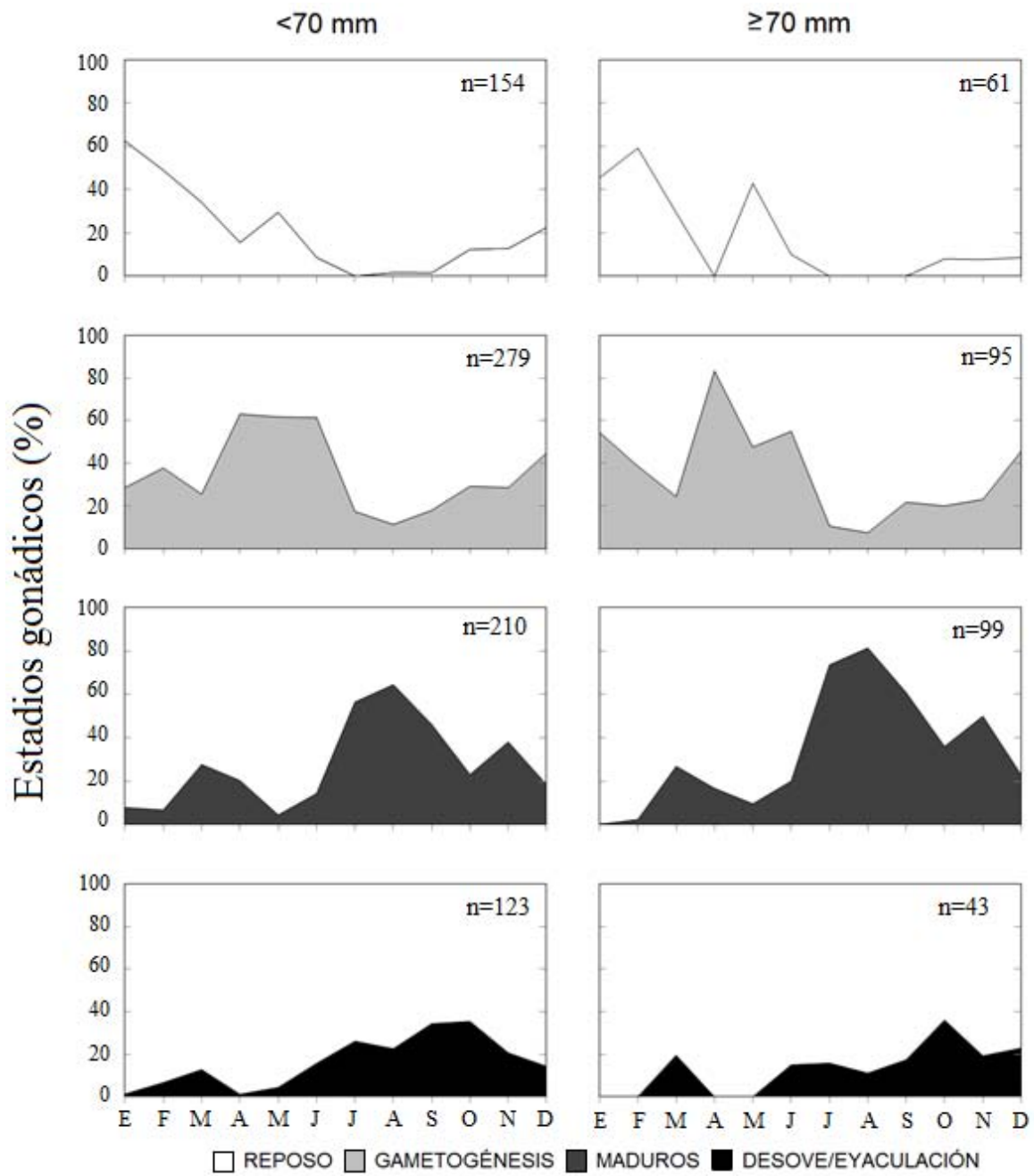


Figura 20. Ciclo reproductivo de ostiones <70 mm y ≥70 mm de la laguna de Pueblo Viejo.

Al hacer una prueba de *t*-Student para establecer la variación entre el ciclo reproductivo de los ostiones <70 mm y ≥70 mm en la laguna de Pueblo Viejo (Tabla 11), se observó que no existe diferencia significativa ($p>0.05$) entre ninguno de los estadios gonádicos.

Tabla 11. Resultados de la prueba de *t*-Student para los estadios gonádicos de ostiones <70 mm y ≥70 mm de la laguna de Pueblo Viejo.

<i>Estadios</i>	<i>Valor de t</i>	<i>Valor de p</i>	<i>Diferencia significativa</i>
Reposo	-0.34	0.736	NO
Gametogénesis	-0.71	0.480	NO
Maduros	0.76	0.450	NO
Desove/eyaculación	0.61	0.546	NO

6.3.2.2 LAGUNA DE TAMIAHUA

En la Figura 21, se muestra el ciclo reproductivo de ostiones <70 mm y \geq 70 mm pertenecientes a la muestra de Tamiahua. El estadio de reposo fue constante y de baja intensidad tanto en ostiones <70 mm como en \geq 70 mm, presentando el mayor pico de abundancia en el mes de enero (22% en ostiones <70 mm y 17% en ostiones \geq 70 mm).

En ostiones <70 mm, el estadio de gametogénesis se presentó entre el período de febrero a julio (47-74%), mientras que este mismo estadio en ostiones \geq 70 mm se presentó entre enero y julio (52-88%).

Los meses de la estación lluviosa, julio-septiembre, presentaron el mayor porcentaje de organismos en maduración, tanto para organismos <70 mm (40-64%), como para \geq 70 mm (36-61%).

Por último, el porcentaje de desove/eyacuación fue importante para los dos grupos de tallas, entre septiembre y noviembre teniendo el mayor pico en octubre (66% en ostiones <70 mm, y 75% en ostiones \geq 70 mm).

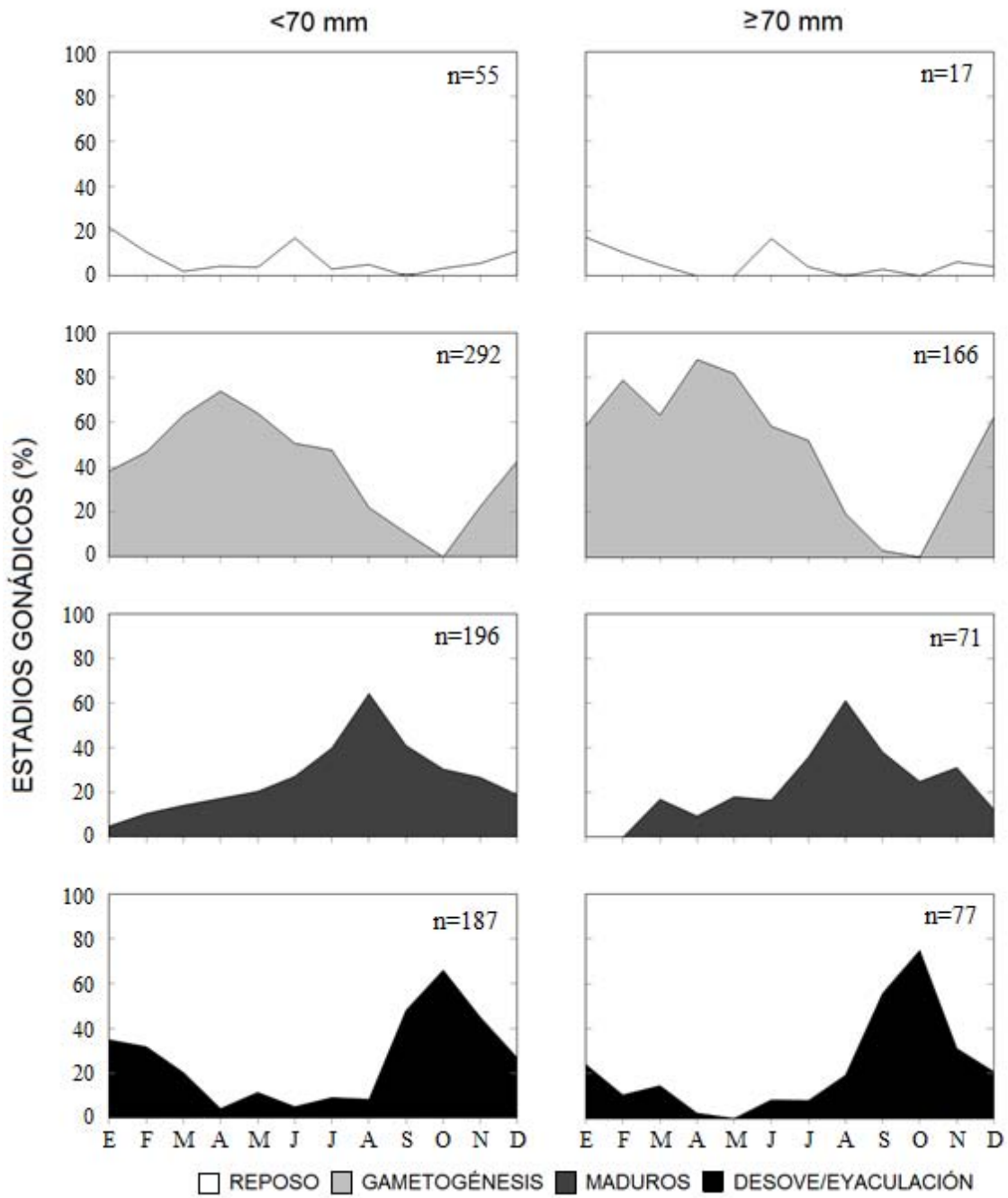


Figura 21. Ciclo reproductivo de ostiones <70 mm y ≥70 mm de la laguna de Tamiahua.

Se realizó una prueba de *t*-Student (Tabla 12) para determinar diferencias entre los estadios de desarrollo gonádico de las dos clases de tallas consideradas en este estudio. De acuerdo a los resultados de esta prueba, se muestra que no existe diferencia en el ciclo reproductivo de ostiones <70 mm y ≥70 mm de la muestra de Tamiahua.

Tabla 12. Resultados de la prueba de *t*-Student para los estadios gonádicos de ostiones <70 mm y ≥70 mm de la laguna de Tamiahua.

<i>Estadios</i>	<i>Valor de t</i>	<i>Valor de p</i>	<i>Diferencia significativa</i>
Reposo	0.67	0.505	NO
Gametogénesis	-0.88	0.386	NO
Maduros	0.61	0.542	NO
Desove/eyaculación	0.40	0.687	NO

6.3.2.3 LAGUNA DE TAMPAMACHOCO

El ciclo reproductivo de individuos <70 mm y ≥ 70 mm de la muestra de Tampamachoco (Figura 22) mostró que el reposo en ostiones <70 mm presentó los mayores picos de abundancia entre los meses de enero a mayo (34-62%) mientras que organismos ≥ 70 mm, el mismo estadio reproductivo se encontró entre enero y marzo (29-45%) y volvió a presentarse un pico en el mes de mayo (42%).

La gametogénesis se presentó durante todo el periodo de muestreo, siendo más importante de abril a junio (61-63%) en organismos <70 mm y en los meses de enero (55%), abril (83%), mayo (48%) y junio (55%) en ostiones ≥ 70 mm.

Los ostiones maduros se presentaron con mayor abundancia en el último semestre del año, tanto en ostiones <70 mm (18-64%) como en la categoría de ≥ 70 mm (23-81%).

Por su parte, el desove/eyaculación presentó picos en septiembre (34%) y octubre (35%) para los ostiones <70 mm y un único pico en octubre (36%) en el caso de los ostiones ≥ 70 mm.

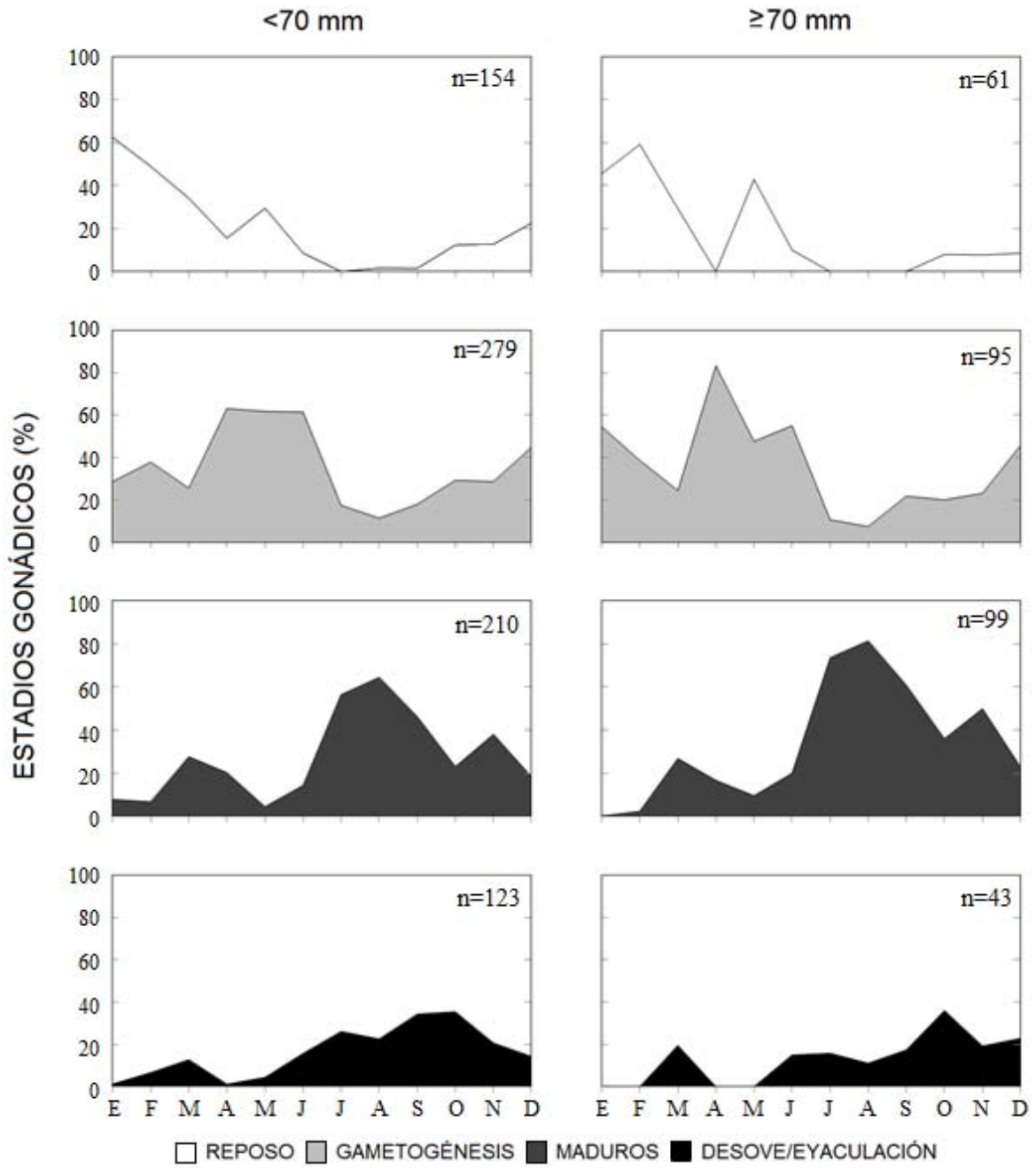


Figura 22. Ciclo reproductivo de ostiones <70 mm y ≥70 mm de la laguna de Tampamachoco.

El ciclo reproductivo de ostiones <70 mm y ≥ 70 mm de la muestra de Tampamachoco no presentó diferencias ($p > 0.05$) en ninguno de los estadios de madurez gonádica, de acuerdo a los resultados arrojados por la prueba de *t*-Student (Tabla 13).

Tabla 13. Resultados de la prueba de *t*-Student para los estadios gonádicos de ostiones <70 mm y ≥ 70 mm de la laguna de Tampamachoco.

<i>Estadios</i>	<i>Valor de t</i>	<i>Valor de p</i>	<i>Diferencia significativa</i>
Reposo	0.38	0.703	NO
Gametogénesis	-0.04	0.964	NO
Maduros	-0.61	0.543	NO
Liberación	0.67	0.506	NO

6.4 COMPARACIÓN DEL CICLO REPRODUCTIVO DE *C. virginica* EN FUNCIÓN DEL SEXO

6.4.1 PROPORCIÓN DE SEXOS

6.4.1.1 LAGUNA DE PUEBLO VIEJO

La proporción de sexos de los ostiones de la laguna de Pueblo Viejo (Figura 23) mostró que las hembras de Isleta Grande (Fig. 23a) y Medianía (Fig. 23c) presentaron un porcentaje similar, 42 y 46% respectivamente, mientras que en Lompe (Fig. 23b), mostraron un porcentaje de 62% para este mismo sexo. En el caso de los machos, se mostró una presencia muy parecida entre los tres bancos (28-32%). Los organismos en reposo, presentaron un porcentaje de 6% en Lompe, 25% en Isleta Grande y 26 % en Medianía.

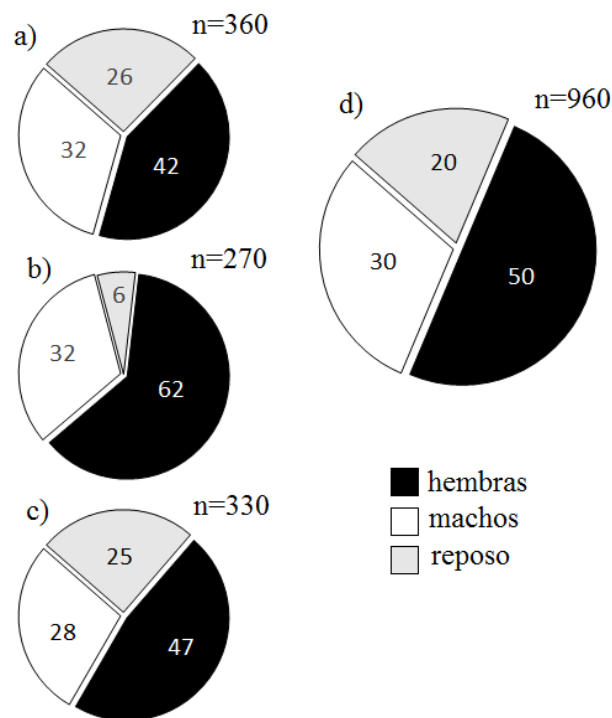


Figura 23. Porcentaje de sexos de los ostiones de la laguna de Pueblo Viejo. a) Isleta Grande, b) Lompe y c) Medianía.

6.4.1.2 LAGUNA DE TAMIAHUA

La proporción de sexos para la muestra de Tamiahua se presenta en la Figura 24. Las hembras fueron más abundantes en los bancos de La Palma (Fig. 24a) y Panzacola (Fig. 24b) presentando valores de 52 y 48% respectivamente, mientras que para el banco Cabecillas (Fig. 24c), los machos (46%) superaron en número a las hembras. Se encontraron proporciones muy similares de organismos en reposo, los cuales iban de 6-10% de la muestra. En esta laguna se observó la presencia de cuatro ostiones hermafroditas, uno en La Palma y tres en Panzacola.

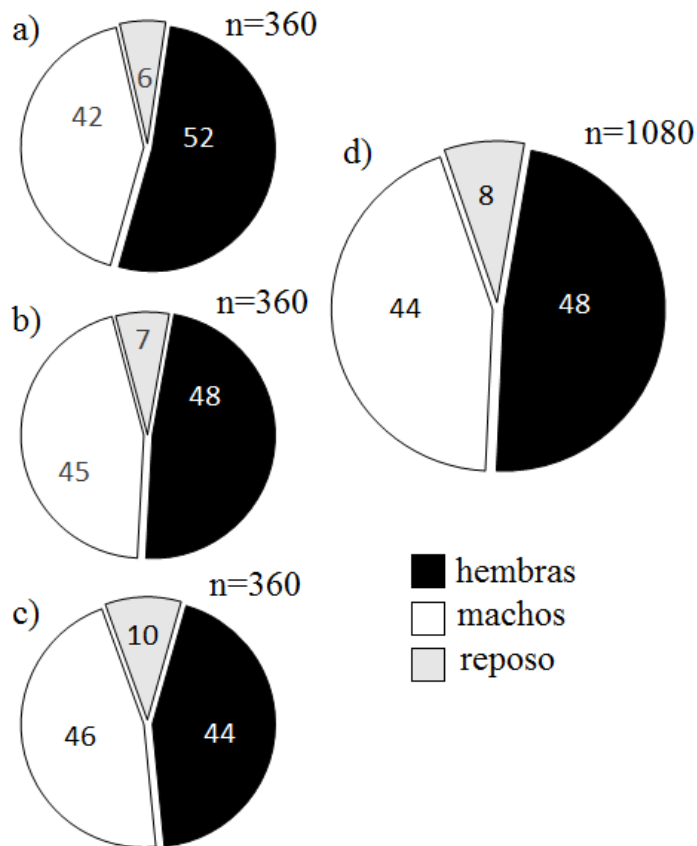


Figura 24. Porcentaje de sexos de los ostiones de la laguna de Tamiahua. a) La Palma, b) Panzacola y c) Cabecillas.

6.4.1.3 LAGUNA DE TAMPAMACHOCO

La Figura 25 muestra la proporción de sexos para los ostiones de la muestra de Tampamachoco. Los ostiones hembras fueron el 50% de la muestra en los tres bancos. Los individuos machos mostraron porcentajes de 35, 36 y 30% en los bancos de Pipiloya (Fig. 25a), Restinga (Fig. 25b) y Tubo (Fig. 25c) respectivamente. Los ostiones en reposo representaron un porcentaje considerable en las tres localidades (15-20%). Durante los doce meses que duró el muestreo, se reportaron cuatro organismos con hermafroditismo, dos en Restinga y un ostión tanto en Pipiloya como en Tubo.

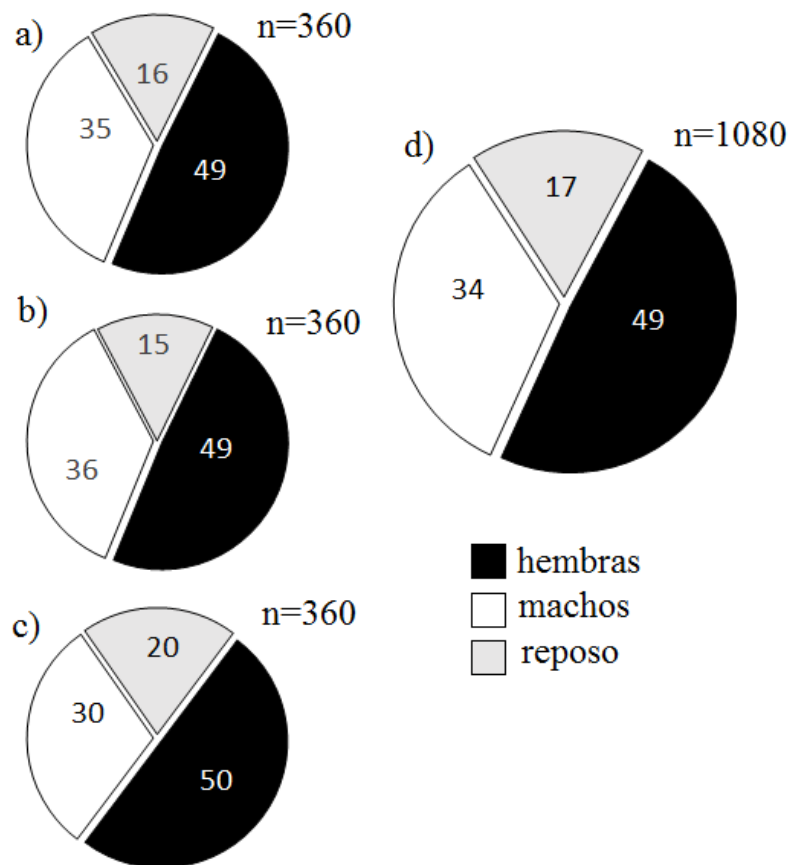


Figura 25. Porcentaje de sexos de los ostiones de la laguna de Tampamachoco. a) Pipiloya, b) Restinga y c) Tubo.

6.4.1.4 COMPARACIÓN DE LAS LAGUNAS NORTE DE VERACRUZ

La proporción de sexos en las tres lagunas norte del estado de Veracruz, mostró que los ostiones hembras fueron más abundantes en las tres lagunas, teniendo una relación de 1.68H:1M en Pueblo Viejo, para Tamiahua esta relación fue de 1.1H:1M y en Tampamachoco de 1.4H:1M. Los organismos en reposo fueron más importantes en orden de abundancia en Pueblo Viejo (23%), Tampamachoco (16%) y Tamiahua (9%).

6.4.2 DESCRIPCIÓN DEL CICLO REPRODUCTIVO DE *C. virginica* POR SEXOS

6.4.2.1 LAGUNA DE PUEBLO VIEJO

La Figura 26 presenta el ciclo reproductivo de ostiones hembras y machos de la muestra de Pueblo Viejo. En esta figura, la gametogénesis se encontró representada durante todo el año en ambos sexos, con valores porcentuales mensuales por encima de 45% exceptuando al mes de marzo, cuando las hembras mostraron un 12% mientras que los machos alcanzaron el 13%.

Las hembras maduras presentaron una distribución bimodal, en marzo (60%) y julio (48%). Por su parte, machos maduros tuvieron un pico de abundancia en marzo (74%).

En hembras, el estadio de desove mostró mayor importancia en febrero (26%), marzo (28%) y octubre (22%), mientras que en machos, la eyaculación se presentó en abril (43%) y agosto (36%).

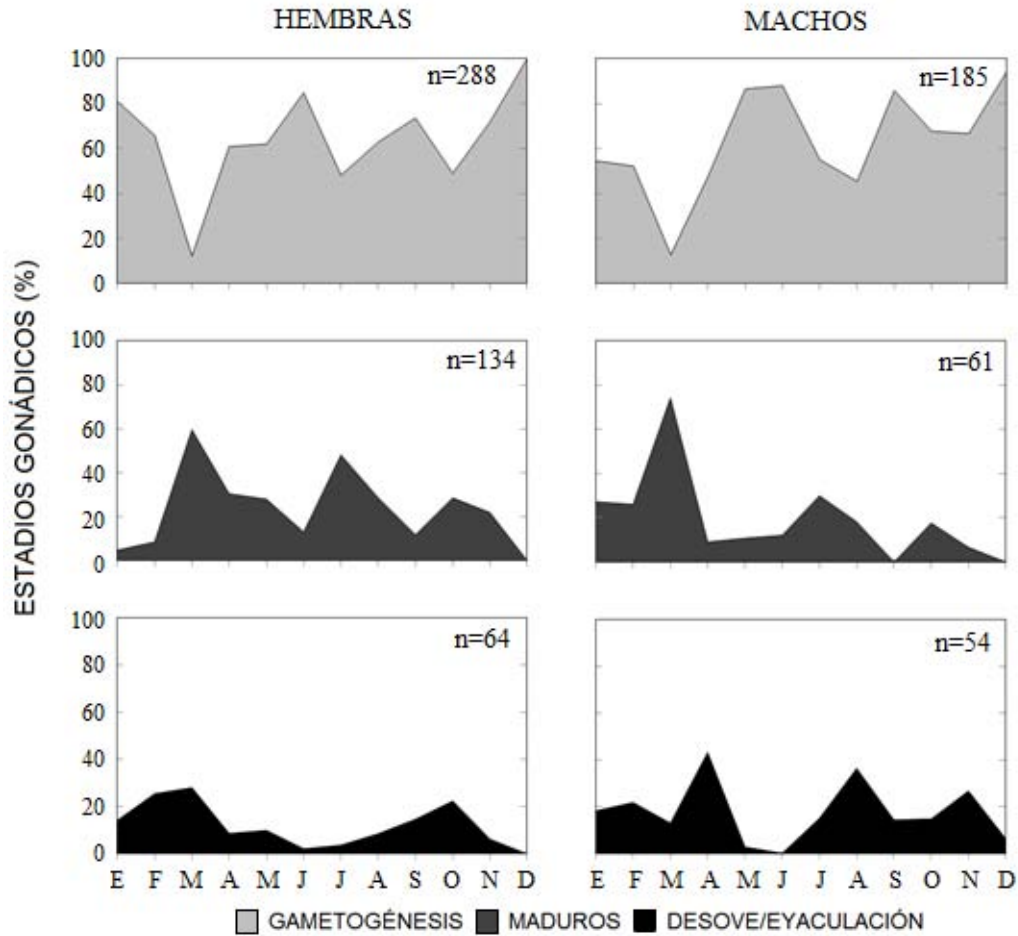


Figura 26. Ciclo reproductivo de hembras y machos de *C. virginica* de la laguna de Pueblo Viejo.

Para contrastar el ciclo gonádico de ostiones hembras y machos de la localidad de Pueblo Viejo, se realizó una prueba de *t*-Student (Tabla 14), en la que se demostró que no existió diferencia ($p > 0.05$) entre ninguno de los estadios gonádicos.

Tabla 14. Resultados de la prueba de *t*-Student para los estadios gonádicos de ostiones hembras y machos de la laguna de Pueblo Viejo.

<i>Estadios</i>	<i>Valor de t</i>	<i>Valor de p</i>	<i>Diferencia significativa</i>
Gametogénesis	0.14	0.884	NO
Maduros	0.55	0.583	NO
Desove/eyaculación	-1.23	0.230	NO

6.4.2.2 LAGUNA DE TAMIAHUA

El ciclo reproductivo de hembras y machos de los ostiones de Tamiahua se muestra en la Figura 27. La gametogénesis en hembras de esta laguna, presentó valores por encima del 60% de febrero a junio. Por su parte, los machos en gametogénesis se encontraron en mayor abundancia de enero a julio (61-97%).

Ostiones maduros presentaron el pico de mayor importancia en el mes de agosto para hembras (61%) y machos (73%).

El desove en hembras fue importante en enero (45%) y en el período de septiembre a diciembre (36-59%). En machos, la eyaculación de los gametos fue importante de enero a febrero (32-36%) y de septiembre a diciembre (21-43%).

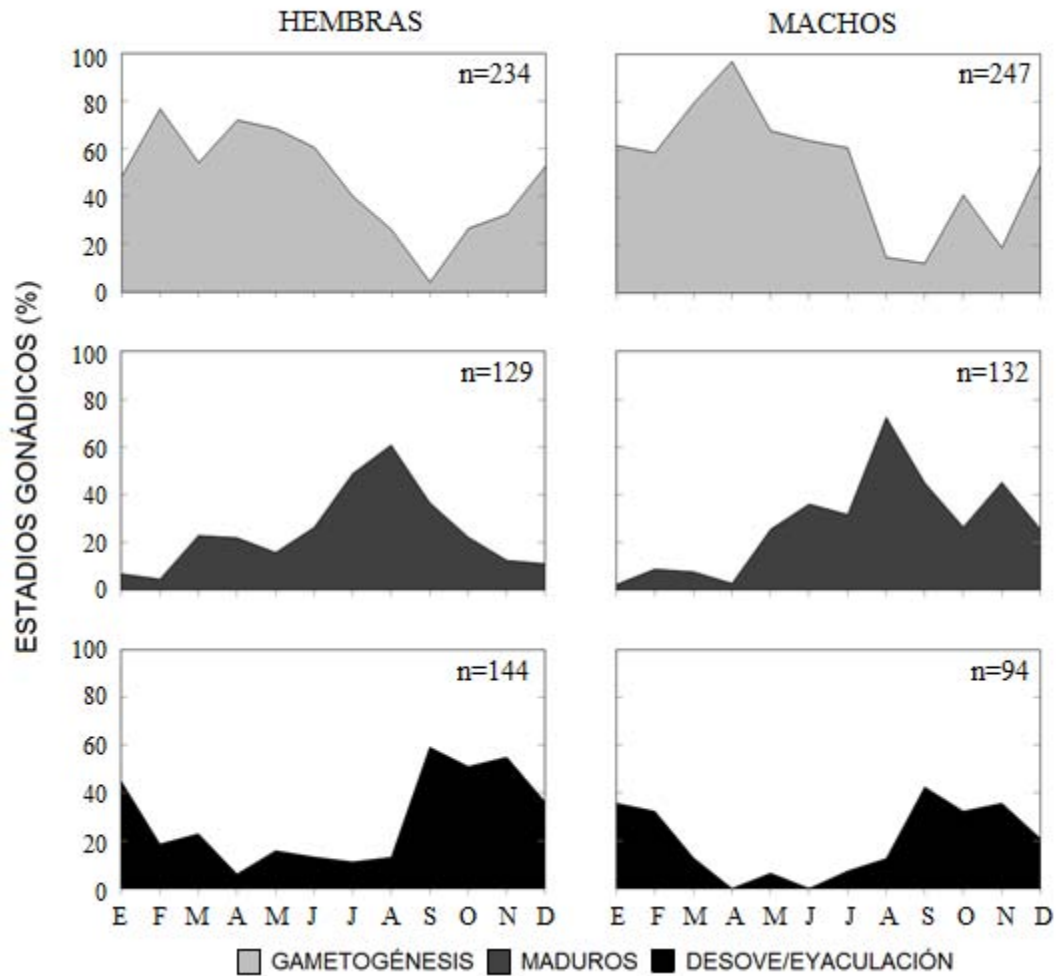


Figura 27. Ciclo reproductivo de hembras y machos de *C. virginica* de la laguna de Tamiahua.

Los ostiones hembras y machos de la muestra de Tamiahua no presentaron diferencia ($p > 0.05$) entre sus estadios gonádicos, de acuerdo a la prueba *t*-Student (Tabla 15).

Tabla 15. Resultados de la prueba de *t*-Student para los estadios gonádicos de ostiones hembras y machos de la laguna de Tamiahua.

<i>Estadios</i>	<i>Valor de t</i>	<i>Valor de p</i>	<i>Diferencia significativa</i>
Gametogénesis	-0.58	0.562	NO
Maduros	-0.41	0.678	NO
Desove/eyaculación	1.27	0.215	NO

6.4.2.3 LAGUNA DE TAMPAMACHOCO

La Figura 28 Presenta el ciclo reproductivo de hembras y machos correspondientes a la muestra de Tampamachoco. La gametogénesis en las hembras fue muy abundante en el primer semestre del año (68-97%). En machos, este mismo estadio se encontró de enero a febrero (79-85%), abril a junio (63-76%) y diciembre (58%).

Las hembras maduras se presentaron principalmente entre julio-septiembre (45-72%) y los machos maduros se ubicaron de julio a septiembre (60-67%) y en el mes de noviembre (61%).

En ambos sexos, el desove/eyaculación de gametos tuvo su pico máximo en octubre, 53% en hembras y 82% en machos.

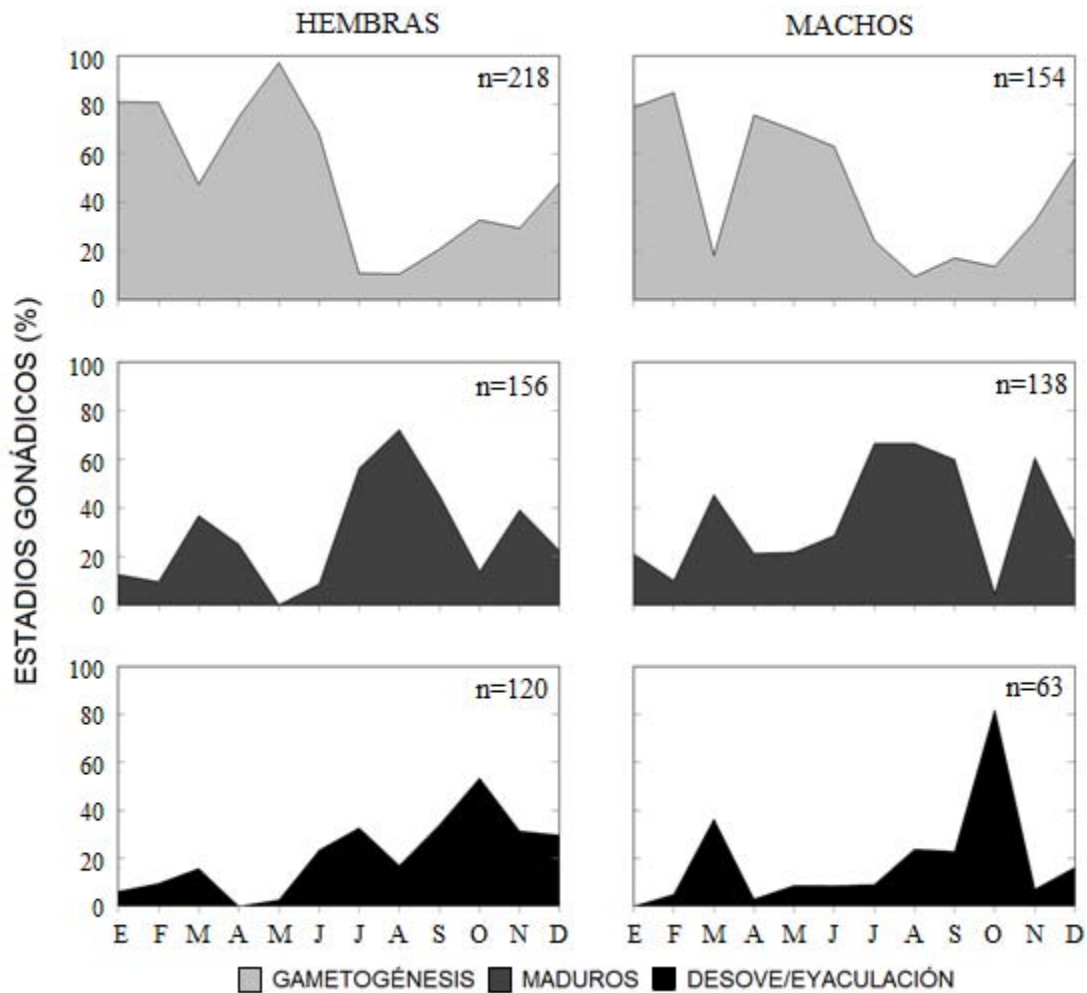


Figura 28. Ciclo reproductivo de hembras y machos de *C. virginica* de la laguna de Tampamachoco.

Las fases del desarrollo gonádico de los ostiones de la muestra de Tampamachoco no mostraron diferencia ($p > 0.05$) entre sexos (Tabla 16).

Tabla 16. Resultados de la prueba de t-Student para los estadios gonádicos de ostiones hembras y machos de la laguna de Tampamachoco.

<i>Estadios</i>	<i>Valor de t</i>	<i>Valor de p</i>	<i>Diferencia significativa</i>
Gametogénesis	0.39	0.693	NO
Maduros	-0.83	0.414	NO
Desove/eyaculación	0.34	0.730	NO

6.5 DETERMINACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA Y LA SALINIDAD DEL AGUA EN EL CICLO REPRODUCTIVO DE *C. virginica*

6.5.1 DESCRIPCIÓN DE LA TEMPERATURA Y SALINIDAD DEL AGUA

6.5.1.1 TEMPERATURA

La Figura 29 muestra la temperatura media mensual del agua superficial para las tres lagunas de norte de Veracruz. La temperatura máxima en la laguna de Pueblo Viejo (Fig. 29a) se ubicó en el mes de agosto ($31.1 \pm 2.6^\circ\text{C}$), mientras que la temperatura más baja se encontró en el mes de enero ($21.1 \pm 1.7^\circ\text{C}$). La temperatura media anual para esta misma laguna fue de 26.2°C con una variación de $\pm 3.4^\circ\text{C}$.

En la laguna de Tamiahua (Fig. 29b), la temperatura máxima se presentó en el mes de julio ($30.8 \pm 2.1^\circ\text{C}$) y la temperatura mínima en enero ($21.5 \pm 2.7^\circ\text{C}$). La temperatura media anual para Tamiahua fue de 26.8°C con una desviación de 3.4°C .

En Tampamachoco (Fig. 29c), el mes con la mayor temperatura del agua fue julio ($31.9 \pm 1.7^\circ\text{C}$), mientras que enero mostró la temperatura más baja del año ($19.7 \pm 1.7^\circ\text{C}$). La temperatura anual para esta laguna fue de 26.9°C con una desviación de 4.6°C .

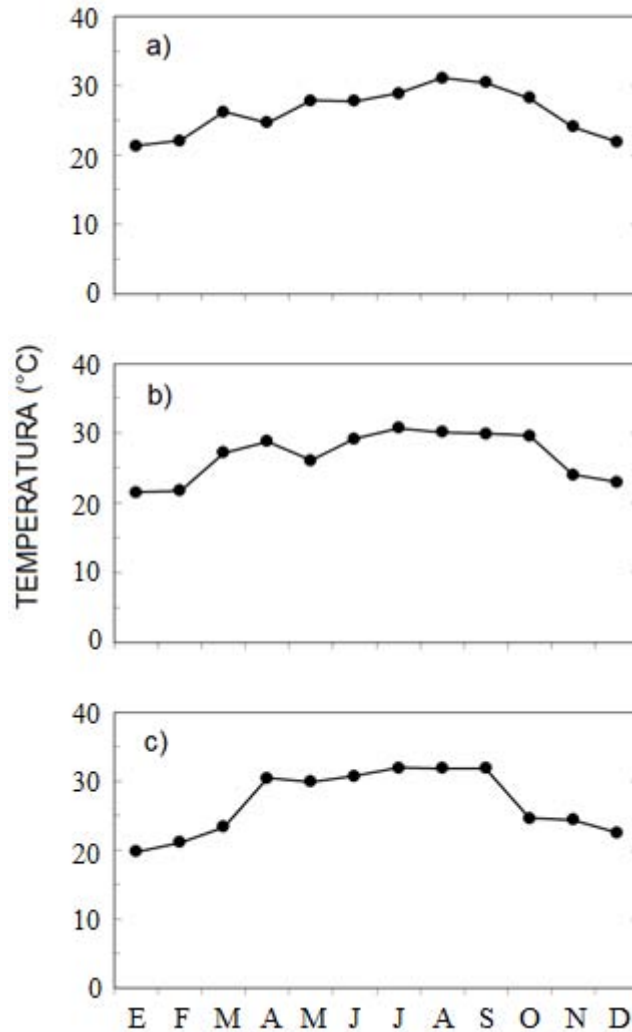


Figura 29. Temperatura media mensual en las lagunas del norte de Veracruz. a) Pueblo Viejo, b) Tamiahua, c) Tampamachoco.

6.5.1.2 SALINIDAD

La Figura 30 presenta los valores promedios de salinidad al mes para las lagunas del norte de Veracruz. En la laguna de Pueblo Viejo (Fig. 30a) el mayor valor de salinidad se presentó en febrero (26.4 ± 2.2 ‰), mientras que la salinidad más baja se dio en septiembre (14 ± 4.2 ‰). La salinidad media anual para esta laguna fue de 20.5 ‰ con una desviación de 2.8 ‰.

En la laguna de Tamiahua (Fig. 30b) el mes de enero presentó la salinidad más alta ($30.4 \pm 3.3 \text{ ‰}$) mientras que la más baja se dio en agosto ($18.5 \pm 4.1 \text{ ‰}$). La media anual de salinidad fue de 29.3 ‰ con una desviación de 3.9 ‰ .

En Tampamachoco (Fig. 30c) la mayor salinidad se dio en el mes de junio ($34.18 \pm 4.7 \text{ ‰}$) y la menor en agosto ($23.5 \pm 2.2 \text{ ‰}$). La salinidad anual fue de 29.2 ‰ con 3.7 ‰ de desviación.

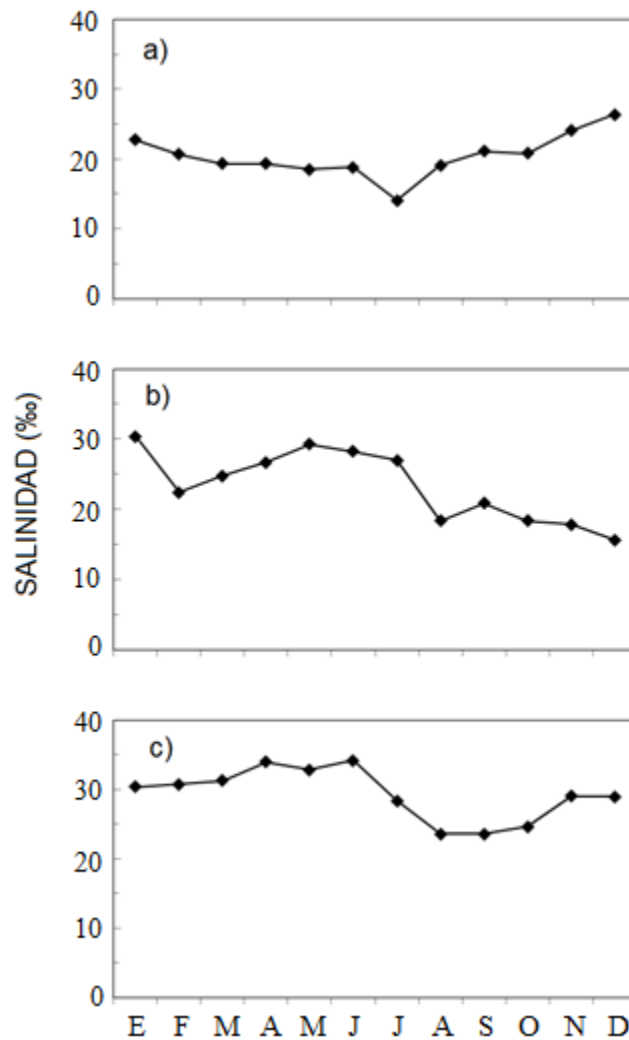


Figura 30. Salinidad media mensual en las lagunas del norte de Veracruz. a) Pueblo Viejo, b) Tamiahua, c) Tampamachoco.

6.5.2 CORRELACIÓN ENTRE LA TEMPERATURA Y LA SALINIDAD CON LOS ESTADIOS GONÁDICOS

6.5.2.1 LAGUNA DE PUEBLO VIEJO

La Tabla 17 muestra las correlaciones entre la temperatura y la salinidad del agua con los estadios gonádicos de los ostiones de Pueblo Viejo. Los ostiones en reposo estuvieron relacionados fuertemente y de manera negativa con la salinidad ($r=-0.70$), es decir, un mayor número de organismos en reposo se presentaron cuando la salinidad mostró valores más bajos. La correlación entre la temperatura y la salinidad con la gametogénesis, ostiones maduros y el desove/eyaculación no fue significativa ($\alpha=0.05$).

Tabla 17. Valores de correlación entre la temperatura y la salinidad del agua con los estadios gonádicos de los ostiones de Pueblo Viejo.

<i>Estadios</i>	<i>Temperatura</i>		<i>Salinidad</i>	
	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>p</i>
REPOSO	0.14	0.673	-0.70*	0.01*
GAMETOGÉNESIS	0.23	0.479	0.38	0.22
MADUROS	0.26	0.414	0.16	0.61
DESOVE/EYACULACIÓN	-0.01	0.133	0.08	0.80

* Diferencia significativa

6.5.2.2 LAGUNA DE TAMIAHUA

La relación entre la temperatura y la salinidad con los estadios gonádicos de los ostiones de la laguna de Tamiahua, se presenta en la Tabla 18. El reposo presentó una relación negativa con la temperatura ($r=-0.62$). La gametogénesis estuvo relacionada con la salinidad ($r=0.83$). Los ostiones maduros se asociaron a

aumentos de la temperatura ($r=0.73$) y a disminuciones de la salinidad ($r=-0.61$). El desove/eyacuación de gametos se asoció a los valores de salinidad bajos ($r=-0.61$).

Tabla 18. Valores de correlación entre la temperatura y la salinidad del agua con los estadios gonádicos de los ostiones de Tamiahua.

<i>Estadios</i>	<i>Temperatura</i>		<i>Salinidad</i>	
	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>p</i>
REPOSO	-0.62*	0.03*	0.48	0.11
GAMETOGÉNESIS	-0.14	0.674	0.83*	0.001*
MADUROS	0.73*	0.006*	-0.61*	0.03*
DESOLVE/EYACULACIÓN	-0.23	0.477	-0.58*	0.04*

* Diferencia significativa

6.5.2.3 LAGUNA DE TAMPAMACHOCO

La Tabla 19 muestra la relación entre los estadios gonádicos y las variables físicas y químicas. El reposo mostró una alta relación negativa con la temperatura ($r=-0.74$). La gametogénesis, los ostiones maduros y el desove/eyacuación se relacionaron con la salinidad ($r=0.83$, $r=-0.60$ y $r=-0.71$ respectivamente). La temperatura no tuvo relación con estos estadios.

Tabla 19. Valores de correlación entre la temperatura y la salinidad del agua con los estadios gonádicos de los ostiones de Tampamachoco.

<i>Estadios</i>	<i>Temperatura</i>		<i>Salinidad</i>	
	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>p</i>
REPOSO	-0.74*	0.005*	0.45	0.14
GAMETOGÉNESIS	0.03	0.922	0.83*	0.001*
MADUROS	0.58	0.055	-0.60*	0.03*
DESOLVE/EYACULACIÓN	0.45	0.647	-0.71*	0.009*

* Diferencia significativa

6.6 ESTIMACIÓN DE LA TALLA DE PRIMERA MADUREZ (L₅₀)

La Tabla 20, muestra el número de ostiones colectados por grupo de talla para cada laguna.

Tabla 20. Número de ostiones colectados por grupo de talla en las tres lagunas del Norte de Veracruz.

<i>Cohorte</i>	<i>Talla (mm)</i>	<i>Pueblo Viejo</i>	<i>Tamiahua</i>	<i>Tampamachoco</i>
1	10-15	0	1	0
2	16-20	0	0	0
3	21-25	1	4	0
4	26-30	2	4	1
5	31-35	0	9	4
6	36-40	4	3	2
7	41-45	6	3	7
8	46-50	4	6	12
9	51-55	7	6	9
10	56-60	9	6	15
11	61-65	5	6	19
12	66-70	14	12	12
13	71-75	11	11	4
14	76-80	8	11	9
15	81-85	8	4	3
16	86-90	9	3	1
17	91-95	3	5	2
18	96-100	3	4	0
19	101-105	1	1	0
20	106-110	5	1	0

Con los ostiones obtenidos, se estableció la longitud a la madurez sexual (Figura 31) tomando en cuenta la frecuencia acumulativa de ejemplares que presentaron actividad reproductiva (maduros y desove/eyaculación).

En el caso de la laguna de Pueblo Viejo (Fig. 31a), el ostión más pequeño que presentó actividad reproductiva tuvo 29 mm. La L₅₀ para esta laguna, se estimó en 65 mm. Por su parte, los ostiones de la laguna de Tamiahua (Fig. 31b) mostraron

individuos en gametogénesis desde los 24 mm y con una L₅₀ de 75 mm. Por último, los ostiones de la laguna de Tampamachoco (Fig. 31c) presentaron organismos en actividad reproductiva desde los 32 mm y la L₅₀ se ubicó en la cohorte de 75 mm.

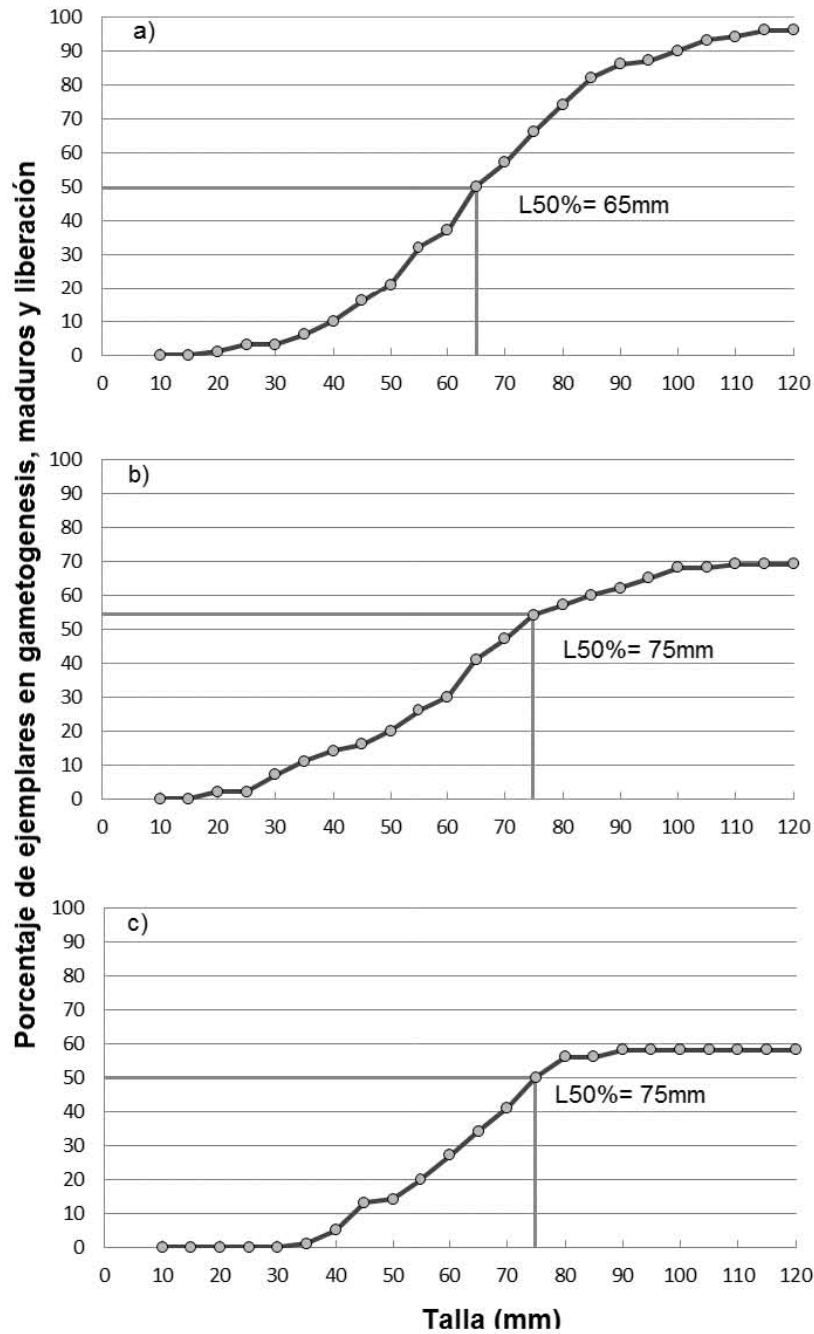


Figura 31. Longitud a la madurez sexual (L₅₀) de *C. virginica* en las lagunas del norte de Veracruz. a) Pueblo Viejo, b) Tamiahua, c) Tampamachoco.

7. DISCUSIÓN

7.1 VARIACIÓN ESPACIAL DEL CICLO REPRODUCTIVO DE *C. virginica*

7.1.1 ENTRE LAGUNAS

Al comparar el ciclo reproductivo *C. virginica* entre las lagunas estudiadas, se observó que existe diferencia entre los estadios gonádicos de los ostiones de Pueblo Viejo con respecto a los de Tamiahua y Tampamachoco. La variabilidad reproductiva entre poblaciones de la misma especie, parece ser común entre bivalvos que presentan amplia distribución, como es el caso de *Mytilus edulis*, *Pecten maximus*, *Cerastoderma edule*, *Placopecten magellanicus*, *Tapes philippinarum* y *Ruditapes decussatus*; en todas estas especies, tanto la duración como la intensidad de sus estadios gonádicos, es afectada por la influencia de los factores ambientales asociados a la latitud (Seed, 1976; Sastry, 1979; MacDonald & Thompson, 1988; Mackie & Ansell, 1993; Shumway, 1996; Meneghetti *et al.*, 2004 y Matias *et al.*, 2013).

Otros autores acreditan la variabilidad en el ciclo reproductivo de los bivalvos a otros factores. Borcharding (1991) quien trabajó con *Dreissena polymorpha* y Pazos *et al.* (1996), quienes trabajaron con *Pecten maximus*; demostraron que la diferencia en el ciclo reproductivo de estas especies se debía a la existencia de razas fisiológicas. En este mismo sentido, Loosanoff & Nomejko (1951) y Buroker (1983) demostraron la existencia de cuatro razas de *C. virginica* distribuidas en el Atlántico norte.

7.1.2 ENTRE BANCOS

La variabilidad en el ciclo reproductivo en un mismo cuerpo lagunar ha sido reportada para distintas especies de bivalvos. Esta variabilidad se relaciona con condiciones ambientales distintas en una escala geográfica muy pequeña. MacDonald & Bourne (1987), reportaron diferencias en la gametogénesis de *Patinopecten caurinus* de individuos que se desarrollaron en bancos cerca y lejos de la costa en Columbia Británica; la tasa de crecimiento y el ciclo reproductivo de *Chlamys islandica* también presentó diferencia entre individuos que se desarrollaron en sistemas suspendidos, en contraste con aquellos cultivados en fondo (Wallace & Reinsnes, 1985); *Mytilus edulis* presentó variación en las características reproductivas de poblaciones que se desarrollaron en diferentes profundidades en un rango micro geográfico (Bayne *et al.*, 1983). En el caso de *C. virginica*, Arias de León (2005) y Baqueiro *et al.* (2007) trabajando en las lagunas de Tamiahua y Pueblo Viejo respectivamente, reportaron discrepancias importantes en los estadios gonádicos de bancos ostrícolas pertenecientes al mismo cuerpo lagunar. En este estudio, se observó que los ostiones de los bancos de Tamiahua y Tampamachoco no presentaron diferencias entre los estadios gonádicos a lo largo del año, en contraste, los ostiones de los bancos de Pueblo Viejo si mostraron diferencia entre el estadio de liberación de gametos. Los ostiones de Lompe presentaron un porcentaje mayor de organismos en la fase de liberación de gametos y durante una temporada más extendida que los otros bancos. De los tres bancos muestreados en Pueblo Viejo, Lompe fue el más cercano a la desembocadura del río Pánuco. La cercanía a la desembocadura de este río y el área urbana adyacente propician que

los ostiones de Lompe se encuentren expuestos a una carga de materia orgánica que no necesariamente tienen los otros dos bancos. Este exceso de materia ocasionaría por una parte, una alteración en la calidad sanitaria del banco y por otra parte, causaría que los ostiones adopten estrategias oportunistas, en la que la formación de gametos se realice a partir de la energía aportada directamente de la ingesta de alimentos, en lugar de utilizar la energía almacenada como reservas de los tejidos somáticos (Bayne, 1973).

7.2 EFECTO DE LAS VARIABLES AMBIENTALES SOBRE EL CICLO REPRODUCTIVO DE *C. virginica*

7.2.1 TEMPERATURA

En uno de los primeros trabajos sobre la reproducción de *C. virginica* en latitudes tropicales, Sevilla & Mondragón (1965), reportaron que en la laguna de Tamiahua, los ostiones presentaron un ciclo reproductivo temporal, en el que cada estadio gonádico (reposo, gametogénesis, maduros y liberación) estaba limitado a determinados meses del año. En contraste a este resultado, trabajos realizados posteriormente, como Roger & García-Cubas (1980), Argüello *et al.* (1986), Hernández & Ortega (1988), Martínez Martínez *et al.* (1995), George *et al.* (2003), Arias de León (2005) y Baqueiro *et al.* (2007) demostraron que en las poblaciones de *C. virginica* que se distribuyen en la franja tropical, los estadios gonádicos de gametogénesis, maduración y liberación, se presentaron de manera continua durante gran parte del año. Acorde con estos últimos autores, en este estudio, los ostiones de las tres lagunas, presentaron un ciclo reproductivo continuo.

La temperatura del agua ha sido señalada como una de las variables que ejercen un mayor efecto sobre la duración e intensidad ciclo reproductivo de invertebrados marinos (Galtsoff 1964; Giese & Pearse, 1979; Kautsky, 1982). En relación a este efecto de la temperatura, Orton (1920), propuso que cada especie tiene una “temperatura umbral para la gametogénesis”, considerada como una constante fisiológica, que al ser alcanzada inicia el proceso de producción y crecimiento de los gametos. La temperatura umbral de diversas especies ha sido comprobada experimentalmente (10-12°C para *Mytilus edulis* y *Mya arenaria*, 12-13°C para *Crassostrea gigas*, 15-16°C, para *Pecten irradians* y *Tereno navalis*, 24-25°C para *Venus mercenaria*) (Mackie, 1984). De la misma manera, Ingle (1951), trabajando en la Bahía de Apalachicola, Florida, determinó que una temperatura entre 15-20°C activa la gametogénesis para *C. virginica*. En el presente trabajo, la temperatura media anual de las lagunas del norte de Veracruz fue de 27±4°C, sobrepasando el umbral propuesto por Ingle (1951) lo que podría explicar por qué en este trabajo, se observó un ciclo reproductivo continuo.

7.2.2 SALINIDAD

Por otra parte, la estimulación de la liberación en bivalvos ha sido atribuida a distintas variables ambientales. Hilbish & Zimmerman (1988), probaron como la variación en la disponibilidad de nutrientes entre poblaciones de *Mytilus edulis*, propició grandes diferencias en la estacionalidad y duración de la liberación. Starr et al. (1990) relacionaron la liberación de *Strongylocentrotus droebachiensis* y *M. edulis* con los meses donde se encontraron las mayores concentraciones de fitoplancton; de acuerdo a estos autores, esta estrategia favorece el éxito de las

larvas. En latitudes templadas, la temperatura es también considerada como una variable importante para la liberación de gametos. Mann (1979) sugiere que *Crassostrea gigas* requiere una temperatura mínima para inducir la liberación, la cual siempre es mayor a la requerida para el inicio de la gametogénesis. Pazos *et al.* (1996) observaron en poblaciones de *Pecten maximus* al norte de España, dos temporadas de liberación de gametos que coincidieron con los meses de mayor y menor temperatura en el año, sugiriendo que la liberación ocurre no por una temperatura umbral de liberación, sino por un marcado cambio en un periodo corto de tiempo, independientemente de la dirección de dicho cambio. En latitudes tropicales, la temperatura presenta poca variación a lo largo del año, por lo que no influye en la liberación (Lasiak & Dye 1989). En contraste, la salinidad es comúnmente relacionada a la liberación de gametos en especies de bivalvos tropicales (Butler, 1949; Durve, 1965; Joseph & Madhyastha, 1984;). En este estudio se observó una estrecha correlación entre la disminución de la salinidad (temporada de lluvias) y la liberación, coincidiendo con lo reportado por Roger & García-Cubas (1980), Martínez *et al.* (1995), George-Zamora *et al.* (2003) y Aldana (2004) quienes trabajando en los estados de Tabasco, Campeche y Yucatán; reportan que los valores bajos de salinidad estimulan la liberación de gametos en *C. virginica*. La reducción de la salinidad, está asociada a cambios en los niveles de nutrientes que influyen en la disponibilidad de alimento, lo que actúa como un agente estresante para *C. virginica*, y provoca la liberación de gametos (Jmeliova & Sanz, 1969; Angell, 1986). En el mismo sentido, Neto *et al.* (2013) observó que los decrementos rápidos en la salinidad, estimulan la citolisis de las paredes de los folículos gonádicos en especies del género *Crassostrea*, permitiendo la liberación de los gametos.

7.3 EFECTO DE LA TALLA SOBRE EL CICLO REPRODUCTIVO DE *C. virginica*

Existen antecedentes de trabajos que han determinado el efecto que puede tener la talla sobre los estadios gonádicos en diferentes bivalvos, como es el caso de *Mytilus edulis*. Esta especie muestra como juvenil un solo periodo de liberación anual, mientras que como adultos liberan dos veces (Pazos *et al.*, 1996). Rodríguez *et al.* (1994), reportaron para el ostión americano diferente grado de actividad reproductiva dependiendo de su talla; de acuerdo a estos autores, a los 40 mm, *C. virginica* es considerado como juvenil, y es en esta talla en la que inicia su gametogénesis, llegando a presentar una gran proporción de gametos no viables; mientras que al alcanzar 70 mm, son considerados adultos que consiguen su máxima actividad reproductiva. 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) reportó 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 talla del ostión. En este trabajo, juveniles (<40 mm) y adultos (≥70 mm) de *C. virginica* no presentaron diferencia entre los estadios gonádicos en ninguna de las localidades, sugiriendo que la talla del ostión, no es un factor que afecte el ciclo reproductivo de esta especie.

7.4 EFECTO DEL SEXO SOBRE EL CICLO REPRODUCTIVO DE *C. virginica*

El mantenimiento del desarrollo simultáneo de la gónada entre hembras y machos es fundamental en el éxito de la reproducción de especies de fecundación externa, ya que tanto los huevos como el esperma son liberados en la columna del agua simultáneamente durante el periodo de liberación, aumentando la probabilidad de fertilización. Numerosos estudios han demostrado la sincronía en los estadios gonádicos entre hembras y machos en distintas especies de bivalvos como *Pinctada máxima*, *Spiluda solida*, *Ruditapes decussatus*, *Chlamys asperrima*, (Rose *et al.* 1990; Ojea *et al.* 2004; Joaquim *et al.*, 2008). Sin embargo, Mazón-Suástegui *et al.* (2011), trabajando con *Crassostrea corteziensis* observaron diferencia entre el ciclo reproductivo de hembras y machos. De acuerdo a estos autores, las hembras presentan periodos de madurez gonadal más prolongado y menos intenso que en ostiones machos. En esta tesis los estadios gonádicos entre machos y hembras de *C. virginica*, no mostraron diferencia en ninguna de las tres lagunas, demostrando que existe una sincronía entre el ciclo reproductivo de los dos sexos.

7.5 HERRAMIENTAS DE MANEJO PROPUESTAS

7.5.1 TALLA MÍNIMA DE EXTRACCIÓN

La determinación de la talla mínima de extracción (TME) en moluscos, es de gran importancia para la explotación racional en su medio natural, pues permite que los ostiones se reproduzcan por lo menos una vez, y de esa manera contribuye a la restauración de poblaciones silvestres (Cabrera, *et al.* 1983, Mazón-Suástegui *et al.* 2011). La NOM-015-PESC-1994 propone como L50 para *C. virginica*, 70 mm de

longitud de concha, talla que fue determinada con base en observaciones poblacionales. Si bien es cierto que los resultados de esta tesis sugieren que los ostiones pueden reproducirse incluso antes de los 40 mm, la L_{50} calculada a partir de estudios reproductivos, demuestra que los ostiones de Pueblo Viejo alcanzan su madurez sexual a los 65 mm, mientras que los ostiones de Tamiahua y Tampamachoco la alcanzan hasta los 75 mm. En esta tesis, se propone aumentar la L_{50} de 70 mm a 80 mm para ser aplicada en las tres lagunas.

7.5.2 VEDA TEMPORAL REPRODUCTIVA

Basados en la experiencia de aplicación de la NOM-015-PESC-1994 en el estado de Tabasco, se dictan los permisos de extracción de ostión en los sistemas lagunares de Veracruz. De acuerdo a esta norma, la veda temporal se ubica en dos periodos del año, el primero que va del 15 de abril al 31 de mayo y el segundo de 15 de septiembre al 31 de octubre. Con base en los resultados de esta tesis, se propone una modificación de la veda temporal, para ser aplicada en el recurso ostión de las lagunas del norte de Veracruz (Figura 32). Esta veda tiene como objetivo proteger el recurso ostión durante etapas críticas en su reproducción, como lo son los estadios de maduros y liberación, y comprende del 1° de julio al 30 de noviembre. Para el caso de Pueblo Viejo (fig. 32c), el período de veda se ajustó al segundo y tercer pico de abundancia a fin de proponer una veda homogénea en toda el área Norte de Veracruz para facilitar su gestión y control.

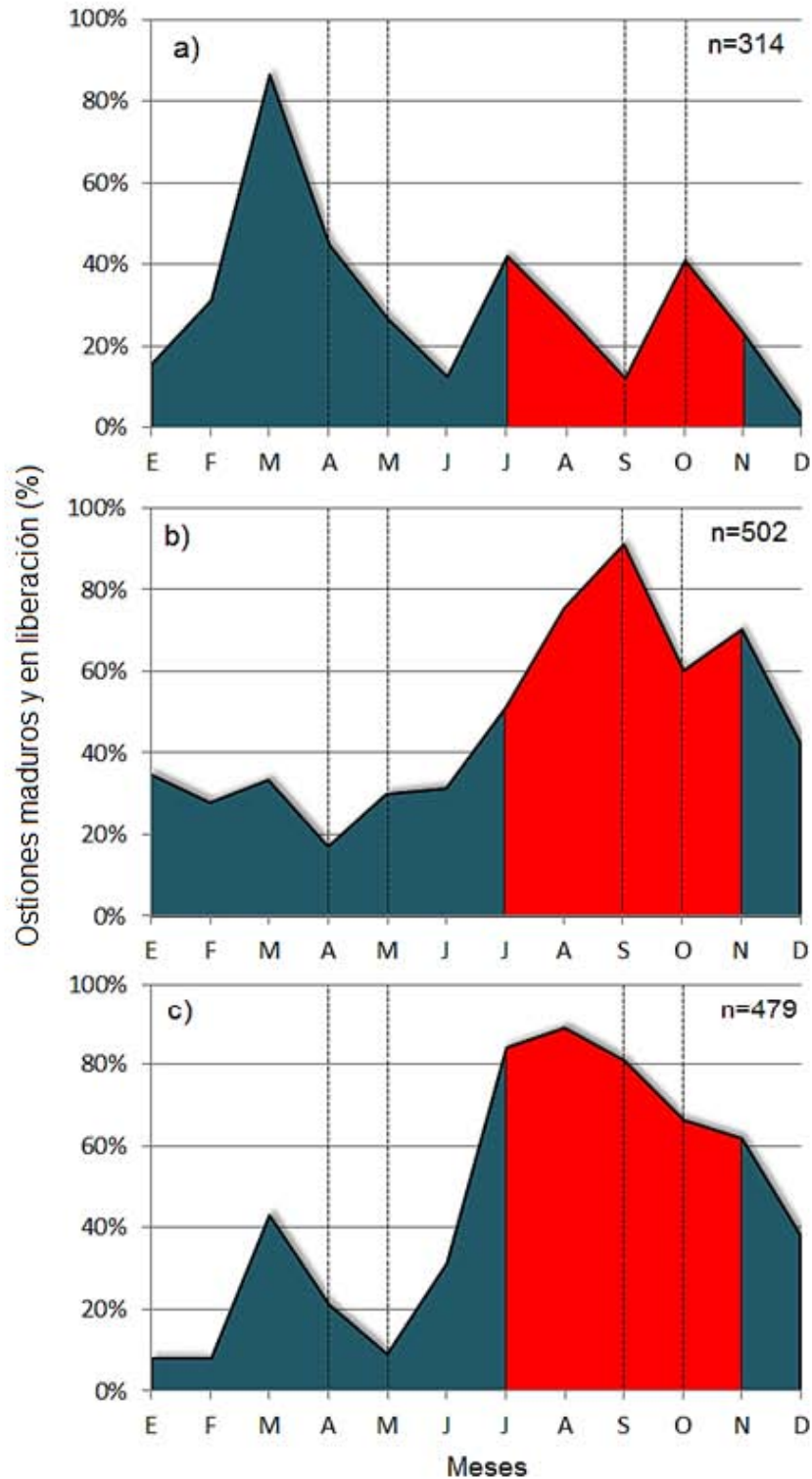


Figura 32. Veda temporal reproductiva propuesta para *C. virginica* en las lagunas del norte de Veracruz. a) Pueblo Viejo, b) Tamiahua y c) Tampamachoco. El color rojo indica la veda propuesta. Las líneas punteadas indican la temporada de veda oficial establecida

8. CONCLUSIONES

- Los estadios de reposo, gametogénesis, maduros y liberación de gametos se presentaron durante todo el año, sin que ninguno de ellos se confinara estrictamente a ningún mes o temporada del año.
- Organismos en gametogénesis se encontraron durante todo el año, siendo este el estadio más abundante en las tres lagunas.
- Los organismos maduros y en liberación tuvieron picos de abundancia en los meses de marzo y abril en Pueblo Viejo, y en el período de julio a noviembre en las lagunas de Tamiahua y Tampamachoco.
- El ciclo reproductivo de los ostiones de Pueblo Viejo, fue distinto al de los ostiones de las lagunas de Tamiahua y Tampamachoco.
- El ciclo reproductivo de los ostiones del banco de Lompe, fue distinto al de los ostiones de los bancos de Isleta Grande y Medianía en la laguna de Pueblo Viejo.
- El ciclo reproductivo de los ostiones de los bancos de las lagunas de Tamiahua y Tampamachoco no mostró diferencias.
- Los ostiones juveniles (<40 mm) fueron más abundantes que los adultos (≥ 70 mm) en las tres lagunas.

- El ciclo reproductivo de ostiones juveniles (<40 mm) y adultos (≥ 70 mm) no mostró diferencia en ninguna de las lagunas.
- Los ostiones hembras (H) fueron más abundantes que los ostiones machos (M) en las tres lagunas, teniendo una relación de 1.68H:1M en Pueblo Viejo, 1.1H:1M en Tamiahua y 1.4H:1M en Tampamachoco.
- El ciclo reproductivo de ostiones hembras y machos no mostró diferencia en ninguna de las lagunas.
- La mayor abundancia de organismos maduros estuvo asociada a los valores más altos de temperatura en las lagunas de Tamiahua y Tampamachoco.
- La mayor abundancia de organismos en reposo estuvo asociada a los valores más bajos de temperatura en las lagunas de Tamiahua y Tampamachoco.
- Los valores bajos de salinidad, estuvieron asociados a una mayor abundancia de organismos en reposo en la laguna de Pueblo Viejo.
- Los valores bajos de salinidad, estuvieron asociados a una mayor abundancia de organismos maduros y en liberación en la laguna de Tamiahua y Tampamachoco.
- La longitud a la madurez sexual (L_{50}) en la laguna de Pueblo Viejo fue de 65 mm, en Tamiahua de 75 mm y en Tampamachoco de 75 mm.

- La propuesta para la talla mínima de extracción propuesta en esta tesis fue de 80 mm en las tres lagunas.
- Se propuso la veda temporal para el recurso ostión de Veracruz del 1 de julio al 31 de noviembre.

9. LITERATURA CITADA

ALDANA D. 2004. Tabasco una potencia ostrícola a nivel nacional. En: XVII Reunión científica-tecnológica forestal y agropecuaria. Villahermosa, Tabasco, 4-5 noviembre de 1999. P. 325-336.

ANGELL, C. L. (1986). The biology and culture of tropical oysters. Studies and Reviews. Vol. 13. Manila: Ed. International Center for Living Aquatic Resources Management.

ARGÜELLO R., E. OROPEZA, F. CRUZ, S. ORTEGA & J. ARROYO. 1986. Algunas observaciones sobre la reproducción del ostión *Crassostrea virginica* en la laguna de Tamiahua, Veracruz, México. Resumen del X Simposio de Biología de Campo. Ciudad de México, México, 10-12 de octubre de 1986.

ARIAS DE LEÓN C. 2005. Gametogénesis del ostión *Crassostrea virginica* (G.) en los sistemas lagunares de Tamiahua y Vega Alatorre, Veracruz, México. Tesis de Maestría en Ciencias. Instituto Tecnológico de Boca del Río, Veracruz, México. 90 p.

BAQUEIRO E., D. ALDANA, L. SEVILLA & P. RODRÍGUEZ. 2007. Variations in the reproductive cycle of the oyster *Crassostrea virginica* (Gmelin, 1791), Pueblo Viejo lagoon, Veracruz, México. Transitional Waters Bulletin. 2: 37-46.

Bayne, B. (1973). Physiological changes in *Mytilus edulis* L., induced by temperature and nutritive stress. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 53: 39-58.

BAYNE B., P. SALKELD & C. WORRALL. 1983. Reproductive effort and value in different populations of the marine mussel, *Mytilus edulis* L. *Oecologia*. 59: 18-26.

- BORCHERDING J. 1991. The annual reproductive cycle of the freshwater mussel *Dreissena polymorpha* Pallas in lakes. *Oecologia*. 87: 208-218.
- 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.
- BUTLER A. 1949. Gametogenesis in the oyster under conditions of depressed salinity. *Biological Bulletin*. 96: 263-269.
- CABRERA J., E. ZAMORA & O. PACHECO. 1983. Determinación del tamaño comercial de la ostra de manglar, *Crassostrea rhizophorae* (Guilding, 1828) en sistema de cultivo suspendido en Estero Viscaya, Limón, Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*. 31: 257-261.
- CAMACHO B., R. PALACIOS, M. CORTINA, E. AGUILAR, H. ZAMUDIO & H. GARCÍA. 1980. Resultados preliminares al cultivo del ostión en la laguna de Tamiahua, Pueblo Viejo y Tampamachoco, Veracruz. En: II Simposio Latinoamericano de Acuicultura. Veracruz, México. P. 897-942.
- COE W. 1932. Sexual phases in the American oyster (*Ostrea virginica*). *Biological Bulletin*. 63: 419.
- CONTRERAS E. 1993. Ecosistemas costeros mexicanos. Universidad Autónoma Metropolitana- Iztapalapa. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Ciudad de México, México. 415 pp.
- CONTRERAS E. 1996. Informe final del proyecto de investigación: Evaluación geoquímica ambiental y diagnosis de la zona costera de Veracruz: lagunas de

Tamiahua, Pueblo Viejo y Tampamachoco. Informe UAM-CONACyT clave 3232-T9308. Ciudad de México, México. 285pp.

DE LA LANZA G. & M. CÁCERES. 1994. Lagunas costeras y el litoral mexicano. Universidad Autónoma de Baja California-Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad de México, México. 525pp.

DEVAUCHELLE N. & C. MINGANT. 1991. Review of the reproductive physiology of the scallop, *Pecten maximus*, applicable to intensive aquaculture. Aquatic Living Resource 41: 41-51.

DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN (DOF). 1995. NOM-015-PESC-1994. Viernes 13 de enero de 1995. 5 pp.

DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN (DOF). 2010. Carta Nacional Pesquera 2010. Jueves 2 de diciembre de 2010. 95 pp.

DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN (DOF). 2012. Carta Nacional Pesquera 2012. Viernes 24 de agosto de 2012. 128 pp.

DURVE, V. 1965. On the seasonal gonadal changes and spawning in the adult oyster, *Crassostrea gryphoides* (Schlotheim). Journal of Marine Biological Association of India. 7: 328-344.

ENRÍQUEZ-DÍAZ M., S. POUVREAU, J. CHÁVEZ-VILLALBA & M. LE PENNEC. 2009. Gametogenesis, reproductive investment, and spawning behavior of the Pacific giant oyster *Crassostrea gigas*: evidence of an environment-dependent strategy. Aquaculture International. 17: 491-506.

GALTSOFF P. 1964. The American oyster *Crassostrea virginica* Gmelin. Fishery Bulletin of the Fish and Wildlife Service. 480pp.

- GARCÍA D., P. CEBALLOS, M. ARELLANO & M. VILLALEJO. 1998. Reproductive cycle of the giant reef clam *Periglypta multicostata* (Sowerby, 1835) (Pelecypoda: Veneridae) at Isla Espíritu Santo, Baja California Sur, México. *Journal of Shellfish Research* 17: 1009-1013.
- GARRIDO M. 2004. Pesquería, Biología y Ecología del ostión del Golfo *Crassostrea virginica* en la laguna de Mecoacán del Estado de Tabasco, México. Tesis de Doctor en Ciencias Biológicas, Centro de Investigaciones Marinas, Universidad de la Habana, Cuba 100 pp.
- GEORGE-ZAMORA A., M. SEVILLA & D. ALDANA. 2003. Ciclo gonádico del ostión americano *Crassostrea virginica* (Lamellibranchia: Ostreidae) en Mecoacán, Tabasco, México. *Revista de Biología Tropical*. 4: 109-117.
- GIESE A. 1959. Comparative physiology: annual reproductive cycles of marine invertebrates. En: Hall, V. (Ed.). *Annual Review of Physiology*, Palo Alto, California, Estados Unidos. 547-576 p.
- GIESE, A. & J. PEARSE. 1979. Introduction: general principles. En: Giese A. & J. Pearse (eds.). *Reproduction of marine invertebrates*. New York, Estados Unidos. 1-49 p.
- HERNÁNDEZ A. & S. ORTEGA. 1988. Observaciones sobre la actividad reproductiva del ostión *Crassostrea virginica* (Gmelin, 1791) en el sistema lagunar de Mandinga, Veracruz, México. 1983-1984. En: IX Congreso Nacional de Zoología. Villahermosa, Tabasco, 13-16 de octubre de 1987. P. 111-117.
- HILBISH T. & ZIMMERMAN K. 1988. Genetic and nutritional control of the gametogenic cycle in *Mytilus edulis*. *Marine Biology*. 98: 233-228

- INGLE R. 1951. Spawning and setting of oysters in relation to seasonal environmental changes. *Bulletin of Marine Science of the Gulf and Caribbean* 1: 111-135.
- JMELIOVA, N. N., & SANZ, J. (1969). Respiración y algunas particularidades de la alimentación del ostión *Crassostrea rhizophorae* Guilding 1828. *Serie oceanología* (3): 1-20.
- JOAQUIM S., M. GASPAR, D. MATIAS, R. BEN-HAMADOU & W. ARNOLD. 2008. Rebuilding viable spawner patches of the overfished *Spisulasolida* (Mollusca: Bivalvia): a preliminary contribution to fishery sustainability. *ICES. Journal of Marine Science*. 65: 60–64.
- JOSEPH M. & M. MADHYASTHA, 1984. Annual reproductive cycle and sexuality of the oyster *Crassostrea madrasensis* (Preston). *Aquaculture*. 40: 223–231
- KAUTSKY N. 1982. Quantitative Studies on Gonad Cycle, Fecundity, Reproductive Output and Recruitment in a Baltic *Mytilus edulis* Population. *Marine Biology* 68: 143-160.
- KENNEDY A. & H. BATTLE. 1964. Cyclic change in the gonad of the american oyster, *Crassostrea virginica* (Gmelin). *Canadian Journal of Zoology*. 42: 305-321.
- KENNEDY V. & L. KRANTZ. 1982. Comparative gametogenic and spawning patterns of the oyster *Crassostrea virginica* Gmelin in central Chesapeake Bay. *Journal of Shellfish Research*. 2: 113-140
- LANGO-REYNOSO F., J. CHÁVEZ-VILLALBA, J. COCHARD & M. LE PENNEC. 2000. Oocyte size, a means to evaluate the gametogenic development of the Pacific oyster, *Crassostrea gigas* (Thunberg). *Aquaculture*. 190: 183-199.

- LASIAK T & A DYE. 1989. The ecology of the brown mussel *Perna perna* in Transkei, Southern Africa: Implications for the management of a traditional food resource. *Biological Conservation*. 47: 245–257
- LOOSANOFF V. 1942. Seasonal changes in the adult oyster *Ostrea virginica* in Long Island Sound. *Biological Bulletin*. 2:195-206.
- LOOSANOFF V. & C. NOMEJKO. 1951. Existence of physiologically different races of oysters, *Crassostrea virginica*. *Biological Bulletin*. 101:151-156.
- MACDONALD B. & R. THOMPSON. 1988. Interspecific variation in growth and reproduction in latitudinally differentiated populations of the giant scallop *Placopecten magellanicus* (Gmelin). *Biological Bulletin*. 175: 361–371.
- MACDONALD B. & N. BOURNE. 1987. Growth, Reproductive Output, and Energy Partitioning in Weathervane Scallops, *Patinopecten caurinus*, from British Columbia. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. 1: 152-160.
- MACKIE G. 1984. Bivalves. En: Russell-Hunter, W. D. (ed.) *The Mollusca*. 7. Reproduction. Academic Press, New York, Estados Unidos. p. 351-418
- MACKIE L. & A. ANSELL. 1993. Differences in reproductive ecology in natural and transplanted populations of *Pecten maximus*: evidence for the existence of separate stocks. *Journal of experimental Marine Biology and Ecology*. 169: 57-75
- MANN R. 1979. Some biochemical and physiological aspects of growth and gametogenesis in *Crassostrea gigas* and *Ostrea edulis* grown at sustained elevated temperatures. *Journal of Marine Biological Association of the United Kingdom*. 59: 95-110.

- MARTÍNEZ I., D. ALDANA, T. BRULÉ & E. CABRERA. 1995. Crecimiento y desarrollo gonadal del ostión *Crassostrea virginica* (Gmelin, 1791) (Mollusca Ostreidae), en la Península de Yucatán, México. *Avicennia*. 3: 61-75.
- MATIAS D., S. JOAQUIM., A. MATIAS., P. MOURA, J. DE SOUSA, P. SOBRAL & A. LEITAO. 2013. The reproductive cycle of the European clam *Ruditapes decussatus* (L., 1758) in two Portuguese populations: Implications for management and aquaculture programs. *Aquaculture*. 406: 52-61
- MAZÓN-SUÁSTEGUI J., C. RUÍZ-GARCÍA, J. CHÁVEZ-VILLALBA, C. RODRÍGUEZ-JARAMILLO & P. SAUCEDO. 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.
- MENEGHETTI F., V. MOSCHINO & L. DA ROS. 2004. Gametogenic cycle and variations in oocyte size of *Tapes philippinarum* from the Lagoon of Venice. *Aquaculture*. 4: 473-488.
- MEYER D. & E. TOWNSEND. 2000. Faunal utilization of created intertidal eastern oyster (*Crassostrea virginica*) reefs in the southeastern United States. *Estuaries*. 23:34-45.
- NETO, R., ZENI, T. O., LUDWIG, S., HORODESKY, A., GIROTTO, M. V., CASTILHO-WESTPHAL, G. G., & OSTRENSKY, A. 2013. Influence of environmental variables on the growth and reproductive cycle of *Crassostrea* (Mollusca, Bivalvia) in Guaratuba Bay, Brazil. *Invertebrate reproduction & Development*. (57): 208-218.

- O'CONNOR W. & M. HEASMAN. 1988. Ontogenetic changes in temperature and salinity tolerance in the doughboy scallop, *Mimachlamys asperrima*. Journal of Shellfish Research. 17: 89–95.
- OJEA J., A. PAZOS, D. MARTÍNEZ, S. NOVOA, J. SÁNCHEZ & M. ABAD 2004. Seasonal variation in weight and biochemical composition of the tissues of *Ruditapes decussatus* in relation to the gametogenic cycle. Aquaculture (238): 451–468.
- ORTON J. 1920. Sea-Temperature, Breeding and Distribution in Marine Animals. Journal of Marine Biological Association of the United Kingdom. 12: 339-366.
- PAZOS A., G. ROMÁN, C. ACOSTA, M. ABAD & J. SÁNCHEZ. 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 Fisheries Research Board of Canada. 169: 1-192
- QUIROGA B., R. PALACIOS, I. HERNÁNDEZ, G. GÓMEZ, M. MARTÍNEZ & A. PECH. 2003. Diagnóstico de la pesquería de ostión en la laguna de Tamiahua, Veracruz. En: II Foro Científico de Pesca Ribereña. Manzanillo, Colima. 20 al 22 de octubre de 2003. P. 64.
- RODRÍGUEZ R., J. AGUILAR, M. CHÁVEZ-AGUILAR, A. CONTRERAS, M. REYES & J. AGUILERA. 1994. Cultivo de ostión americano. Colección Nacional de Manuales de Capacitaciones. Ed. Secretaría de Pesca. Ciudad de México, México. P. 27
- ROGERS P. & A. GARCÍA-CUBAS. 1980. Evaluación gonádica a nivel histológico del ostión *Crassostrea virginica* (Gmelin, 1791) del sistema fluvio lagunar

- Atasta-Pom, laguna de Términos, Campeche, México. Anales del Instituto de Ciencias Del Mar y Limnología, UNAM. 8: 21-42.
- ROSE R., R DYBDAHL & S HARDERS. 1990. Reproductive cycle of the western Australian silverlip pearl oyster, *Pinctada maxima* (Jameson) (Mollusca: Pteriidae). Journal of Shellfish Research 9: 261-272
- ROYER J., C. SEGUINEAU, K. PARK, S. POUVREAU, K. CHOI & K. COSTIL. 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
- RUIZ-DURÁ M. 1974. Estudio histológico comparativo de los ciclos gonádicos de *Ostrea corteziensis* Hertlein, *Crassostrea virginica* Gmelin, *Crassostrea iridescens* Hanley. Secretaria de Pesca. 128-138.
- SAGARPA. 2009. Anuario Estadístico de Acuicultura y Pesca. México. p. 328.
- SAGARPA. 2011. Anuario Estadístico de Acuicultura y Pesca. México. p. 305.
- SASTRY A. 1979. Pelecypoda (excluding Ostreidae). En: Giese, A. & J. Pearse (Eds.). Reproduction of Marine Invertebrates, vol. 5. Academic Press, New York, Estados Unidos. 113–292 p.
- SEED R., 1976. Ecology. En: Bayne, B. (Ed.). Marine Mussels: Their Ecology and Physiology. Cambridge University Press, U.K. 13–65 pp.
- SEVILLA, M. 1993. Las Ostras de México. Limusa-Noriega, México. 165 pp.

- SEVILLA M. & E. MONDRAGÓN. 1965. Desarrollo gonádico de *Crassostrea virginica* Gmelin, en la laguna de Tamiahua. Anales del Instituto Nacional de Investigaciones Biológico-Pesquero. 1: 52-59 p.
- SHUMWAY S. 1996. Natural environmental factors. En Kennedy V., R. Newell & A. Eble (Eds.). The Eastern Oyster *Crassostrea virginica*, Maryland Sea Grant Books, Maryland, Estados Unidos. 467–513.
- STARR M., J. HIMMELMAN & J. THERRIAULT, 1990. Direct coupling of marine invertebrate spawning with phytoplankton blooms. Science. 247: 1071-1074.
- SPARRE P. & S. VENEMA. 1997. Introducción a la evaluación de recursos pesqueros tropicales. Manual parte 1. FAO Documento Técnico de Pesca. №. 306.1 Rev. 2: 420.
- VARNEY R., C. GALINDO-SÁNCHEZ, P. CRUZ & P. GAFFNEY. 2009. Population Genetics of the Eastern Oyster *Crassostrea virginica* (Gmelin, 1791) in the Gulf of Mexico. Journal of Shellfish Research. 4:855-864.
- WALLACE J. & T. REINSNES. 1985. The significance of various environmental parameters for growth of the Iceland scallop, *Chlamys islandica* (Pectinidae), in hanging culture. Aquaculture. 4: 229–242.

10. ANEXOS

10.1 PROCESAMIENTO HISTOLÓGICO

10.1.1 RUTINA DE DESHIDRATACIÓN, ACLARAMIENTO Y PREINCLUSIÓN REALIZADA EN EL HISTOQUINETTE

<i>PROCESO</i>	<i>REACTIVO</i>	<i>TIEMPO (min)</i>
Deshidratación	Alcohol 70%	60
	Alcohol 96%	60
	Alcohol 96%	60
	Alcohol 96%	60
	Alcohol absoluto	60
	Alcohol absoluto	60
	Alcohol absoluto	60
Aclaramiento	Ultraclear	30
	Ultraclear	30
	Ultraclear	30
Preinclusión	Parafina líquida	30
	Parafina líquida	30
	Parafina líquida	30

10.1.2 TREN DE TINCIÓN DE LA TÉCNICA HEMATOXILINA-EOSINA

<i>PROCESO</i>	<i>REACTIVO</i>	<i>TIEMPO (min)</i>
Desparafinar	Ultraclear	20
Deshidratación	Alcohol absoluto	5
	Alcohol 96%	5
	Agua destilada	10
Tinción	Hematoxilina de Harris	10
	Agua de grifo	5
	Alcohol ácido	0.5
	Agua de grifo	5
	Eosina	1.5
Aclaramiento	Alcohol 96%	2
	Alcohol absoluto	5
	Ultraclear	10