

Producción somática de dos especies de *Crassostrea virginica* e *Ischadium recurvum* (Bivalvia) en Mecoacán, Tabasco, México

Arturo George Zamora y Dalila Aldana Aranda.

CINVESTAV IPN Unidad Mérida, Laboratorio de Biología Marina, Antigua Carretera a Progreso km 6, A.P. 73 Cordemex. 97310. Mérida, Yucatán, México. E-mail: ageorge@kin.cieamer.conacyt.mx, daldana@kin.cieamer.conacyt.mx

Recibido 29-VI-2000. Corregido 3-VII-2000. Aceptado 6-VIII-2000.

Abstract: The Mexican oyster fishery, 90% supported by the coastal lagoons of the Gulf of Mexico, has decreased drastically in the last six years as a result of anthropogenic pollution and improper management. The mussel *Ischadium recurvum* has proliferated and competes with oysters for space and probably food. *Crassostrea virginica* and *Ischadium recurvum* were studied to evaluate somatic production with biometry and physiological condition indices (PCI's) during an annual cycle. A random sample of 200 organisms was taken monthly for each species. Condition indices wet flesh weight: wet shell weight ratio (WFW/WSW), dry flesh weight: wet flesh weight ratio (DFW/WFW), dry flesh wet: dry shell weight ratio (DFW/DSW), and ash free dry weight: tissue dry weight (AFDW/TDW) were calculated. In order to establish physiological condition and temporal variability, these indices were compared between species and months. The somatic production of mussels was higher than in oysters. This enhancement in production could be explained by: 1) Mussel uses less energy for shell production, 2) a constant recruitment of mussel almost year-round, and 3) the mesohalin lagoon was more favourable to the mussel.

Key words: Somatic production, physiological condition indices, competence, *Crassostrea virginica*, *Ischadium recurvum*.

Las lagunas costeras de México son una fuente importante de recursos acuáticos, de importancia comercial y fuente de ingreso para las comunidades regionales. De los grupos taxonómicos existentes en estos cuerpos, los bivalvos representan una parte importante. El Golfo de México genera alrededor del 90 % de la producción nacional ostrícola, compuesta en su mayor parte por el ostión americano *Crassostrea virginica*. En la región de Tabasco, la actividad principal en las lagunas costeras es la captura del ostión (Granados *et al.* 1992).

Las principales lagunas productoras de ostión en Tabasco se encuentran en el complejo lagunar El Carmen-Machona-Redonda y Mecoacán. Sin embargo, se han reportado mortalidades masivas de ostiones en estas lagunas. La laguna de Mecoacán fue un semillero importante de ostión (Diego, 1980). En la actualidad por las actividades industriales y explotación de recursos es una laguna de bajo rendimiento ostrícola y sin captación de semilla. El asolvamiento de la barra aumentó la suspensión de la materia orgánica y sedimento produciendo un abatimiento de los niveles

de oxígeno disuelto. Además, el cambio en la hidrodinámica ha modificado las variaciones de salinidad, principalmente en época de lluvias, llegando a menos de 5‰ en ciertas épocas del año. En esta laguna se han incrementado las poblaciones del mejillón *Ischadium recurvum* que utiliza las conchas del ostión como sustrato de fijación, afectando el asentamiento y crecimiento de este. Adicionalmente, el ostión está sometido a explotación pesquera, y no así el mejillón, del cual sólo se extraen pequeñas cantidades para consumo individual de los pescadores.

Las condiciones anteriores han repercutido en una baja producción de ostión y una alta de mejillón, posiblemente en una situación de competencia por espacio y alimento. El ostión es un organismo esencialmente filtrador, fitoplanctófago y en menor proporción utiliza la materia orgánica particulada. Mientras que el mejillón está reportado como filtrador suspensívoro (García-Cubas y Reguero 1990, Pérez-Camacho, com. pers.).

En este estudio se efectúa una caracterización de ambas poblaciones a través de su biometría y estado fisiológico, por diversos índices de condición, con la finalidad de establecer las épocas en las cuales los organismos se ven más afectados por las condiciones de la laguna y así ayudar a establecer planes de manejo del recurso.

MATERIALES Y MÉTODOS

Area de estudio: La laguna costera de Mecoacán tiene una superficie de 5 168 Ha, con 11.5 km de Norte a Sur y 7 km en su parte más ancha (93°04'-93°14' W y 18°16'-18°26' N), formando parte del cuerpo deltaico de dos de los ríos más caudalosos de México: el Grijalva y el Usumacinta (Contreras 1985, Castañeda y Contreras 1994). El piso lagunar es llano y tiene abundantes bancos orgánicos (Galaviz *et al.* 1987). La profundidad varía entre 0.3 y 2.3 m con un promedio de 1 m. Desembocan a esta laguna los ríos Escarbado y González por la porción Este, el río Cuxcuchapa por el

Sureste y el río Seco por el Noroeste. Se comunica al mar permanentemente por medio de la barra de Dos Bocas, sitio ocupado por instalaciones petroleras (Castañeda y Contreras 1994).

La salinidad superficial presenta amplios intervalos disminuyendo de Oeste a Este hasta un 90%, mientras que la temperatura varía poco, incrementándose levemente en la misma dirección (Aguilera 1977). Las condiciones hidrológicas anuales de la laguna se ven influenciadas por la variación estacional de las condiciones atmosféricas, con una salinidad menor a la del mar abierto. Esto señala un comportamiento estuarino provocado por los aportes continuos de agua dulce de escurrimiento continental y al régimen intenso de lluvias.

La productividad primaria de la laguna es alta (Escrura y López 1980, Santoyo y Signoret 1981, De la Lanza y Gómez 1994).

Recolección de organismos: Se recolectaron de manera aleatoria 200 organismos tanto de *C. virginica* como de *I. recurvum* provenientes de la zona Este de la laguna de Mecoacán. Los muestreos fueron mensuales a lo largo de un ciclo anual, de abril de 1998 a marzo de 1999. Estos organismos se trasladaron en seco al laboratorio de Biología Marina del CINVESTAV-IPN Unidad Mérida, donde fueron instalados en acuarios de 1 m³.

Procesamiento de las muestras: Los organismos recolectados se limpiaron de epibiontes y materiales adheridos lavándose la concha. Las medidas consideradas fueron: altura, largo y ancho de la concha según Gáltsoff (1964). Se utilizó un vernier con precisión de 0.1 mm.

Se registró el peso húmedo total, peso húmedo de concha, peso seco de tejidos y peso seco de concha. El organismo se disectó para obtener el peso húmedo de los tejidos y la concha por separado. Los pesos se realizaron con una balanza de precisión 0.01g. Para obtener el peso seco de tejidos y concha, se procedió a secar las muestras en una estufa por 24 horas a 100 C. Para la

obtención de la materia libre de cenizas, una muestra de 30 organismos se introdujeron en una mufla por 5 horas a 450 C, pesando después la muestra en una balanza analítica de precisión 0.0001 g. La materia orgánica se calculó por diferencia del peso seco total menos la materia inorgánica.

Se obtuvieron medias y desviaciones estandar de cada una de las medidas de tallas y pesos para cada mes.

Para determinar el estado fisiológico de ambas poblaciones se calcularon de manera mensual, para una muestra de 30 organismos, los índices fisiológicos de condición siguientes, según sus siglas en español, excepto el último en inglés: peso húmedo de los tejidos/peso húmedo de la concha (PHT/PHC), peso seco de tejidos/ peso húmedo de tejidos (PST/PHT), peso seco de tejidos/peso seco de la concha (PST/PSC) (Lucas y Beninger 1985) y materia orgánica tejidos/peso seco tejidos (AFDW/TDW).

RESULTADOS

Tallas: Para el ostión, la altura presentó amplias variaciones en los valores medios a lo largo del periodo de estudio, mientras que en el mejillón fueron mucho menores (Fig. 1a). Los menores valores para el ostión se presentaron en octubre y noviembre, mientras que para septiembre y noviembre se registraron los mayores para el mejillón.

El largo igualmente presentó mayores variaciones en los valores medios para el ostión y menores en el mejillón (Fig. 1b). Los menores valores del ostión (noviembre) coinciden con los mayores del mejillón.

Las variaciones de los valores medios presentaron una tendencia similar a la anterior en cuanto al grosor, para ambas especies (Fig. 1c). Los menores valores del ostión se ubicaron en abril y noviembre, mientras que los mayores en el mejillón fueron en septiembre y noviembre.

Pesos: El peso húmedo total (Fig. 2a) registró amplias variaciones en sus valores medios para el ostión y mínimas para el

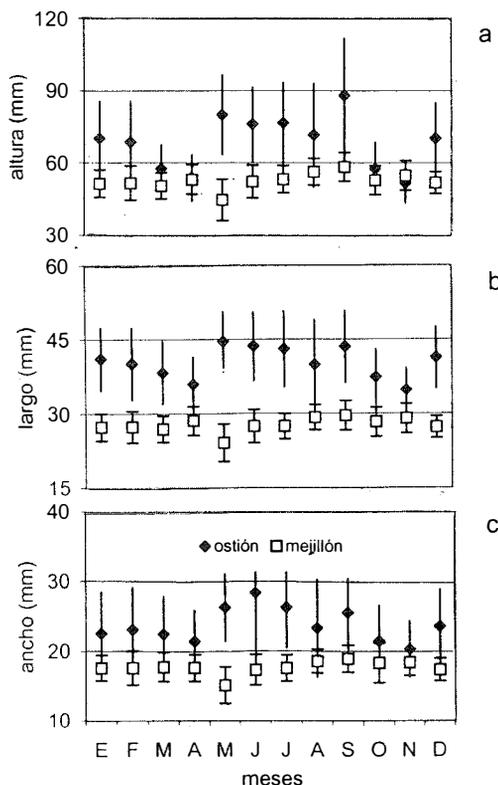


Fig. 1. Biometría de tallas para las poblaciones de *Crassostrea virginica* e *Ischadium recurvum* de Mecoacán, Tabasco, México. Ciclo abril 1998-marzo 1999. Medias y desviaciones estándar para cada mes. a) Altura, b) largo, c) ancho. n=200 por mes.

Fig. 1. Size biometry for populations of *Crassostrea virginica* e *Ischadium recurvum* in Mecoacán, Tabasco, México, April 1998-March 1999. Means and standard deviations for each month. a) Height, b) length, c) width. n=200 per month.

mejillón. Nuevamente los menores valores en noviembre para el ostión coinciden con alguno de los mayores para el mejillón.

El peso húmedo de la concha del mejillón (Fig. 2b) probablemente fue el que menor variación presentó en los valores medios a lo largo del año (media=6.13). Para el ostión las variaciones en los valores medios fueron mucho mayores. El valor mínimo para el ostión y el mayor para el mejillón fue en noviembre.

Las variaciones en los valores medios para el mejillón fueron mayores en el peso húmedo de los tejidos blandos (Fig. 2c) en comparación al peso húmedo de la concha.

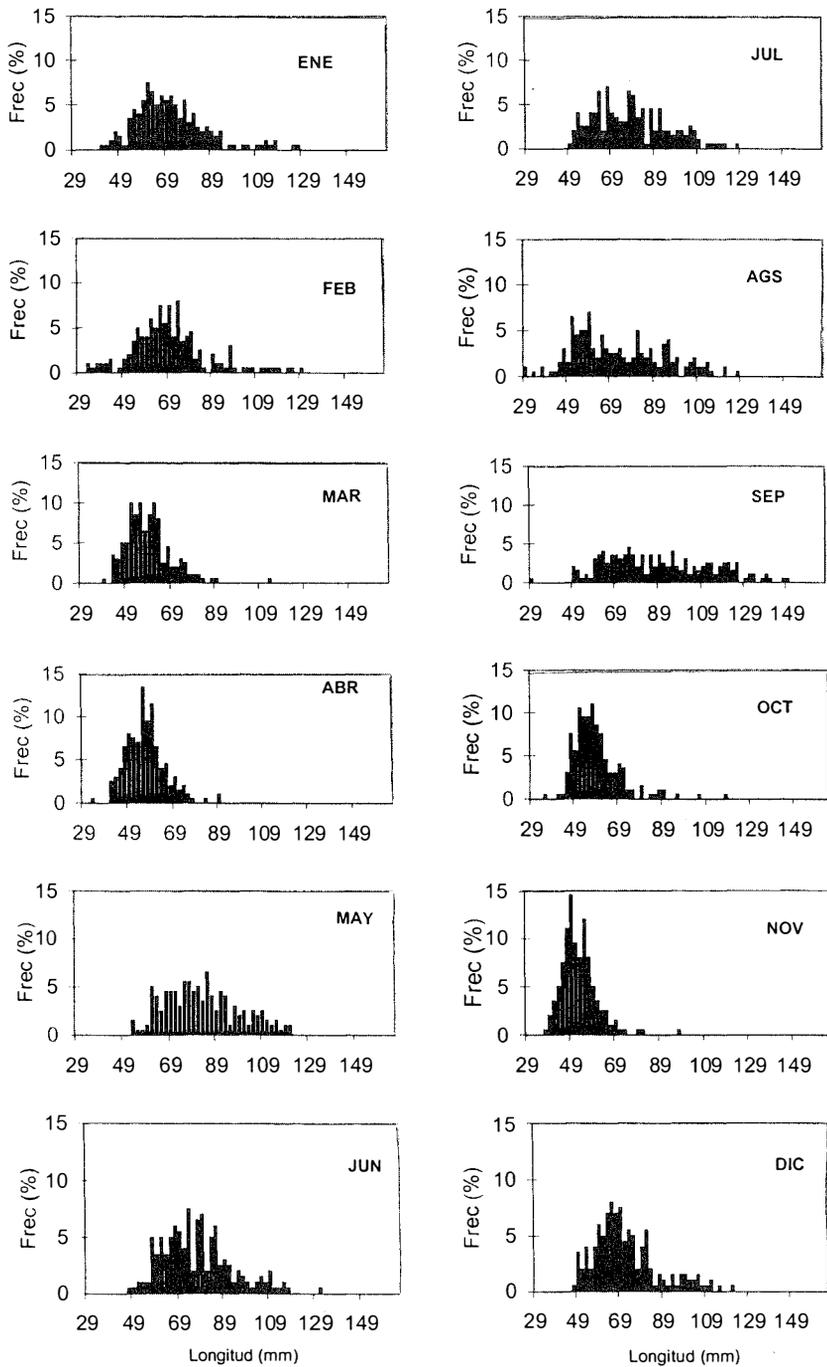


Fig. 3. Estructura poblacional del ostión americano *Crassostrea virginica* de la laguna Mecoacán, Tabasco, México. Ciclo anual abril 1998-marzo 1999. Intervalos de clase= 2mm, n=200 por mes.

Fig. 3. Population structure of *Crassostrea virginica* in Mecoacán, Tabasco, México. April 1998-March 1999. Class intervals= 2mm, n=200 per month.

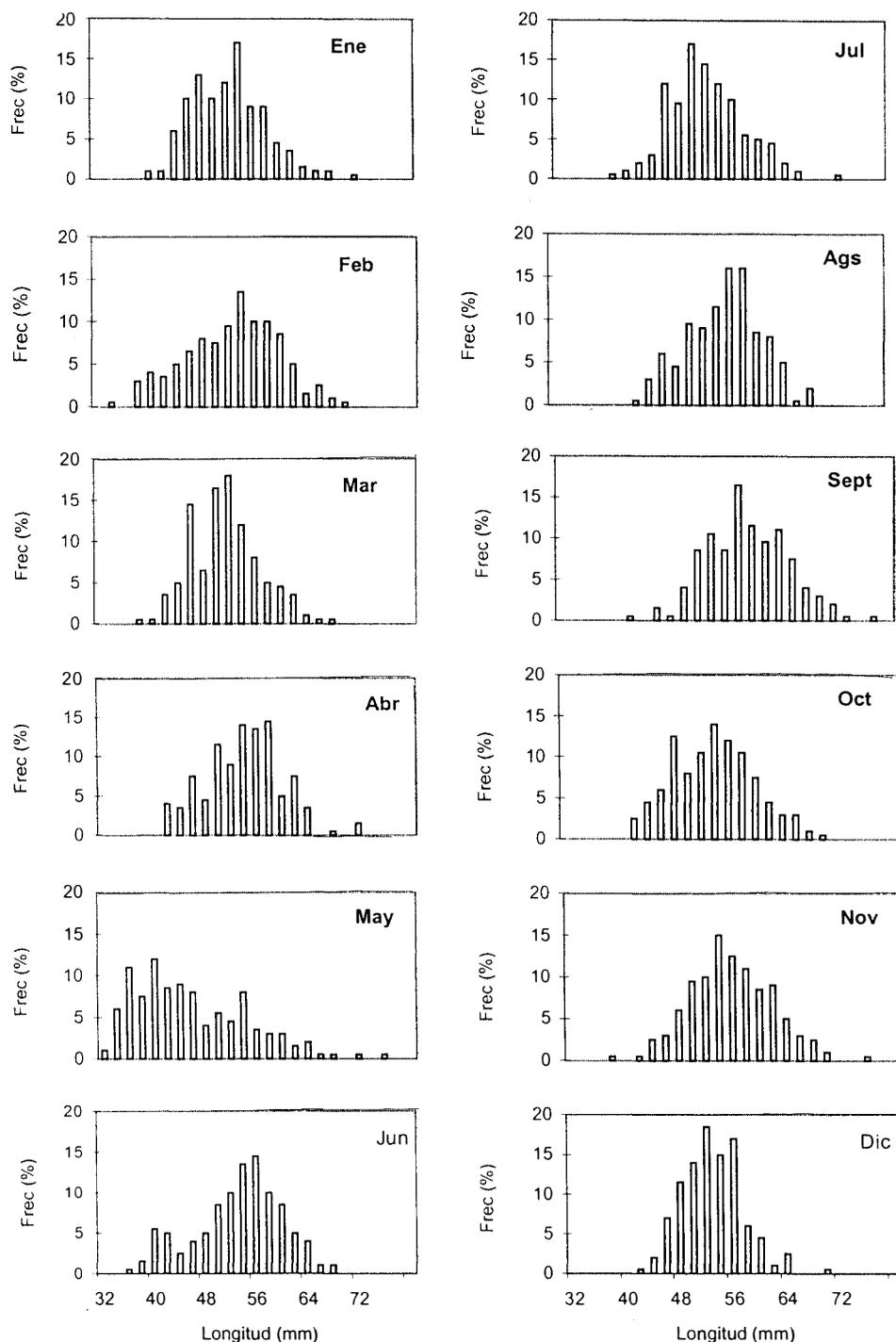


Fig. 4. Estructura poblacional del mejillón *Ischadium recurvum* de la laguna Mecoacán, Tabasco, México. Ciclo anual abril 1998-marzo 1999. Intervalos de clase=2mm, n=200 para cada mes.

Fig. 4. Population structure for *Ischadium recurvum* in Mecoacán, Tabasco, México. April 1998-March 1999. Class intervals=2mm, n=200 per month.

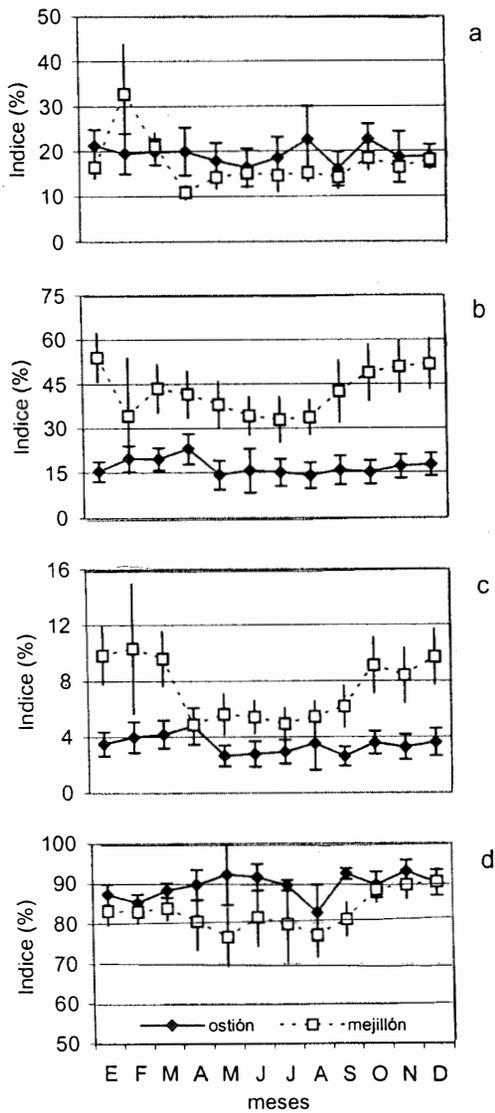


Fig. 5. Índices Fisiológicos de Condición (PCI's) para las poblaciones de *Crassostrea virginica* e *Ischadium recurvum* de Mecoaacán, Tabasco, México, de abril 1998 a marzo 1999. Medias y desviaciones estándar para cada mes. a) Peso húmedo de tejidos/peso húmedo de concha (PHT/PHC), b) Peso seco de tejidos/peso húmedo de tejidos (PST/PHT), c) Peso seco de tejidos/peso seco concha (PST/PSC) y d) Peso seco libre de cenizas/ peso seco tejidos (AFDW/TDW).

Fig. 5. Physiological Condition Indices (PCI's) for *Crassostrea virginica* and *Ischadium recurvum* in Mecoaacán, Tabasco, México. April 1998-March 1999. Means and standard deviations for each month. a) moist tissue weight/moist shell weight (PHT/PHC), b) dry tissue weight/moist tissue weight (PST/PHT), c) Dry tissue weight/dry shell weight (PST/PSC) and d) ash-free dry weight/ tissue dry weight (AFDW/TDW).

aumentó a 19%. En el mejillón las variaciones de los valores medios fueron mayores, con mínimos en febrero y julio y máximos en enero y diciembre.

El índice peso seco tejidos/peso húmedo de tejidos (PST/PHT) (Fig. 5b) mostró siempre valores mayores para el ostión, excepto en febrero. El ostión presentó valores constantes de enero a abril, y de mayo a diciembre picos son observados en agosto y octubre. Para el mejillón, el mayor valor fue en febrero (32.8%) y el menor en abril (10.8%), mientras que los demás meses registraron valores promedio de 15%.

El índice peso seco tejidos/peso seco de concha (PST/PSC) (Fig. 5c) mostró valores mayores para el mejillón en comparación al ostión. La desviación estandar de las medias de los valores del ostión tuvieron una menor variabilidad que para el mejillón. El mayor valor del ostión y el menor del mejillón se ubicaron en abril.

El índice peso seco libre de cenizas/peso seco total (AFDW/TDW, por sus siglas en inglés) (Fig. 5d) arrojó valores mayores para el ostión que para el mejillón, durante todo el periodo de estudio. Las mayores diferencias se encontraron en mayo, con el menor valor para el mejillón y uno de los mayores valores para el ostión. Los mayores valores para ambas especies se ubicaron en noviembre.

DISCUSION

Para el ostión, tallas y pesos tuvieron valores mínimos en abril y noviembre. Esto puede explicarse en parte por el aspecto reproductivo que presenta *C. virginica*, con épocas de desove en marzo-abril y septiembre-octubre (Diego com. pers.). El reclutamiento se realiza de 4 a 6 semanas posterior al desove, existiendo una mayor proporción de ostiones de menor talla en la población en abril y noviembre. La presión de pesca aumenta, sobre todo en noviembre, al terminar la veda (agosto a octubre), la cual incide principalmente en los organismos de mayor talla. La talla oficial mínima de cap-

tura es de 80 mm.

La mayor uniformidad de tallas observadas para el mejillón a lo largo del año podría ser explicada por no tener una presión de pesca (Fariás-Sánchez 1991) sobre las tallas mayores.

El peso seco de los tejidos blandos y la concha se comportaron de forma sincrónica a lo largo del año en el ostión, mientras que en el mejillón no presentó gran variación para la concha, pero sí para los tejidos blandos, la cual tuvo sus menores valores de abril a junio. Esto sugiere un ritmo de crecimiento similar entre tejidos blandos y concha para el ostión, no así para el mejillón.

Cruz y Villalobos (1993) relacionaron los valores máximos del peso seco de tejidos blandos con los tiempos de maduración sexual en *Mytella guyanensis*. Siguiendo este esquema para *I. recurvum*, marzo y octubre supondrían mayor probabilidad de presencia de organismos maduros, pero es necesario el análisis de su ciclo gonádico. Fariás (1991) reportó para esta especie un patrón de asentamiento constante durante casi todo el año en un estuario de Veracruz, México, excepto para enero-febrero y junio-julio, por lo que la maduración y desove parcial serían en diciembre-enero y mayo-junio. Estas temporadas coinciden con los bajos valores (abril-julio) encontrados en este trabajo, lo que confirma las suposiciones de Cruz y Villalobos (1993).

El análisis de la estructura poblacional del ostión sugiere un esfuerzo pesquero que se está aplicando de enero a abril y de octubre a diciembre. La presencia de varias cohortes de tallas mayores de mayo a septiembre, supone un crecimiento lento del organismo. Martínez y colaboradores (1995) observaron también una baja tasa de crecimiento de 7.06 mm mensual para semilla de *C. virginica* en Campeche. El patrón observado mostró dos reclutamientos de gran intensidad en abril y noviembre y otros menores en enero-marzo, lo que determina un reclutamiento de forma periódica y no continua.

La ausencia de cambios significativos en

la estructura poblacional del mejillón, refuerza la suposición de que la población del mejillón se reproduce y por lo tanto lleva un reclutamiento continuo durante gran parte del año, según Fariás (1991). Para establecer con precisión lo anterior, es necesario realizar un estudio del ciclo reproductor. El mismo autor encontró en esta especie una distribución generalmente bimodal, la misma que se observó en este trabajo. El reclutamiento es sólo evidente en mayo y junio, posiblemente porque la tasa de crecimiento acelerada dificulta detectar los nuevos reclutas. Sin embargo, se carece de información publicada sobre crecimiento en el medio natural del mitílido. Este patrón de distribuciones de frecuencia también se explica por ser una población a la que no se le aplica un esfuerzo pesquero.

Los índices de condición indican el estado nutritivo y/o fisiológico del animal (Lucas y Beninger 1985, Crosby y Gale 1990, Dame 1996), el cual es reflejo de las condiciones ambientales en que se desarrolla el animal.

Lucas y Beninger (1985) mencionan que el índice PHTe/PHC aunque de los más fáciles de medir, presenta algunos problemas. La noción de carne y concha drenada es fisiológicamente vaga y difícil de estandarizar. Además, en ciertas condiciones como starvation, los bivalvos tienden a compensar pérdidas orgánicas consumiendo agua, lo que da una falsa impresión de su condición real.

Aldana (1990) obtuvo valores de este índice para ostiones trasplantados y cultivados en Yucatán, México de 0.42 en abril a 0.16 en septiembre. En este trabajo, los valores oscilaron entre 0.23 en abril a 0.14 en agosto. Los mayores valores de los primeros pueden explicarse por su carácter de cultivo y en un medio con menor grado de contaminación, a diferencia de Mecoaacán donde es probable que la calidad del alimento sea menor por las condiciones imperantes.

En esta relación los valores siempre fueron mayores para el mejillón que para el ostión, hasta en un 28 % en promedio. Esto puede ser consecuencia del diferente esfuerzo realizado para la producción de diferentes

tejidos (concha y carne) en ambas especies.

En el índice peso seco tejidos/peso húmedo tejidos (PST/PHT), cuando su valor disminuye, la proporción de agua aumenta. Cruz y Villalobos (1993) mencionan que estudios previos muestran que un incremento en el contenido de agua es indicativo de desove, lo que confirmaron con *Mytella guyanensis*. De ser esto cierto, el menor valor del mejillón en abril coincidiría con una de las épocas de desove del ostión.

En el índice peso seco tejidos/peso seco concha (PST/PSC), valores bajos indican que se realizó un esfuerzo biológico mayor para mantenerse energéticamente en condiciones de enfermedad o en la producción y expulsión de gametos (Lucas y Beninger 1985). Crosby y Gale (1990) lo citan como un índice "absoluto" que compara el metabolismo dirigido a procesos de calcificación con el metabolismo enfocado hacia procesos somáticos y gametogéneos. Por lo tanto, no es un índice del estado nutritivo. Sin embargo Rainer y Mann (1992) sí lo toman como indicador del estrés nutritivo, ya que dicen que estos procesos son afectados por estrés a corto plazo y continuamente ajustado por vías anabólicas y catabólicas. Finalmente, Mann (1978) menciona que este no toma en cuenta posibles variaciones en el volumen valvar causados por cambios en la forma general de los individuos o en el grosor de la concha, aunque incorpora el tamaño absoluto de la concha *per se*.

Aldana (1990) calculó para ostiones trasplantados y cultivados, valores de 0.17 en abril a 0.032 en septiembre. Por su parte Martínez *et al.* (1995) citan valores para semilla de ostión entre 0.036 y 0.019 tras 85 días de cultivo. El presente trabajo registró valores entre 0.047 en abril y 0.025 en septiembre, mucho menores a los adultos trasplantados y con situación de estrés, lo que refleja una condición pobre por parte de los ostiones ante un ambiente contaminado al compararlos con individuos en un medio más limpio. Los valores bajos coinciden con las temporadas de desove (mayo y septiembre), evidenciando con base en Lucas y Beninger

(1985), un gasto energético para producir y expulsar gametos.

El índice fue en promedio 4.5% mayor en el mejillón que el ostión, lo que supone que el mitílido realiza en términos generales un menor esfuerzo biológico que el ostión para mantenerse en las condiciones presentes en la laguna, y el ostión presenta un estrés nutritivo mayor.

El índice AFDW/TDW toma en cuenta las cenizas, ya que el contenido de estas se incrementa bajo condiciones fisiológicas desfavorables, enmascarando parcialmente los resultados (Lucas y Beninger 1985). Las cenizas son uno de los componentes bioquímicos y Gabbott y Walker (1971) y Cruz y Villalobos (1993) mencionan que existe una variación estacional del ciclo bioquímico estrechamente relacionado con el ciclo gametogénico en los moluscos, por lo cual faltaría determinar la estrategia reproductiva de ambas especies. En el ostión presentó sus mayores valores en mayo y noviembre, lo que podría relacionarse con probables épocas de reproducción. Cruz y Villalobos (1993) sugieren que los altos valores del contenido inorgánico pueden estar relacionados a la salinidad del agua. En este trabajo, los menores valores del contenido inorgánico para ambas especies se ubicaron de octubre a diciembre, meses con salinidades bajas (10 p.p.m en promedio), las cuales no son propicias para el ostión.

Según Farias-Sánchez (1991), *I. recurvum* del sistema estuarino Boca del Río-Mandinga en Veracruz, México, se distribuye hacia las zonas de descarga de los ríos en época de lluvias, mientras que *C. virginica* se ubica hacia la boca del sistema, en salinidades mayores. El mejillón al ser un organismo eurihalino, presenta una ventaja ecofisiológica ante las condiciones mesohalinas del medio. Mecoacán es un caso similar, ya que presenta una alta variación salina (Alvarado, 1996), oscilando en este trabajo desde 35 p.p.m. en marzo hasta 5 p.p.m. en octubre-noviembre. De acuerdo a lo observado, se entiende porque *I. recurvum* puede tener una mayor

producción en esta laguna a bajas salinidades, a diferencia de *C. virginica* que a salinidades por debajo de 10 p.p.m. presenta un cese de alimentación, exposición a depredación y parasitismo, y se inhibe su madurez gonadal (Hopkins 1931, Butler 1949, Palacios 1987). Las larvas a menos de 20 p.p.m. se inhibe su fijación (Hopkins 1931, Palacios 1987).

Las posibles ventajas competitivas del mejillón ante el ostión, es decir la prácticamente nula explotación pesquera, el reclutamiento continuo durante casi todo el año, menor esfuerzo biológico (principalmente fisiológico, con base en los índices) para soportar las condiciones de la laguna y su condición de especie eurihalina en un medio mesohalino, permiten explicar en gran parte la alta producción del mitílido en esta laguna frente a la baja del ostión. Por último, se hace necesario determinar los patrones reproductivos, debiéndose realizar en paralelo el ciclo gonádico de ambas especies.

AGRADECIMIENTOS

El presente estudio se realizó en el marco del proyecto "Caracterización Biológica, Fisiológica y Genética de las Poblaciones del Ostión *Crassostrea virginica* en el Golfo de México", CONACYT 2521P - B9509; Proyecto CEE CI10432ME(JR); Proyecto Internacional CONACYT-CYTED-Red II-B; y Beca escolar de posgrado CONACYT registro 119 325. Se agradece la infraestructura y apoyo del CINVESTAV-IPN Unidad Mérida, y a Victoria Patiño Juárez por su apoyo técnico.

RESUMEN

Las lagunas costeras del Golfo de México registran alrededor del 90% de la extracción mexicana de ostión, siendo el estado de Tabasco el segundo productor en esta región. La producción ha disminuido drásticamente en los últimos seis años, presumiblemente por factores de contaminación y de manejo de la especie. Adicionalmente, en la laguna de Mecoacán, Tabasco, se ha presentado una proliferación del mejillón *Ischadium recurvum*, generando una situación de competencia por espacio y probablemente por el alimento. *Crassostrea*

virginica e *Ischadium recurvum* fueron estudiados para evaluar su producción somática con varios índices fisiológicos de condición (PCI's) a lo largo de un ciclo anual. Mensualmente se recolectaron de forma aleatoria 200 organismos de cada una de las especies, determinándose los siguientes índices: peso seco de tejidos/peso húmedo de tejidos (PST/PHT), peso húmedo de tejidos/peso húmedo de concha (PHT/PHC), peso seco de tejidos/peso seco de concha (PST/PSC) y peso seco libre de cenizas/peso seco de tejidos blandos (AFDW/TDW). Estos índices se compararon entre sí y a lo largo de un ciclo anual, con el fin de determinar el estado fisiológico general de ambas poblaciones y su variabilidad temporal. En función de los resultados, la producción somática del mejillón fue mayor a la del ostión. Esta superioridad puede explicarse por: 1) el mejillón usa menos energía para la producción de concha, 2) el reclutamiento constante durante casi todo el año por el mejillón y 3) las condiciones mesohalinas en la laguna fueron más favorables al mejillón.

REFERENCIAS

- Aguilera, G.F. 1977. Contribución al conocimiento hidrológico de la laguna Mecoacán, Puerto Ceiba, Tabasco. Tesis profesional. UABC. Ensenada, B.C., México. 83 pp.
- Aldana, A.D. 1990. Crecimiento del ostión americano *Crassostrea virginica* Gmelin (1791) en la Ría de Río Lagartos, Yucatán, México. VII Simp. Int. Biol. Mar. Ensenada, B.C. México: 36-50.
- Alvarado, A.C.J. 1996. Análisis espacio-temporal de la hidrología y comunidad de macrodecápodos de la Laguna de Mecoacán, Paraiso, Tabasco, México. Una aproximación estadística. Tesis de licenciatura. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, Villahermosa, Tab., México. 133 p.
- Butler, P. A. 1949. Gametogenesis in the oyster under conditions of depressed salinity. *Biol. Bull.* 96: 263-269.
- Castañeda, O. & F. Contreras (compiladores). 1994. Bibliografía comentada sobre Ecosistemas Costeros Mexicanos. Golfo de México II (de Tabasco a Quintana Roo). Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa. CONABIO/UAM-I/CDELM.
- Contreras, F. 1985. Las Lagunas Costeras Mexicanas. Centro de Ecodesarrollo/Secretaría de Pesca. México. 253 p.
- Crosby, M.P. & L.D. Gale. 1990. A review and evaluation of bivalve condition index methodologies with a suggested standard method. *J. Shellfish Res.* 9: 233-237.
- Cruz, R.A. & C.R. Villalobos. 1993. Monthly changes in tissue weight and biochemical composition of the

- mussel *Mytella guyanensis* (Bivalvia: Mytilidae) in Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 41: 93-96.
- Dame, R.F. 1996. Ecology of marine bivalves. An ecosystem approach. CRC Marine Science Series. Boca Raton, Florida. 254 p.
- De la Lanza, E. & A. Gómez. 1994. Fitoplancton y nutrientes en la laguna de Mecoacán, Tabasco en el periodo enero-mayo 93. *Res. VII SOMPAC.* 81 p.
- Diego, P.M. 1980. Evaluación poblacional ostrícola en la Laguna Mecoacán, Tabasco, México. Agosto 1980. Secretaría de Pesca. Delegación Federal de Pesca Tabasco. Reporte Técnico. 17 p.
- Escurre, E. & J. López. 1980. Los bosques de manglar como recurso natural: un estudio cuantitativo. *Res. I Congr. Sobre Problemas Ambientales de México:* 14.
- Farías-Sánchez, J.A. 1991. Ecology, culture, and utilization of the mussel, *Brachidontes recurvus* (Rafinesque), in the context of an integrated management approach to Boca del Río-Mandinga estuarine system, Veracruz, México. Tesis doctoral. Universidad de Stirling. Stirling, Inglaterra. 234 p.
- Gabbott, P. A. & A. J. M. Walker. 1971. Changes in the condition index and biochemical content of adult oyster (*Ostrea edulis* L.) maintained under hatchery conditions. *J. Cons. Int. Explor. Mer.* 34: 99-106.
- Galtsoff, P.S. 1964. The American oyster *Crassostrea virginica* Gmelin US. Department of the Interior Fish and Wildlife Serv. 64, 480 p.
- Galaviz, S., A.M. Gutiérrez & A. Castro. 1987. Morfología, sedimentos e hidrodinámica de las lagunas Dos Bocas y Mecoacán, Tabasco, México. *An. Inst. Cienc. Mar Limnol., UNAM.* 14: 109-123.
- García-Cubas, C. & M. Reguero. 1990. Moluscos del sistema lagunar Tupilco-Ostión, Tabasco, México: Sistemática y ecología. *An. Inst. Cienc. Mar Limnol., UNAM.* 17: 309-343.
- González, A. 1981. Estudio prospectivo de los moluscos de la laguna costera Mecoacán, Tabasco, México. Tesis profesional. Fac. Ciencias. UNAM. México, D.F. 90 p.
- Granados, B., I. Madrigal & J.L. Ramos. 1992. Moluscos de la Laguna Mecoacán, Paraiso, Tabasco. *Res. IX Congr. Nal. Oceanog.:* 100.
- Hopkins, A. E. 1931. Factors influencing the spawning and setting of oysters in Galveston, Texas. *Bull. U.S. Bureau of Fisheries* 3: 57-83.
- Lucas, A. & P. Beninger. 1985. The use of physiological condition indices in marine bivalve aquaculture. *Aquaculture* 44: 187-200.
- Mann, R. 1978. A comparison of morphometric, biochemical and physiological indexes of condition in marine bivalve molluscs: 484-497. En: J.H. Thorp & I.W. Gibbons (eds.), *Energy and Environmental Stress In Aquatic Systems.* DOE Symp. Ser. No. 48.
- 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.
- Palacios, F. M. R. 1987. Manual técnico para la operación de centros acuícolas productores de ostión. Coordinación para la operación acuícola. Secretaría de Pesca. México. 135 p.
- Rainer, J.S. & R. Mann. 1992. A comparison of methods for calculating condition index in eastern oysters, *Crassostrea virginica* (Gmelin, 1791). *J. Shellfish Res.* 11: 55-58.
- Santoyo, H. & M. Signoret. 1981. Producción primaria planctónica de tres lagunas costeras de México. VII Simp. Latinoamer. Oceanogr. Biol. México. 24