



La Ostricultura

Una Alternativa de Desarrollo Pesquero
para Comunidades Costeras en Cuba

Abel Betanzos Vega, José Manuel Mazón Suásteguí
y Gustavo Arencibia Carballo

LA OSTRICULTURA: UNA ALTERNATIVA
DE DESARROLLO PESQUERO
PARA COMUNIDADES COSTERAS EN CUBA

ABEL BETANZOS VEGA,
JOSÉ MANUEL MAZÓN SUÁSTEGUÍ
Y GUSTAVO ARENCIBIA CARBALLO

Betanzos-Vega, A., J.M. Mazón-Suástegui, y G. Arencibía-Carballo (Eds.), 2018. La ostricultura: una alternativa de desarrollo pesquero para comunidades costeras en Cuba. Universidad Autónoma de Campeche. 104 p.

© Universidad Autónoma de Campeche
Instituto de Ecología, Pesquerías y Oceanografía del Golfo de México (EPOMEX)

Esta obra fue revisada por:

Dr. Edgar Mendoza Franco
Instituto EPOMEX, Universidad Autónoma de Campeche.

Dr. Rodolfo del Río Rodríguez
Instituto EPOMEX, Universidad Autónoma de Campeche.

ISBN 978-607-8444-43-4

DOI: 10.26359/EPOMEX.CEMIE032018

CONTENIDO

| | |
|--|-----|
| Agradecimientos | v |
| Presentación | vii |
| Prólogo | ix |
| | |
| Ostricultura vs pesquería de ostras <i>A. Betanzos-Vega y J.M. Mazón-Suástegui</i> | 1 |
| | |
| La actividad ostrícola en Cuba <i>A. Betanzos-Vega</i> | 11 |
| | |
| Bioecología y manejo acuícola-pesquero de moluscos del género <i>Crassostrea</i> : caso ostión americano <i>C. virginica</i> (Gmelin, 1791) <i>J.M. Mazón-Suástegui</i> | 25 |
| | |
| Principales factores de impacto en la actividad ostrícola <i>G. Arencibía-Carballo y A. Betanzos-Vega</i> | 43 |
| | |
| Protocolo de monitoreo de ostión <i>A. Betanzos-Vega</i> | 57 |
| | |
| Diseño y operación de granjas de ostricultura artesanal <i>A. Betanzos-Vega</i> | 73 |

Agradecimientos

A los precursores de la ostricultura en Cuba: Sáenz B. A., Alfonso-Meléndez S., Bosch A., Soroa-Boffill J., Vásquez B., Fernández-Milera J., Argüelles L. M., Fonticiella D., Frías J. A. (especialmente), Rodríguez J., Felipe C. L., Fraga-Castro I, Rubio R., de la Cruz A., Espinosa-Sáez J., Alfonso E., Leal S, Gelabert R., Perera C., Zayas C. R., Molina E., Morales A., Herrera P. L., Déas-Roa, J., entre otros tantos que colaboraron, y los que colaboran en ese empeño.

A la FAO por su apoyo en asesoría desde los inicios.

Al extinto Ministerio de la Industria Pesquera de Cuba, en especial a su viceministro Enrique Oltuski impulsor incansable del desarrollo del maricultivo en Cuba.

Al sector empresarial pesquero, a los pescadores y cultivadores de ostras, a los especialistas y técnicos del Grupo Empresarial y los Buró de Captura, que junto a la dirección de Regulaciones Pesqueras y Ciencia e inspectores pesqueros del Ministerio de la Industria Alimentaria, apoyan en el estudio y monitoreo de este recurso pesquero y en el esfuerzo por mantener y proteger al ostión como recurso comercial.

Al Centro de Investigaciones Pesqueras de Cuba (CIP) y al Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste (CIBNOR) de México, y la empresa mexicana Acuicultura Robles S.P.R. en la persona del especialista en cultivo de moluscos bivalvos MC. Miguel Robles Mungaray. A la organización WCS (Wildlife Conservation Society) especialmente a la Dra. Natalia Rossi. Al Instituto EPOMEX, Universidad Autónoma de Campeche: MC. Guillermo Villalobos y Jorge Gutiérrez.

A la Dras. Raquel Silveira Coffigny, por su apoyo en los contenidos relativos a bacteriología e inocuidad del ostión, y Gilma Delgado Miranda, en relación a microalgas tóxicas. A los Dres. José Espinosa Sáez (malacología) y Norberto Capetillo Piñar (ecología), Se agradece, además, al Dr. Arturo Tripp Quesada (malacología) del INP-CICIMAR

A todos, nuestro agradecimiento.

Presentación

Las ostras u ostiones han formado parte de la dieta de los seres humanos desde tiempos remotos, y aunque en Cuba no existe un marcado hábito nacional de su consumo, su explotación comercial en la primera mitad del siglo 20 mostró una producción anual de unas 500 toneladas de ostión en su concha, alcanzando máximos superiores a las 3000 t en la década 1970.

Desde 1953 se inician experimentos de cultivo de ostión de mangle como parte de un proyecto del Centro de Investigaciones Pesqueras de Cuba (CIP), pero no es hasta 1966 que se realizan estudios encaminados a la identificación de un sistema de cría de ostión que se adapte a las características del ostión de mangle antillano y a su entorno ambiental en Cuba. Los estudios y experimentos desarrollados por el CIP, con asesoría de especialistas de la FAO, lograron que en 1975 se fundara la primera granja de ostricultura en Cuba con fines comerciales, y una posterior generalización de la ostricultura artesanal con 20 granjas que obtenían ostrillas del medio natural para su engorde. Estas granjas, llegaron a operar un volumen anual de 1 000 000 de colectores, produciendo alrededor de 1 000 toneladas de ostión en su concha.

El paulatino represamiento de los ríos y el avance de la contaminación hacia las zonas costeras debido a mayor desarrollo industrial, trajo como consecuencia la desaparición de importantes bancos ostrícolas y alteraciones en los ciclos naturales de fijación y crecimiento, lo que conllevó al antiguo Ministerio de la Industria Pesquera (MIP) de Cuba, a desplegar un programa de desarrollo de la ostricultura que permitiese: un mayor aprovechamiento de las áreas marinas de calidad, nuevas formas de suministro estable de ostrillas (“semillas”) provenientes de centros de desove y cría de larvas en ambiente controlado, y la introducción y manejo de especies de moluscos bivalvos de alto rendimiento en carne y valor comercial. Un resultado importante, con apoyo de la FAO y el esfuerzo del MIP, el CIP y el Centro de Investigaciones Marinas (CIM) de la Universidad de la Habana, fue la construcción y puesta en marcha, entre finales de los 80s y principios de los 90s, de laboratorios (*hatcheries*) para mantenimiento de reproductores e inducción del desove, los cuales no lograron alcanzar, por diferentes causas, los resultados esperados de incrementos productivos, siendo posteriormente cerrados o destinados a otros objetivos.

En la actualidad, y debido a disminución de las fuentes de contaminación, adaptaciones ambientales de las especies de ostión presentes en Cuba, y sobre todo ante la presencia natural del ostión americano *Crassostrea virginica*, la ostricultura ha sido re-considerada como una opción para el incremento en la producción de alimentos y nuevas fuentes de empleo, y como alternativa de desarrollo pesquero local; lo cual ha sido corroborado con resultados

a escala piloto y comercial, a partir de objetivos vinculados a proyectos comunitarios con financiamiento de organizaciones internacionales no lucrativas como (FAO, PNUD, WWF, EDF) los que se han implementado con el apoyo de entidades del Ministerio de la Industria Alimentaria (MINAL) y del Ministerio de Ciencia Tecnología y Medio Ambiente (CITMA), de Cuba. Las experiencias derivadas de esos proyectos pilotos demostraron que el éxito y escalado de los resultados, estriba en la concientización de todos los actores y decisores de los gobiernos locales, en la necesidad de involucrar en ese empeño a toda la comunidad, y en responsabilizar de la continuidad de los mismos a gestores del sector pesquero estatal y líderes comunitarios, con el apoyo y asesoría de instituciones científicas vinculadas al tema.

Esta obra constituye una herramienta más a disposición de los interesados en utilizar la ostricultura artesanal como alternativa de desarrollo para comunidades costeras. Se brinda información, de las ventajas de la ostricultura sobre la actividad pesquera de ostras, de los antecedentes y estado actual de la actividad ostrícola en Cuba, sobre bioecología de ostiones del género *Crassostrea* sp, y las técnicas y métodos para monitoreo de ostión y su hábitat; así como procedimientos para la construcción y manejo de granjas de ostricultivo artesanal del ostión de mangle *Crassostrea rhizophorae* según metodología cubana, e información sobre manejo acuícola-pesquero del ostión americano *Crassostrea virginica*, según métodos mexicanos, al constituir este una nueva especie comercial en Cuba, y con potencialidad para el desarrollo ostrícola de la región del Caribe insular.

Dr. Barbarito Jaime Ceballos

Investigador Titular

Subdirección de Acuicultura Marina

Centro de Investigaciones Pesqueras

Prólogo

La obra que está Usted a punto de leer es mucho más allá de un Manual para el Cultivo de Ostión, lo cual de suyo sería ya suficientemente importante y trascendente. Nace de la necesidad del desarrollo de la ostricultura como alternativa de producción pesquera y oportunidad de empleo para las comunidades costeras, y es fruto de la cooperación entre investigadores del Centro de Investigaciones pesqueras (CIP) de Cuba y del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. (CIBNOR) de México, y a partir de un acuerdo marco de colaboración que se oficializa por sus respectivos directores en febrero de 2014.

La ostricultura, como muy atinadamente se describe a lo largo de este libro, tiene muy significativos beneficios desde el punto de vista ecológico y ambiental, contrastando esta actividad con los métodos tan lesivos que, usualmente, se utilizan en la colecta de los bancos naturales de ostiones.

Pero no solamente, como bien lo explican los autores de esta obra, la ostricultura conlleva importantes ventajas para la conservación de ecosistemas naturales. Asimismo la ostricultura permite a lo largo de todos los procesos que involucra su desarrollo, introducir estratégicos elementos de mejora, tanto para el propio producto final en sí mismo de esta actividad: el rendimiento y la calidad de la carne de los ostiones, como, y de manera aún más relevante, en el bienestar de las comunidades costeras que a ello se dediquen.

Este es, indudablemente, otro de los méritos fundamentales de este libro: no está escrito pensando en los inversionistas de los grandes capitales. Los autores de la misma no están enfocados en patentar sus hallazgos. Esta obra está orientada a una audiencia mucho más centrada en el desarrollo local y regional: está escrito para el público en general y especialmente será de relevante utilidad para los tomadores de decisión, tanto a nivel de organizaciones sociales como del ámbito gubernamental.

En nuestros latinoamericanos países existe no solo un mercado local apetecente de los ostiones de buena calidad. Asimismo los turistas, especialmente los europeos y asiáticos, que arriban a nuestros destinos turísticos agradecen, y lo pagan, un espectacular plato de “*Frutos de Mar*” en donde el ostión en su concha indudablemente es el atractivo principal del mismo: el rey de la escenografía. No es gratuito, ni mera coincidencia, que a los bancos de ostión se les conozca más apropiadamente y desde las más antiguas épocas como “*Placeres*”.

El sabor del ostión, y sus propiedades míticas, prevalecerán en el gusto de los consumidores por generaciones. Y ello puede, y debe, redundar en un beneficio ecológico y social. Lo cual será dable siempre y cuando se sigan las recomendaciones que, muy generosamente, nos comparten los autores de este libro, a no dudarlo.

En este contexto y retomando el primer párrafo de este prólogo, para no perder el hilo de la plática: este libro es mucho más allá de un Manual para el Cultivo de Ostión, está escrito por expertos que han pasado toda su vida desentrañando los secretos de la optimización de su cultivo, y que ponen, con el más alto sentido social y humanista, a disposición de las comunidades toda su sapiencia y experiencia para que a través del manejo de un muy valioso recurso natural, incrementen, sin demagogias, su nivel de calidad de vida. Vaya un respetuoso y cálido reconocimiento por este compromiso, real, de la ciencia con la sociedad a la que nos debemos, a los autores y editores de este libro.

Usted, lector que tiene en sus manos esta obra, disfrutará su lectura tanto, o más, que un *Plato de Frutos de Mar*, ello está garantizado.

¡Buen provecho!

Dr. Alfredo Ortega Rubio
Investigador Titular
CIBNOR, La Paz, Baja California Sur, México

ACERCA DE LOS AUTORES

Esp. Abel Betanzos Vega (abetanzos@cip.alinet.cu). Labora por más de 35 años en el Centro de Investigaciones Pesqueras (CIP), La Habana, Cuba, en temas relacionados con oceanografía físico-química y contaminación. Actualmente ocupa una plaza de Especialista en Biología Pesquera, y se desempeña en la evaluación ambiental y selección de sitios para el cultivo de especies marinas, en la subdirección de Acuicultura Marina. Colabora en varios proyectos de investigación y de divulgación científica y técnica. Paralelamente y desde 2006 asesora al sector pesquero en la actividad ostrícola nacional, pesquería y cultivo. Ha participado en asesorías en la República de Haití, y recibido adiestramiento internacional en acuicultura pesquera y en nuevas zootecnias de cultivo de moluscos bivalvos en ambiente controlado. Ha participado en más de 100 cruceros nacionales e internacionales de investigación y monitoreo en aguas oceánicas y de plataforma. Ha impartido cursos de postgrado, participado en talleres y congresos nacionales e internacionales. Cuenta con 38 artículos publicados, entre científicos y divulgativos, y 3 capítulos de libros. Participa en la elaboración de este libro, como parte de la necesidad para la formulación de la nueva “Estrategia Nacional de Desarrollo Sostenible de la Maricultura de Cuba”.

Dr. José Manuel Mazón Suástegui (jmazon04@cibnor.mx) SNI Nivel 2, ITB; Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. (CIBNOR), www.cibnor.gob.mx. Biólogo Marino y Maestro en Ciencias por CICIMAR-IPN; Doctor en Biología Animal (2005) por la Universidad de Barcelona (UB), con Mención Honorífica Excel-Lent Cum Laude; Premio Antoni Caparrós (2006) a la Mejor Tesis doctoral UB con Transferencia y Retorno de Conocimientos a la Sociedad. Las líneas actuales de trabajo en Investigación Básica: Biología, Nutrición y Reproducción de Invertebrados Marinos con dietas Naturales y Artificiales. Homeopatía Acuícola-Agrícola y Probióticos en Moluscos, Peces y Crustáceos. Microbiota asociada a Invertebrados Marinos. En Investigación Aplicada: Desarrollo, innovación y mejora continua de tecnología y zootecnias para la producción Piloto-Experimental de semillas marinas; Diseño de laboratorios y prototipos de producción acuícola; Homeopatía Acuícola-Agrícola, Probióticos; Proyectos de cultivo de moluscos en el mar incluyendo captación de semilla silvestre en colectores, sistemas de transporte de semilla, siembra y engorda comercial. Transferencia de conocimientos, prototipos y tecnología al sector productivo. Productividad CYT Relevante: Artículos Publicados Indexados (44), Arbitrados (11) de Divulgación (6), Capítulos Libro (13). Dirección de tesis concluidas: Tesis Doctorales (3), de Maestría (10), de Licenciatura (11).

Dr. Gustavo Arencibia Carballo (gustavo@cip.alinet.cu) Es graduado de licenciatura en bioquímica de la Universidad de la Habana. Labora en el Centro de Investigaciones Pesqueras (CIP), La Habana, Cuba desde 1981 y sus temas de investigación son fundamentalmente la ecotoxicología y la contaminación marina, aunque ha estado vinculado a proyectos de cultivos marinos de camarón en calidad de agua y sedimentos. Ha impartido en más de 20 cursos nacionales, más de 18 internacionales realizados en Cuba, México, Colombia, etc. Ha dirigido y publicado en Internet varias páginas Web. Dirigió el laboratorio de Ecotoxicología del CIP durante 12 años. Ha organizado eventos y organizaciones regionales, así como ha participado en comité organizadores de eventos internacionales como el MARCUBA'2000, 2006 y 2009. Ha organizado reuniones regionales por encargo de la UNESCO. Fundó con otros colegas la sociedad de Algas Nocivas del Caribe (ANCA) en 1998 y desde 2009 es Vicepresidente del grupo regional ANCA. Dirigió el proyecto Internacional "Proyecto comunitario Bahía de Nipe (1999-2001, 2001-2003)" auspiciado por el Centro Internacional de Investigaciones y Desarrollo, (CIID) de Canadá. Actualmente trabaja como investigador titular, jefe de proyecto y director del CIP desde 2016.



— Capítulo 1 —

Ostricultura vs Pesquería de Ostras

Abel Betanzos-Vega y José Manuel Mazón-Suástegui

INTRODUCCIÓN

La relación entre las comunidades costeras y la pesca ha ido más allá de una simple actividad de subsistencia. Para muchas comunidades, la actividad pesquera puede ser la única fuente de alimento y de ingresos. Tradición que se convierte en una vía para alcanzar un mayor desarrollo social y económico. Sin embargo, puede constituir un impacto negativo cuando la explotación de los recursos pesqueros sobrepasa su capacidad de recuperación. Cuando la captura crece sin control conduce a la sobrepesca, lo que puede tener consecuencias sociales, económicas y ecológicas. La sobrepesca transforma un ecosistema originalmente estable por otro bajo condiciones de estrés. La acuicultura, al igual que la agricultura, ha ido suplantando la captura y la recolecta, por la “siembra y la cosecha”; y si su desarrollo es sustentable permite un salto cualitativo y cuantitativo en el sector pesquero.

Los costos de la actividad de acuicultura a niveles industriales han condicionado su expansión a las grandes empresas con tecnologías de avanzada, sobre todo en relación a la acuicultura marina de peces y crustáceos; sin embargo, el cultivo de moluscos bivalvos a niveles artesanales y semi intensivos, es una opción para comunidades pesqueras con recursos limitados.

Se ha reconocido que el crecimiento de la acuicultura es lento en la región del Gran Caribe (SOFIA, 2012), y pasa por el hecho de que ha habido pocos intentos serios para el desarrollo o adaptación de las tecnologías acuícolas. No obstante, según Flores-Nava *et al.* (2016), han surgido nuevos proyectos gubernamentales, iniciativas de ONG, programas de cooperación de agencias internacionales de apoyo técnico y capacitación a los productores acuícolas, aunque la mayor de las veces de forma desarticulada y sin una visión de conjunto ni una estrategia a largo plazo. Cuba, no ha estado exenta de esta situación respecto a la consolidación de la acuicultura marina, pero se dan pasos seguros para la formulación de una estrategia de maricultura, a corto, mediano y largo plazo.

Como parte de la formulación para la *Estrategia Nacional de Desarrollo Sostenible de la Maricultura de Cuba*, entre los moluscos bivalvos potenciales, el ostión se define como una especie de valor comercial con factibilidad inmediata de expansión por concepto de cultivo, debido al conocimiento alcanzado en su investigación y desarrollo tecnológico. Entre las especies marinas, los moluscos bivalvos no necesitan otro alimento adicional del que obtienen del medio natural, y alcanzan tallas comerciales en periodos cortos, por lo que su cultivo artesanal no implica altos costos de inversión, y pueden constituir una alternativa de desarrollo pesquero para comunidades costeras.

Según estadísticas de la FAO, los moluscos representan más del 20% de la producción mundial de productos acuícolas, siendo el cultivo de ostras uno de los más desarrollados a nivel mundial, generando más de 4.5

EL OSTIÓN ES UN RECURSO RENOVABLE, CAPAZ DE PRODUCIR PROTEÍNA, Y SU CULTIVO PUEDE GARANTIZAR UNA FUENTE ESTABLE DE ALIMENTO Y DE EMPLEO A LAS COMUNIDADES COSTERAS.

millones de toneladas (t), cifra solo superada por un grupo multiespecífico de almejas, berberechos y arcas, cuya producción global fue de ~4.9 millones de t (FAO, 2012). En Cuba, el máspreciado de los moluscos bivalvos, por su abundancia natural y crecimiento a talla comercial en un corto periodo de tiempo, sabor y propiedades nutritivas, es el ostión, principalmente el conocido como ostra u ostión de mangle.

En este capítulo se analiza la importancia de la ostricultura sobre la actividad ostrícola basada únicamente en la captura o recolecta directa de ostiones de los bancos naturales, y tiene como objetivo brindar elementos que concienticen la necesidad de pasar de recolectores de ostión silvestre a cultivadores.

LA FACTIBILIDAD ECONÓMICO-AMBIENTAL DE LA OSTRICULTURA: EL CASO CUBA

La distribución contagiosa de los ostiones en forma de conglomerados y con fijaciones secuenciales, unos encima de otros, que promueven una variedad de formas y tallas, dificulta seleccionar los ostiones de talla comercial cuando la recolecta se realiza directamente de los bancos naturales, y según diferentes estudios, en el caso de las poblaciones naturales explotadas el porcentaje de ostiones con talla comercial varía entre el 20% y el 35%. Por otra parte, las poblaciones naturales de ostiones están expuestas a las afectaciones propias de la zona costera, de-

rivadas de la antropización y del incremento de eventos climáticos extremos.

El cultivo garantiza una población pesable con tallas similares, posibilitando las siembras y cosechas en función de intereses comerciales, y permite un incremento productivo sin afectar las poblaciones naturales.

Para el cultivo de bivalvos, una de las restricciones es el limitado abastecimiento de “semillas” (Sarkis, 2008). Las técnicas más conocidas para la producción comercial de “semilla” de moluscos bivalvos en laboratorio corresponden a los moluscos ostreidos, y

EN LA OSTRICULTURA, LOS PROBLEMAS ASOCIADOS A FACTORES NATURALES ADVERSOS, AUNQUE DEBEN CONSIDERARSE EN CUALQUIER ESTRATEGIA DE MANEJO, PUEDEN CONSTITUIR FACTORES NO CONTROLABLES, PERO LOS FACTORES RELATIVOS A LA MULTIPLICIDAD DE USOS Y MANEJO DE LA ZONA COSTERA, PARA POTENCIAR EL CULTIVO, PUEDEN RESOLVERSE A TRAVÉS DE UNA GOBERNANZA ORIENTADA A LA SEGURIDAD Y SOSTENIBILIDAD ALIMENTARIA, Y AL RECONOCIMIENTO DE LOS DECISORES DE LA IMPORTANCIA DEL CULTIVO DE OSTRAS U OTROS MOLUSCOS BIVALVOS, COMO ALTERNATIVA DE PRODUCCIÓN DE ALIMENTO DE BAJO COSTO, LO QUE FAVORECE LA CONSERVACIÓN DE SUS POBLACIONES Y DEPURACIÓN DE LOS ECOSISTEMAS COSTEROS.

entre las especies que se cultivan en América sobresalen las especies del género *Crassostrea*. El ostión japonés u ostra del Pacífico *Crassostrea gigas*, es una especie introducida por su mayor tamaño y rendimiento, cuyo cultivo en América Latina ha mostrado mayor resultado en las costas del Pacífico americano, pero ha dependido mayormente de la producción de “semilla” en laboratorios (Langdon *et al.*, 2003). También el ostión americano *Crassostrea virginica*, especie nativa del este de Norteamérica y del Golfo de México y distribuida por Centroamérica, y la ostra de mangle del Caribe *Crassostrea rhizophorae*, han sido de las más utilizadas en la ostricultura regional (Lodeiros y Freitas-Valbuena, 2008).

Para el desarrollo y mantenimiento de un centro de desove con destino a la producción intensiva de “semilla” de ostión, es necesario una importante inversión inicial y un constante suministro de recursos, pero este requisito para un cultivo intensivo, está lejos de ser un alternativa económica para muchas comunidades de pescadores, y aunque existen opciones de mini-laboratorios para producciones limitadas, el suministro y mantenimiento del alimento vivo natural (fitoplancton) sigue siendo un factor importante en los

costos y éxito de la producción tecnificada de ostrillas (“semillas”) con objetivo de cultivo.

La actividad ostrícola, tiene dos variantes o líneas diferenciadas según el método de producción: (1) la recolecta de ostión silvestre, considerada como una actividad extractiva pesquera, y (2) la cosecha proveniente del cultivo. En Cuba el ostión de mangle antillano u ostra del Caribe (*C. rhizophorae*) se obtiene por ambas variantes, pesquería y cultivo artesanal, y en ambos casos todo el ostión se comercializa desconchado, masa o carne en salmuera. Según Betanzos-Vega *et al.* (2014) la variante pesquera es considerada como de mayor rentabilidad debido a que la extracción directa de ostión de los bancos naturales garantiza una producción anual de más de 1 000 t sin mucha inversión, pero no permite incrementos productivos y afecta al ecosistema de manglar por el corte de raíces y ramas y el descortezado para extraer el ostión, cuyo costo ambiental no es tenido en cuenta en los costos totales de producción.

LA OSTRICULTURA ARTESANAL, A PARTIR DE LA CRÍA DE “SEMILLA” NATURAL, SIGUE SIENDO A CORTO PLAZO UNA OPCIÓN VIABLE PARA LA ECONOMÍA DE LAS COMUNIDADES COSTERAS. LOS CONOCIMIENTOS TÉCNICOS REQUERIDOS PARA PRACTICAR LA OSTRICULTURA ARTESANAL SON ELEMENTALES, Y EL PROCESO OPERATIVO Y TECNOLÓGICO NO ES COMPLICADO PUES SIMULA EL PROCESO NATURAL.

Los resultados de los análisis de costo-beneficio de actividades productivas que involucren el uso o afectación del ambiente pudieran ser económicamente viables al no tener en cuenta el costo ambiental, siendo imprescindible identificar los bienes y servicios ambientales para su valoración económica, y establecer mecanismos financieros para la conservación de los recursos naturales (Barsev, 2008). El ecosistema de manglar beneficia por múltiples razones, por su función de protección y estabilizador de la línea de costa y hábitat de diferentes especies. Algunos autores han calculado un beneficio ambiental bruto (mínimo, medio y máximo) de las funciones del manglar (Gómez-Pais, 2006), y lo han incluido en los análisis de Costo-Beneficio de la actividad ostrícola según variantes, pesquería, semi-cultivo y cultivo artesanal (Betanzos-Vega *et al.*, 2013).

En un análisis de factibilidad de la pesquería de ostión de mangle silvestre, en una zona ostrícola de Cuba, la rentabilidad resultó negativa durante los cinco años proyectados al incluir el daño ambiental según ecovalor del manglar afectado por esta actividad; sin embargo, con la variante de cultivo artesanal de “buenas prácticas”, el beneficio bruto resultó positivo desde el segundo año de cultivo, y la rentabilidad a partir del cuarto año proyectado (Betanzos-Vega *et al.*, 2014). En los

ingresos totales de la variante de cultivo, se incluyeron los ingresos ambientales (ecovalor), que se dedujeron del daño o impacto que se deja de producir al manglar.

La pesquería de ostión de mangle *C. rhizophorae*, se combina en ocasiones con la colocación de colectores confeccionados mayormente con ramas o gajos de mangle suspendidos al manglar, con objetivo de incrementar la producción al proporcionar mayor disponibilidad de sustrato a las “semillas” silvestres, pero con engorde en el mismo sitio (Betanzos-Vega *et al.*, 2013; Mazón-Suástegui *et al.*, 2017). A este método se le ha considerado en Cuba de “semi-cultivo”, porque persigue incrementar disponibilidad de sustrato en los bancos naturales para fijación de larvas, pero no se aplica el proceso de engorde según las técnicas establecidas para la selección del sitio, distante de los bancos naturales para evitar la competencia por espacio y alimento y garantizar un mayor crecimiento en el menor tiempo posible.

Con la pesca o recolecta directa de ostiones silvestres, incluso complementada con semi-cultivo, se cosecha más de un 50% de ostiones por debajo de la talla comercial, ya que secuencialmente se obtienen fijaciones de ostrillas, observando conglomerados de ostras con diferentes tallas (Betanzos-Vega *et al.*, 2014) además, se generan periodos de inestabilidad en la producción, no sólo por impactos ambientales y humanos propios de la zona costera donde se ubican los bancos naturales, sino también por disminución de la abundancia asociado a la pesquería, ya que generalmente no se tiene en cuenta la biomasa existente ni la captura

LOS ECOSISTEMAS CUMPLEN VARIAS FUNCIONES EN LA NATURALEZA, Y NO EXISTE TRADICIÓN DE OTORGAR VALOR ECONÓMICO A LOS BIENES Y SERVICIOS QUE NOS BRINDAN, POR LO QUE CALCULAR SU VALOR ECOLÓGICO E INTRODUCIRLO EN LOS ANÁLISIS DE COSTO-BENEFICIO DE LAS ACTIVIDADES QUE HACEN USO DIRECTO O INDIRECTO DEL AMBIENTE, PROPORCIONA LOS INSTRUMENTOS NECESARIOS PARA UNA MEJOR ADMINISTRACIÓN, APROVECHAMIENTO Y CONSERVACIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES.

máxima sostenible al momento de fijar los planes o metas de captura, lo que reduce la disponibilidad de progenitores y afecta el reclutamiento.

Ha sido demostrada la factibilidad económico-ambiental de la ostricultura artesanal, y su ventaja sobre la recolecta directa en los bancos naturales (Nikolic *et al.*, 1976; Möller *et al.*, 2001; Lodeiros y Freites-Valbuena,

2008; Betanzos-Vega *et al.*, 2014), y demostrado también la ventaja del cultivo tecnificado con desove inducido, cría y pre-cría de ostrillas en ambiente controlado (Rodríguez *et al.*, 1990; Frías y Rodríguez, 1991; Lovatelli *et al.*, 2008; Mazón-Suástegui *et al.*, 2009), y habiendo experiencia en todos los métodos y variantes de cultivo:

¿QUÉ HA IMPEDIDO EL DESARROLLO Y GENERALIZACIÓN DE LA OSTRICULTURA EN CUBA?

Aunque desde finales de 1960 hasta la fecha se han logrado resultados satisfactorios en cultivos y policultivos a escala experimental, piloto y comercial, de peces, moluscos bivalvos, y esponjas comerciales, la maricultura en Cuba no ha logrado establecerse de forma permanente excepto en el cultivo de camarones marinos, pero este no se realiza directamente en el mar sino en estanques de tierra.

En Cuba, el ostión es el único recurso marino en que se ha combinado su explotación pesquera en bancos silvestres con el cultivo en aguas marinas de la plataforma insular por más de 40 años, incluso cerrando el ciclo completo de cultivo ya sea por vía de “semillas” del medio natural u obtenidas por desove inducido en laboratorios. Sin embargo, en los últimos 20 años, su producción por cultivo ha mermado considerablemente, y en la actualidad no es calificado como un recurso priorizado dentro de la producción pesquera de Cuba, y su cultivo no es entendido como una necesidad para lograr incrementos sostenibles de su producción y garantía de una mayor calidad e inocuidad del producto final.

Si bien es cierto que los costos de mantenimiento de los laboratorios (hatcheries), que se habilitaron en Cuba (1985-1990), para desove y pre-cría de ostión, en momentos de una difícil situación económica a principios de los 90's, contribuyó a su cierre definitivo o re-orientación a otras actividades, prácticamente en su momento de apogeo, hay que señalar que esta embarazosa decisión impidió desarrollar experimentos con nuevas zootecnias de ostricultivo, e incluso imposibilitó introducir técnicas de reproducción en cautiverio de otros moluscos bivalvos presentes en Cuba, y obtener “semillas” con interés de cultivo comercial que satisfagan las necesidades de un cultivo intensivo tecnificado con potencialidad para la exportación.

Por otra parte, y hasta la fecha, no existe interés de las empresas pesqueras por el cultivo del denominado en Cuba “ostión de fondo” u ostión Americano (*Crassostrea virginica*), ocurriendo una pesquería de acceso libre en el banco natural más importante de esta especie (río Cauto). Sin embargo, *C. virginica*, constituye una ventaja para el cultivo tecnificado a partir de su mayor talla, peso

y rendimiento en carne (Betanzos-Vega *et al.*, 2018), pudiendo ser Cuba un productor y exportador potencial de “semillas” de esta especie, con adaptaciones ambientales naturales para su cultivo en países del Caribe.

Para Cuba, se reconoce un potencial mínimo anual superior a las 2 000 t de ostión, (Isla-Molleda *et al.*, 2016), pero esto, siempre y cuando las empresas pesqueras que se dedican a la pesca de ostión silvestre combinen esta actividad con la ostricultura artesanal, o den el salto definitivo de recolectores a cultivadores. Esta situación es similar en casi todo el Caribe donde la ostricultura no ha sido considerada una prioridad (Lovatelli *et al.*, 2002; Sarkis, 2008).

Las Causas en Cuba

- En Cuba, la mayoría de las granjas para el cultivo artesanal de ostión fueron creadas antes de 1990, y operan con un mínimo de recursos y una gran voluntad de quienes las manejan, mientras que los intentos actuales para desarrollar y expandir la ostricultura, como alternativa de producción de alimento y fuente de empleo, ha sido a escala piloto y con financiamiento foráneo proveniente de proyectos internacionales, y que una vez culminados no siempre se garantiza una continuidad ni interés en escalar los resultados.
- Los recursos asignados para el mantenimiento, vigilancia y desarrollo del cultivo artesanal, todavía son insuficientes, pues compiten con los insumos y recursos necesarios para otras actividades pesqueras prioritarias o de mayores ingresos.
- Existe apatía por parte de pescadores profesionales del sector estatal para involucrarse en la ostricultura, debido a desmotivación e inseguridad salarial durante el inicio del cultivo y el periodo pre cosecha, y desconfianza en la continuidad de los recursos materiales e insumos necesarios para sostener e incrementar las granjas de cultivo, y para su vigilancia.
- Independientemente de que se trabaja en una estrategia nacional para el desarrollo de la maricultura, la re-introducción y expansión de la ostricultura tecnificada en Cuba, a partir de semilla suelta de calidad obtenida en centros de desove, está supeditada a una potencial inversión extranjera.
- El ostión se comercializa únicamente desconchado, masa o carne de ostión, refrigerada o congelada, para su consumo crudo, y sin otras formas de presentación, ostión individual en su concha para ofertar en media concha, escabeche o ahumado, que satisfagan otras demandas, posibiliten diferentes nichos de mercado y potencien un incremento de los precios y las utilidades.
- En ocasiones, se plantean conflictos de intereses entre productores y conservacionistas, u otros usuarios de las zonas marinas y sus recursos, que limitan el desarrollo del cultivo en ambientes marinos.

CON LA DISMINUCIÓN DE LOS STOCKS PESQUEROS, LAS AFECTACIONES AMBIENTALES EN LA ZONA COSTERA, EL CRECIENTE DESARROLLO TURÍSTICO EN CUBA Y EL INCREMENTO GLOBAL EN LOS PRECIOS DE LOS ALIMENTOS, SE HACE NECESARIO EL DESARROLLO DE ALTERNATIVAS QUE COMO EL MARICULTIVO PUEDAN DAR RESPUESTA A UNA PARTE DE LA CRECIENTE DEMANDA DE ALIMENTOS.

- Ocurren problemas relacionados con el mantenimiento y desarrollo de sistemas de tratamiento de aguas residuales del sector industrial y doméstico, con peligros temporales de eventos de contaminación de las aguas costeras, provocando afectación a los bancos naturales y alteraciones en los procesos de fijación y crecimiento; además de la incidencia que puede tener en la calidad higiénico-sanitaria del ostión silvestre, lo que constituye un riesgo potencial para su consumo y un obstáculo para garantizar permisos de comercialización.
- El necesario incremento en el represamiento de las aguas fluviales y su desvío para fines domésticos, agrícolas e indus-

triales, aunado a eventos extremos de sequía meteorológica, ha limitado el arribo a la zona costera de las aguas dulces y nutrientes, imprescindibles para el funcionamiento óptimo de los ecosistemas estuarinos donde habita el ostión, restringiendo su distribución y abundancia natural.

- Los cambios ambientales con incremento en la intensidad y frecuencia de eventos meteorológicos extremos, y la tendencia a la elevación del nivel medio del mar, imprimen un riesgo económico adicional ante la vulnerabilidad de los bancos naturales que deben proveer de “semillas” silvestre de ostión la ostricultura artesanal.

LOS DESAFÍOS

Para desarrollar y generalizar el cultivo artesanal de ostión, es necesario:

- Un ordenamiento territorial según productividad de las áreas ostrícolas y calidad de las aguas, con objetivo de direccionar mayores recursos materiales a zonas que garanticen un incremento sostenido de la ostricultura y la inocuidad del producto para el consumo humano.
- Vincular y comprometer a las empresas pesqueras y comunidades costeras a proyectos de desarrollo de ostricultura.
- Aunque existen políticas claramente establecidas y lineamientos para el desarrollo de la estrategia del maricultivo en Cuba, se hace necesario aplicar una política de precios y pagos diferenciados entre la captura y venta de recursos marinos procedentes de la actividad netamente pes-

quera y los derivados del cultivo marino, estos últimos deberán ser más atractivos para motivar su introducción e impulsar su desarrollo y generalización.

- La tradición del pescador, dedicado a la actividad extractiva de recursos pesqueros silvestres, sumado a las intensas jornadas de pesca para el cumplimiento de los planes o cuotas de captura de las empresas estatales, pueden ser un obstáculo mayor para lograr la introducción y expansión del cultivo por esta vía; por lo que una opción adicional sería vincular al personal de acuicultura de agua dulce en el empeño de garantizar el éxito de la acuicultura marina, o en su defecto la creación de nuevas cooperativas pesqueras comunitarias dirigidas exclusivamente al desarrollo del cultivo.

También será necesario entender que, cualquier aumento significativo de la producción de bivalvos en el futuro implicará un incremento del abastecimiento de semilla con calidad, seleccionadas con apoyo de la genética (Gaffney, 1996; Mazón-Suástegui *et al.*, 2009), las que necesariamente deberán ser obtenidas en laboratorios (centros de

desove), implicando costos adicionales en la producción de microalgas o dietas sustitutas para alimentar a las larvas y juveniles. Estos laboratorios para producción tecnificada llegarán a constituir el principal pilar de la producción de larvas y “semillas” para las actividades de engorde de bivalvos en sistemas intensivos (Helm *et al.*, 2006).

LITERATURA CITADA

- Barsev, R., 2008. Mecanismos Financieros para la Conservación de Recursos Naturales: Guía Metodológica. Editorial Academia, La Habana. 95 p.
- Betanzos-Vega, A., S. Rivero-Suárez, y J.M. Mazón-Suástegui, 2013. Factibilidad de sostenibilidad ambiental en el cultivo de ostión de mangle *Crassostrea rhizophorae* en la Isabela de Sagua, Cuba. p. 57-67. En: Potenciando la Conservación de la Biodiversidad Mediante la Evaluación Económica y Ambientalmente Sostenible de Actividades Productivas en el Ecosistema Sabana Camagüey, Cuba. Proyecto PNUD/GEF/Sabana Camagüey, Editorial AMA. 131 p.
- Betanzos-Vega, A., S. Rivero-Suárez, y J.M. Mazón-Suástegui, 2014. Factibilidad económico-ambiental para el cultivo sostenible de ostión de mangle *Crassostrea rhizophorae* (Guilding 1828), en Cuba. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 42(5): 1148-1158.
- Betanzos-Vega, A., N. Capetillo-Piñar, H. Latisnere-Barragán, N.L. Ortiz-Cornejo, y J.M. Mazón-Suástegui, 2018. Oyster production and meat yield in *Crassostrea spp* (Bivalvia: Ostreidae) in Pinar del Río, Cuba. *Revista Ecosistema y Recursos Agropecuarios* (En Prensa).
- FAO, 2012. El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2012. Food and Agriculture Organization. Roma. FAO. 231 p.
- Flores-Nava, A., A. Mena, D. Mendoza, y A. Fuenzalida, 2016. Una Mirada al Extensivismo Acuícola en América Latina y el Caribe. Santiago de Chile, FAO, 91p.
- Frías, J.A., y J. Rodríguez, 1991. Oyster culture in Cuba: Current state, techniques and industry organization. p. 51-74. In: Newkirk, G.F. y B.A. Field (Eds.). Oyster Culture in the Caribbean. Proceeding of a Workshop, 19-22 November 1990, at Kingston, Jamaica. Mollusc Culture Network, Halifax, Canada.
- Gaffney, P.M., 1996. Biochemical and population genetics. p. 423-441. In: V.S. Kennedy, R.I.E. Newell and A.F. Eble (eds) The eastern oyster, *Crassostrea virginica*. Maryland Sea Grant, Univ. Maryland, College Park, Maryland, USA. ISBN-0-943-676-61-4.
- Gómez-País, G., 2006. Análisis económico de las funciones ambientales del manglar en el ecosistema Sabana-Camagüey. En: Alcolado, P.M., E. García, y M. Arellanos (eds.). Estrategias y Desafíos para la Conservación de la Biodiversidad en el Ecosistema Sabana-Camagüey. Proyecto GEF/PENUD Sabana-Camagüey CUB/98/G31 y CUB/92/91, La Habana. 263 pp.
- Helm, M.M., N. Bourne, y A. Lovatelli (Eds.), 2006. Cultivo de bivalvos en criadero. Un manual práctico. FAO Documento Técnico de Pesca. No.471. Roma. FAO. 184 p.

- Isla-Molleda, M., G. Arencibia, y A. Betanzos-Vega, 2016. Desarrollo del maricultivo en Cuba. Impactos y desafíos para lograr un manejo sostenible conservando los ecosistemas costeros. *Áreas Naturales Protegidas Scripta*, 2(1):7-26.
- Langdon, C., F. Evans, D. Jacobson, y M. Blouin, 2003. Yields of cultured Pacific oysters *Crassostrea gigas* Thunberg improved after one generation of selection. *Aquaculture*, 220: 227-244
- Lodeiros, C., y L. Freitas-Valbuena, 2008. Estado actual y perspectivas del cultivo de moluscos bivalvos en Venezuela. p. 135-150. En: A. Lovatelli, A. Farías, y I. Uriarte (eds). Estado actual del Cultivo y Manejo de Moluscos Bivalvos y su Proyección Futura: Factores que Afectan su Sustentabilidad en América Latina. Taller Técnico Regional de la FAO. 20-24 de agosto de 2007, Puerto Montt, Chile. FAO Actas de Pesca y Acuicultura. No. 12. Roma, FAO.
- Lovatelli, A., R. Walters, y R. van Anrooy (eds.), 2002. Report of the Subregional Workshop to Promote Sustainable Aquaculture Development in the Small Island Developing States of the Lesser Antilles. Vieux Fort, Saint Lucia, 4-7 November 2002. FAO Fisheries Report. No. 704. Rome, FAO. 2003. 122 p.
- Lovatelli, A., A. Farías, e I. Uriarte (eds), 2008. Estado actual del cultivo y manejo de moluscos bivalvos y su proyección futura: factores que afectan su sustentabilidad en América Latina. Taller Técnico Regional de la FAO. 20-24 de agosto de 2007, Puerto Montt, Chile. FAO Actas de Pesca y Acuicultura. No. 12. Roma, FAO. 359 p.
- Mazón-Suástegui, J.M., M. Robles-Mungaray, A. Avilés-Quevedo y T. Moctezuma-Cano, 2009. Manual de cultivo para la producción de semilla de ostión *Crassostrea virginica*, en el laboratorio. Manuscrito Final. Presentado a Fundación Produce Tabasco, A.C. como producto entregable del proyecto “Transferencia tecnológica para la instalación y operación de un laboratorio para la producción controlada de “semillas” de ostión *Crassostrea virginica*”. (Clave: LABORATORIO). CIBNOR, S.C. Oct/09. 64 p.
- Mazón-Suástegui, J. M., S. E. Rivero-Suárez, A. Betanzos-Vega, P. E. Saucedo, C. Rodríguez-Jaramillo, y H. Acosta-Salmón, 2017. Potential of sites in northern Cuba for developing an industry of the native mangrove oyster (*Crassostrea rhizophorae*). *Lat. Am. J. Aquat. Res.*, 45(1): 218-222 2016/2017
- Möller, P., P. Sánchez, y A. Muñoz-Pedrerros, 2001. Cultivo de la ostra del Pacífico *Crassostrea gigas* una opción productiva para pescadores artesanales en un humedal estuarino del sur de Chile. *Gestión Ambiental*, 7:65-78
- Nikolic, M., A. Bosch, y S.J. Alfonso, 1976. A system for farming the mangrove oyster *Crassostrea rhizophorae*, Guilding (1828). *Aquaculture*, 9: 1-18.
- Rodríguez, J., J.A. Frías, C. Perera, R. Rubio, C.L. Felipe, E. Molina, C.R. Zayas, y A. Morales, 1990. Manual para el cultivo del ostión *Crassostrea rhizophorae*, Guilding 1828. Centro de Investigaciones Pesqueras, Ministerio de la Industria Pesquera, Ciudad de la Habana, Cuba. 42 p.
- Sarkis, S., 2008. Oportunidades potenciales para la acuicultura de moluscos bivalvos en el Caribe. p. 151-157. En: Lovatelli, A., A. Farías, y I. Uriarte (eds). Estado Actual del Cultivo y Manejo de Moluscos Bivalvos y su Proyección Futura: Factores que Afectan su Sustentabilidad en América Latina. Taller Técnico Regional de la FAO. 20-24 de agosto de 2007, Puerto Montt, Chile. FAO Actas de Pesca y Acuicultura. No. 12. Roma, FAO.
- SOFIA, 2012. The State of World Fisheries and Aquaculture. FAO Fisheries and Aquaculture Department. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome.

▶ La Ostricultura: una Alternativa de Desarrollo Pesquero
para Comunidades Costeras en Cuba



— Capítulo 2 —

La Actividad Ostrícola en Cuba

Abel Betanzos-Vega

INTRODUCCIÓN

Cuba está constituida por un archipiélago formado por la isla de Cuba, la isla de la Juventud y más de 1 600 isletas y cayos. Con una extensión costera que abarca más de 5 746 km y superficie de 109 886 km². Situada en el Mar Caribe, a la entrada del Golfo de México, Cuba es una isla larga (1 250 km) y estrecha (ancho máximo de 191 km y mínimo de 31 km), de clima tropical húmedo. Una parte importante de las costas del Archipiélago Cubano se encuentran bordeadas de manglares, los que ocupan aproximadamente el 4.8% del territorio nacional, y representan el 26% de la superficie boscosa del país (Menéndez *et al.*, 2006). La combinación de los manglares de borde de la especie *Rhizophora mangle* (mangle rojo) en las zonas de interfase entre las aguas salobres y marinas, de alta productividad primaria, han potenciado la presencia de bancos ostrícolas naturales.

Es importante señalar, para el lector no especializado, que a las especies de moluscos bivalvos de la familia Ostreidae (*Ostrea* y *Crassostrea*), se les denomina indistintamente ostras u ostiones. Las especies del género *Crassostrea* presentes en Cuba, son el ostión de mangle, reconocido como ostión nativo, y el ostión americano, de reciente comercialización. La actividad ostrícola ha pasado por diferentes etapas, y Cuba fue considerada pionera en el desarrollo de la ostricultura en Latinoamérica y el Caribe (Frías y Rodríguez, 1991; Lagos *et al.*, 2007). En la actualidad, esta actividad es desarrollada más por recolectores que por cultivadores.

El ostión de mangle *Crassostrea rhizophorae* (Guilding, 1828), conocido también como ostión del Caribe u ostión antillano (figura 1) es un molusco bivalvo de amplia distribución en países tropicales de la costa atlántica americana, desde la península de Yucatán (México) hasta Brasil, incluyendo el Caribe insular (Castillo-Rodríguez y García-Cubas, 1984). En Cuba, se distribuye en casi toda la zona costera donde el mangle rojo (*R. mangle*) bordea el litoral, básicamente asociado a sistemas estuarinos, y con mayor abundancia en estuarios, la-



Figura 1. Ostión de mangle *C. rhizophorae* (Cuba).

gunas costeras y bahías. El ostión de mangle, habita de forma natural en la zona inter-mareal adherido a raíces y ramas del mangle rojo y a diferentes sustratos duros. Al ser una especie de características eurihalinas, se ha adaptado a los incrementos de salinidad de la zona costera de Cuba (Betanzos-Vega *et al.*, 2010; Rivero-Suárez, 2012; Betanzos-Vega y Mazón-Suastegui, 2014).

El ostión de mangle *C. rhizophorae*, fue considerado la única especie de ostión que tradicionalmente se comercializa en el mercado nacional. Esto fue así hasta el 2007 en que accidentalmente se descubren bancos naturales del ostión americano u ostión de Virginia *Crassostrea virginica*, Gmelin (1791) en el río Cauto, al sureste del país.

Denominado en Cuba “ostión de fondo”, *C. virginica* (figura 2) fue inmediatamente explotado comercialmente. Posteriormente en 2012 se hallan otros bancos naturales de ostión de fondo habitando en el lecho del río Cuyaguaje y de la laguna El Chevi, al suroccidente de Cuba, y se añade a la captura comercial (Betanzos-Vega *et al.*, 2016a).

Se reconoce a *C. virginica* como un ostión de hábitat submareal bentónico (lechos de roca o de sedimento compacto), y se distribuye desde el Golfo de San Lorenzo en Canadá hasta la Florida, y sigue su distribución hasta la laguna de Términos, en el Golfo de México, con presencia en zonas costeras del Caribe Centro Americano hasta Brasil y Argentina (Newball y Carriker 1983; Ama-



Figura 2. Ostión americano *C. virginica* (Cuba).

ral y Simone, 2014), y mantiene una mayor vocación por aguas salobres. Esta especie se reportó para la bahía de Cienfuegos, al centro sur de Cuba, desde mediados de 1970 (Nikolic y Bosch, 1975), sin embargo no se incluyó en la producción comercial por prohibición de captura (DRP/MIP, 1989) debi-

do a poca abundancia (Fernández-Milera y Argüelles, 1978) y contaminación de los fondos en esa región. Sobre esta población se mantiene un monitoreo de la contaminación utilizando los ostiones como bioindicadores (Gómez-Batista *et al.*, 2007).

LA PRODUCCIÓN OSTRÍCOLA EN CUBA

Entre 1935 y 1959 la recolección de ostión de mangle a nivel nacional era limitada y selectiva, con talla mínima comercial de 50 mm y veda del 15 de junio al 15 de septiembre, meses de mayor temperatura que pueden afectar el ostión por mayor abundancia de patógenos o disminuir su frescura, durante ese periodo el ostión de mangle se comercializaba en su concha. La producción era estable (figura 3) con promedio de captura anual de 500 toneladas. A partir de la década de 1960 se incrementa la actividad

extractiva de ostión, y desde 1965 la captura se torna indiscriminada, no se respeta la veda ni la talla mínima legal, y según Baisre (2004), esto provocó una máxima explotación de este molusco que alcanzó capturas superiores a las 3 000 t, ocurriendo una disminución drástica a finales de la década de 1970. Las acciones tomadas para revertir esta situación, fueron la generalización de la ostricultura y la implementación de medidas regulatorias para el ostión de los bancos naturales.

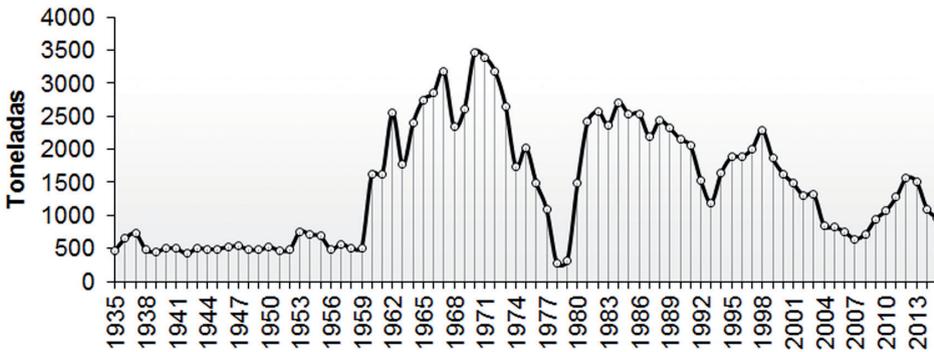


Figura 3. Variación histórica de los desembarques anuales de ostión de mangle *Crassostrea rhizophorae* en su concha. A partir 2008 se incluye el ostión americano *Crassostrea virginica*, sin diferenciar por especies en las estadísticas nacionales.

En 1982 se implementa una talla mínima legal (TML) de 40 mm para ostión de mangle silvestre, la cual se mantiene según Resolución No. 126 (2009) de la Dirección de Regulaciones Pesqueras y Ciencias, y veda reproductiva del 1 de febrero al 30 de abril en la costa norte de Matanzas, y del 1 de mayo al 31 de julio desde la costa norte de Villa Clara hasta las Tunas, y desde Cabo Cruz a Casilda (DRP/MIP, 1989). En el resto de las áreas ostrícolas en las provincias de Holguín, Santiago de Cuba, Pinar del Río y ahora Artemisa, están exentas de veda debido a que en el periodo de la regulación la actividad era de ostricultura.

Desde inicios de la década de 1980, debido al desarrollo industrial y sobre todo de la industria azucarera, se incrementan los eventos de contaminación en la zona costera, que sumado al aumento secuencial en la capacidad de aguas dulces embalsadas (represamiento), van a generar un deterioro ambiental de la zona costera y aumentos en la salinidad (Alcolado *et al.*, 1999; Baisre y Arbolea, 2006). Esta situación, debido a la interrelación entre las especies y el medio

que las rodea, va a incidir negativamente sobre las poblaciones naturales de ostiones (Betanzos-Vega y Arencibia, 2010). A pesar de este escenario, medidas de estimulación salarial y de mayor atención al sector pesquero a partir de 1994, propició un nuevo incremento de la producción ostrícola, pero este incremento productivo estuvo basado en la extracción (pesquería) de ostión silvestre y no en el cultivo, ocurriendo desde 1998 una disminución de la producción por agotamiento de los bancos naturales, y falta de recursos materiales y de decisión para rehabilitar la ostricultura.

A partir del 2008 se trazaron estrategias para rescatar el cultivo artesanal del ostión de mangle, fundamentalmente con la ubicación de colectores suspendidos al manglar para fijación de semilla natural y engorde en el mismo sitio, pero no ocurrió de forma generalizada. Aunque se observó un incremento de la producción ostrícola, esta práctica de “semi-cultivo” con colectores suspendidos al manglar no ha sido la solución más acertada, pues se mantienen los niveles de competencia por alimento entre los ostiones

silvestres y los agregados a colectores, y entre otros organismos asociados al manglar.

No se puede descartar, posterior al 2008, la contribución de la pesquería del ostión de fondo *C. virginica*, que según datos obtenidos de las empresas involucradas, entre 2009 y 2013 llegó a aportar casi un 40% a la captura total de ostión, con captura máxima cercana a las 600 t (figura 4). La entrada de esta especie en la producción ostrícola fue la causa principal del incremento de los desembarques entre 2008 y 2013 (figura 3), y no precisamente el semi-cultivo artesanal de ostión de mangle aplicado por algunas empresas.

Más del 90% de la captura de “ostión de fondo” en ese periodo fue aportada por la población de *C. virginica* del río Cauto (figura 5). Desde 2014 se produce un agotamiento de la población de este ostión en la laguna El Chevi (Playa Bailén, Pinar del Río), debido a máxima explotación pesquera y deterioro ambiental, con incrementos del tenor halino a niveles de hipersalinidad (Betanzos-Vega y Mazón-Suástegui, 2014), y en el río Cauto debido a sobrepesca en 2013 y evento de contaminación en 2014 por aguas

residuales de la industria azucarera (Betanzos-Vega *et al.*, 2016b). Estas causas afectaron severamente la abundancia y captura de *C. virginica*, y se refleja desde 2014 en la captura total nacional de ostión.

Es importante señalar que en los mismos cuerpos de agua donde recientemente se localizó el ostión en hábitat submareal, denominado “ostión de fondo” e identificado fenotípicamente como *C. virginica* (Betanzos-Vega *et al.*, 2016a), se presentan también poblaciones históricas de ostión de mangle habitando en condiciones hidrológicas relativamente diferentes, y que supuestamente corresponden a la especie *C. rhizophorae*. Sin embargo, estudios recientes denotan semejanzas fenotípicas entre el ostión de mangle y el ostión de fondo que habitan en el río Cauto, siendo cualitativamente evidente la diferencia morfométrica entre el ostión de mangle del río Cauto y el ostión de mangle *C. rhizophorae* de otras regiones en Cuba. Actualmente se realizan estudios para la identificación genética de estas poblaciones del río Cauto, pues se estima que ambas, ostión de fondo y de mangle, corresponden a la especie *C. virginica*.

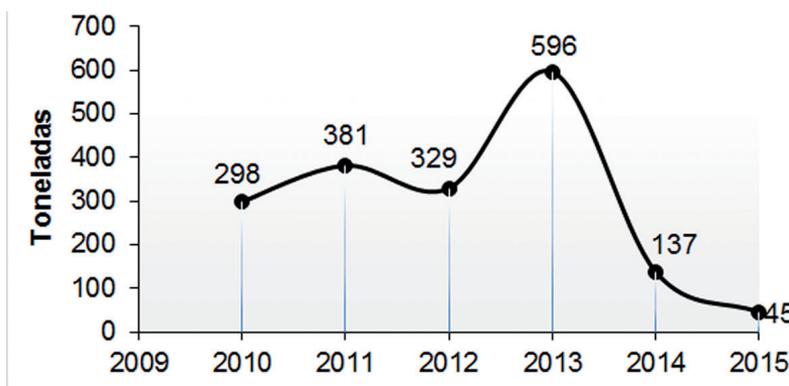


Figura 4. Desembarques anuales de “ostion de fondo” *Crassostrea virginica* en Cuba.



Figura 5. Recolecta manual de ostión de fondo en el río Cauto, Cuba.

La aplicación de una moratoria de captura para el ostión *C. virginica* de hábitat submarino del río Cauto, desde septiembre de 2014 hasta diciembre de 2016, permitió una recuperación de su población, obteniendo una captura de 138.2 t en el primer semestre del 2017. Sin embargo, una parte de esta captura provino mayormente de bancos naturales muy alejados (> 40 km) de la desembocadura del río Cauto, no identificados con anterioridad, y sobre los que no se efectuaba explotación pesquera, observando en su captura el uso ocasional de embarcaciones diseñadas para la pesca de pepino de mar, que poseen un sistema de buceo por aire comprimido “narquilex” o “hukkä” que lleva el aire a los buzos por medio de mangueras de hasta 100 m, lo que permite incrementar el área de pesca por buzo y optimizar el tiempo de inmersión; esto trae como consecuencia un mayor esfuerzo de pesca con incidencia negativa en la abundancia de ostión. Por otra parte, las poblaciones de *C. virginica* en Pinar del Río

(río Cuayaguaje y laguna El Chevi en Playa Bailén), no mostraron una mejoría significativa, y no aportaron captura de esta especie a la captura nacional de ostión en 2017. Actualmente se dan pasos para la regulación en Cuba de la captura del ostión de fondo *C. virginica*.

La actividad ostrícola en Cuba (*C. rhizophorae* + *C. virginica*), es realizada en un 100% por empresas pesqueras estatales que entre 2011 y 2016 obtuvieron una captura media anual de 1280 t de ostión en su concha, prácticamente el 36% de la máxima producción anual alcanzada en Cuba (3470 t), disminuyendo en 2015 y 2016 con una captura inferior a 1 000 t. La producción resultante está dirigida al consumo nacional, mayormente local, y en la última década se obtuvo para comercialización entre 70 y 90 toneladas anuales de ostión desconchado (masa o carne de ostión fresca o congelada) con ingresos anuales estimados en unos 3 millones de pesos cubanos (CUP).

LA OSTRICULTURA EN CUBA

Desde 1953 el Centro de Investigaciones Pesqueras inició experimentos de cultivo artesanal de ostión de mangle (Pérez-Farfante, 1954), los que se consolidan a partir de 1966 a través de un proyecto FAO, con una valoración acerca de las potencialidades de la ostricultura en Cuba y propuestas de metodologías para el cultivo artesanal de *C. rhizophorae* (Nikolic y Alfonso, 1968), pero no es hasta mediados de la década de 1970 que se implementa y generaliza el cultivo de ostión de mangle *C. rhizophorae* con destino comercial (Nikolic *et al.*, 1976; Bosch y Frías, 1977), consiguiéndose un periodo de estabilidad, entre 1980 y 1990, de unas 2500 t anuales de ostión fresco en su concha cuyos desembarques por ostricultura aportaron casi un 50% a la producción total anual de ostión (Frías y Rodríguez, 1991).

La ostricultura en Cuba se ha basado principalmente en la recolecta del medio natural de ostrillas (“semillas”) de ostión de mangle silvestre. En principio, para obtener su fijación se utilizó como colector las ramas terminales aéreas del arbusto de mangle rojo

(*Rhizophora mangle*), y progresivamente se introdujeron otras técnicas, agregando otros sustratos colectores como manufacturas de alambre de aluminio enlacado (Zayas y Frías, 1989) y sargas de conchas vacías de ostión (figura 6). También se utilizaron canastas para la cría de ostiones desprendidos, casual o intencionalmente, con destino a comercialización de ostión individual. Para 1990 ya existían en Cuba unas 20 granjas de ostricultura con producción total superior a 1 000 t de ostión de mangle *C. rhizophorae* (Rodríguez *et al.*, 1990).

Entre fines de 1980 y principio de 1990 se dan pasos importantes para el desarrollo de la acuicultura marina en Cuba, y como parte del Programa de Desarrollo Ostrícola Cubano se construyeron laboratorios (*hatcheries*) para el mantenimiento de reproductores y desove en ambiente controlado, algunos de los cuales con objetivo de obtener “semilla suelta” de ostión u otros moluscos bivalvos (Rodríguez *et al.*, 1990; Frías y Rodríguez, 1991; Perera, 2003). Estos laboratorios, se ubicaron en zonas costeras cercanas a las



Figura 6. Colectores de de conchas de ostión (izquierda) y ramas de mangle (derecha).

áreas de crecimiento o engorde, en Varadero (provincia de Matanzas), en Cabo Cruz (Granma), Gibara (Holguín) y algunos operaron de manera regular.

La metodología de cultivo en estos centros, se basó en la inducción del desove en cautiverio, fijación de larvas “semillas” en colectores confeccionados con conchas de ostión, pre-cría hasta tamaño de 5 - 10 mm en cautiverio o en el medio natural, y traslado a zonas de engorde o crecimiento hasta cosecha (Rodríguez *et al.*, 1990).

El proceso de fijación también se realizó en sustratos individuales para “semilla suelta” fijada a granos de arena o concha de ostión triturada, y posterior pre-engorde y engorde utilizando canastas ostrícolas y “linternas chinas” en el medio natural, lo que proporciona un producto final de mejor presentación al consumidor, con la posibilidad de ofertar un ostión individual en su concha, a diferencia de la fijación de “semillas” en colectores donde crecen formando conglomerados. Según Rodríguez *et al.* (1990), la técnica de fijación de semilla suelta no se justificaba para el ostión de mangle cubano *C. rhizophorae* debido al criterio de menor crecimiento que otras especies del género *Crassostrea*, como *C. gigas* o *C. virginica*.

Los laboratorios (*hatcheries*) fueron cerrados o re-orientados a otras actividades entre 1990 y 1995, aludiendo un incremento en los costos de producción y disminución en los precios de venta del ostión, a lo que se añadió una reducción de recursos materiales para mantener las granjas de cultivo debido a la crisis económica de los años 1990 (Betanzos-Vega *et al.*, 2014).

También debe mencionarse que a finales de la década de los 70 y sobre la base de la

población de *C. virginica* de la ensenada de Guanaroca, bahía de Cienfuegos, se realizó traslado de esta especie a la bahía de Sagua la Grande, al centro norte de Cuba, y se intentó adaptar por cultivo artesanal en zonas donde habita el ostión de mangle *C. rhizophorae*, pero sin resultados satisfactorios (Fonticiella y Soroa, 1979). Las poblaciones de *C. virginica* del río Cauto y cuenca del Cuyaguaje, como ya se ha explicado, son explotadas directamente de los bancos naturales y no se han realizado intentos para su cultivo.

Como objetivo alternativo del Programa de Desarrollo Ostrícola Cubano se introdujo en Cuba la especie *Crassostrea gigas*. En abril del 1984 se recibió un lote de 8 000 “semillas” de 2 a 3 mm de longitud, y un año después se realizó la cosecha con tallas de 50 a 80 mm, con mortalidad total del 18%; seguidamente se introdujo un segundo lote de 45 000 “semillas” de 5 a 6 mm, que mostró una tasa mensual de crecimiento > 1.0 cm, y un 10% de mortalidad en los primeros 6 meses de engorde. Ambos lotes se cultivaron en canastas o cajas ostrícolas en zonas próximas a Cayo Libertad, al noreste de la península de Varadero. Los resultados fueron alentadores a escala experimental, pero no se logró realizar experimentos de desove inducido y cría de larvas en cautiverio. Siendo esta una especie con amplia demanda en mercados regionales y con alta potencialidad para el cultivo tecnificado en Cuba a partir de obtener larvas y ostrillas en laboratorios y posterior engorde en el medio natural.

En la actualidad, operan muy pocas granjas de cultivo artesanal (figura 7), únicamente de la especie *C. rhizophorae*, y la mayor parte de la captura nacional (~ 80%) se obtiene de la extracción directa de los bancos naturales.



Figura 7. Granjas de ostricultura artesanal con colectores de ramas de mangle (Cuba).

En Cuba, y en muchos países de la cuenca del Caribe y estados mexicanos del Golfo de México, la mayor actividad de ostricultura se realiza en cuerpos de aguas costeros, debido a: (1) el cultivo se realiza mayormente con “semillas” obtenidas del medio natural; (2) la cercanía del cultivo a las zonas de fijación de “semillas” y donde se localizan las comunidades o puertos pesqueros dedicados a la actividad ostrícola, reduce los costos operativos; y (3) que a falta de zonas costeras con surgencias de aguas profundas con aporte de nutrientes y alta productividad fitoplanctónica, al ser organismos fitófagos, se prefiere las lagunas, esteros y bahías estuarinas debido a mayor productividad primaria, necesaria para garantizar un mayor crecimiento en

menor tiempo. Pero estos cuerpos de agua son también vertederos de aguas residuales, siendo necesaria una selección minuciosa de los sitios para cultivo, fundamentalmente los destinados para engorde.

Según estudios recientes, en Cuba ha habido una disminución de los niveles de contaminación en las aguas costeras, por lo que existe un potencial productivo recuperable en dependencia de la selección de sitios (Perigó *et al.*, 2010; Mazón Suástegui *et al.*, 2017), a lo que debe sumarse la aplicación de medidas de manejo sostenible y prácticas amigables con el medio ambiente (Mazón-Suástegui *et al.*, 2011; Betanzos-Vega *et al.*, 2014),

PARA EL SALTO INEVITABLE DE RECOLECTORES A CULTIVADORES, ES NECESARIO UN CAMBIO EN LA MENTALIDAD PURAMENTE EXTRACTIVA ARRAIGADA EN LAS TRADICIONES DEL PESCADOR MARINO, Y EN LA POLÍTICA RELACIONADA CON LA PRODUCCIÓN DE ALIMENTOS PROCEDENTE DEL CULTIVO DE ORIGEN MARINO, QUE EN CUBA HA ESTADO RESTRINGIDA AL SECTOR ESTATAL, HABIENDO UNA POSIBILIDAD REAL DE DESARROLLO EN LA INICIATIVA COMUNITARIA A PARTIR DE LA IMPLEMENTACIÓN DE COOPERATIVAS DE MARICULTIVO QUE PUEDEN ORGANIZARSE CON PESCADORES DE LA PESCA COMERCIAL PRIVADA.

LA CALIDAD PARA SU CONSUMO

El tema más controversial, relativo al consumo de moluscos bivalvos, como las ostras, está referido a la posibilidad de obtener un producto final libre de patógenos, biotoxinas y contaminantes químicos como metales pesados y productos químicos orgánicos, debido a que una parte importante de la producción se consume cruda. Si bien es cierto que el mejor método de cultivo artesanal para producir moluscos bivalvos de una manera segura es la colecta de ostrillas y el engorde en áreas que no estén sometidas a ninguna fuente externa de contaminación, hay que señalar que tanto en Cuba como en otras naciones de América Latina y el Caribe, las aguas donde generalmente se cultivan los ostiones del género *Crassostrea* se localizan mayoritariamente en zonas litorales.

Las zonas costeras son muy vulnerables debido a los niveles de antropización, y ante los riesgos de contaminación bacteriológica, la depuración es un proceso en el que se trata de eliminar o reducir la carga bacteriana a un nivel aceptable, de forma que al consumir ostras en crudo no represente un riesgo para la salud pública, además de reducir algunas toxinas químicas que se acumulan en sus vísceras. En Cuba, los ostiones desconchados, son sumergidos y lavados en agua con sal al 3% y cloro al 1%, durante unos 3 minutos, antes de comercialización, y algunas industrias aplican varios procesos de desinfección con diferentes porcentajes de agua y cloro, pero este método por sí solo no es el más efectivo para eliminar la carga bacteriana en ostiones que habitan en zonas

contaminadas. La depuración es una de las opciones más segura.

Algunos resultados muestran, que en sistemas de depuración mediante luz ultravioleta (UV), en ostiones *C. gigas* y mejillones *Mytilus edulis* contaminados con *Escherichia coli*, y tratados a longitud de onda de 250 nm, se redujo en un 98% la cuenta de *E. coli* en ostión en un período de 48 horas de depuración, mientras que en los mejillones se redujo en un 98% en un período de 12 horas (Anón, 2004).

En México, la Secretaría de Pesca diseñó y operó una planta piloto para purgado de ostión, y se reportó una reducción del 99% de la cuenta de coliformes y un 100% en *Salmonella* spp y *Shigella* spp, en un tiempo de depuración de 48 horas. La ozonificación también tiene efectos en contaminantes químicos, y se considera un método efectivo de depuración. Utilizando ozono para depuración, unos 50 mg/L durante 24 horas, se logró disminución del 98% de la concentración inicial de *E. coli*, un 90% y 85% de *Vibrio cholerae* 01 y *Vibrio parahaemolyticus*, respectivamente (Anón, 2004).

El proceso de depuración en tierra puede tener ciertas limitaciones para aplicar por comunidades pesqueras, debido a costos de operación, pero existen métodos de depuración natural.

Las aguas que rodean a muchos de nuestros países del Caribe insular, han sido clasificadas

INDEPENDIENTE DEL TEMA DE LA CALIDAD HIGIÉNICO-SANITARIA QUE DEBE SER GARANTIZADA A ULTRANZA, EL PROPIO CULTIVO DE OSTIÓN PUEDE CONSTITUIR UN MÉTODO DE DEPURACIÓN NATURAL, AL PODER SELECCIONAR ZONAS DE MAYOR CALIDAD QUE LAS QUE SE ENCUENTRAN EN LAS ÁREAS DE BANCOS NATURALES.

das como oligotróficas u oligo-mesotróficas (Margalef, 1971; Baisre, 2004; Betanzos-Vega *et al.*, 2012), debido a bajas densidades de productividad primaria (nutrientes y fitoplancton); incluso aquellas de la plataforma insular cubana más alejadas de la zona costera, presentan concentraciones de nutrientes muy baja y los niveles de contaminación son casi nulos (Baisre, 1985; Betanzos-Vega *et al.*, 2012). Estas aguas pueden ser utilizadas para depuración natural, ya que además de asegurar un bajo nivel de riesgo por enfermedades, con salinidades medias de entre 35 y 37 UPS que reducen la proliferación de bacterias, también garantizarían una mayor calidad en las características sensoriales, sobre todo en el sabor y el olor.

Está demostrado que el cultivo garantiza un ostión con mayor beneficio nutricional que el que se extrae de los bancos naturales (Sáenz, 1965; Milano *et al.*, 2005), y de mayor rendimiento de masa post-desconche debido a menor competencia por alimento (Betanzos-Vega *et al.*, 2018). Por otra parte, los sistemas de cultivo de moluscos bivalvos en su medio natural contribuyen notablemente a incrementar la producción de las poblaciones naturales y a la depuración de los ecosistemas, y permiten programar las siembras y las cosechas para optimizar los rendimientos (Mazón Suástegui *et al.*, 2011).

COMERCIALIZACIÓN Y PRESENTACIÓN AL CONSUMIDOR

Las ostras pueden ser comercializadas, vivas en su concha, en masa fresca refrigerada o congelada y en salmuera, o secas, o saladas. Según Flores y Castelo (2010), en Cuba se desarrollaron diversos productos, sobre todo en la década de 1980, tales como, conservas de ostión en salmuera o en aceite, en salsa de tomate, y en escabeche. En la actualidad la forma más común es masa de ostión refrigerada o congelada en salmuera envasada en bolsas de polietileno. Una de las formas de consumo más atractiva y de mayor valor comercial consiste en la aplicación del proceso de ahumado con aceite de oliva o

de girasol (Figura 8). La preparación de este producto de exquisito sabor, es un proceso laborioso, pero los resultados han logrado que cada vez se utilice más esta tecnología en varios países.

En muchos países, el carbonato de calcio contenido en la concha de las ostras se utiliza en la elaboración de medicamentos como suplemento en la dieta de las personas. En México, la concha del ostión *Crassostrea virginica* ha sido aprovechada en la obtención de Glucosamina, la cual constituye un suplemento alimenticio económico, con carácter curativo de problemas de articulaciones en

personas de la tercera edad. Desde 2001, el Centro de Investigaciones Pesqueras de Cuba inició estudios para el

A PESAR DE LA NOBLEZA DE LAS OSTRAS PARA SU CULTIVO, Y LA POTENCIALIDAD DE LAS AGUAS COSTERAS CUBANAS PARA SOSTENER UNA MAYOR ABUNDANCIA, EL INCREMENTO SOSTENIBLE DE LA PRODUCCIÓN POR VÍA DE LA OSTRICULTURA SIGUE SIENDO UNA ASIGNATURA PENDIENTE EN CUBA.



Figura 8. Coctel de ostión fresco y ostión ahumado enlatado (Tomado de <http://www.cmhw.cu/en-villa-clara/2263> y <https://cliparto.es/imagen>).

aprovechamiento de la concha de ostión (Pis *et al.*, 2000), elaborándose una harina asimilable en los organismos vivos lográndose incluir hasta un 7.5% de carbonato de calcio en la formulación de croquetas de pescado

(Pis *et al.*, 2005). Otros estudios en Cuba, demuestran su utilidad en la preparación de piensos para camarón de cultivo, y como suplemento alimenticio en la avicultura.

LITERATURA CITADA

- Alcolado, P.M., E. García, y N. Espinosa, 1999. Protección de la biodiversidad y desarrollo sostenible en el ecosistema Sabana-Cama-güey. Proyecto GEF/PENUD Sabana-Cama-güey CUB/92/G31, CESYTASL, Madrid. 145 pp.
- Amaral, V.S., y L.R. Simone, 2014. Revision of genus *Crassostrea* (Bivalvia:Ostreidae) of Brazil. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 94: 811-836.
- Anón, 2004. ISO/TS 16649-3:2004. Microbiology of food and animal feeding stuffs-Horizontal method for the enumeration of b-glucuronidase-positive *Escheri chiacoli* Part 3: Most probable number technique using 5-bromo-4-chloro-3-indolyl-b-Dglucuronide.
- Baisre, J.A., 1985. Los complejos ecológicos de pesca: definición e importancia en la administración de las pesquerías cubanas. *FAO Fisheries Report*, 327: 251-272
- Baisre, J.A. 2004. La pesca marítima en Cuba. Instituto Cubano del Libro. Editorial Científico-Técnica, La Habana. 372 p.
- Baisre, J.A. y Z. Arboleya, 2006. Going against the flow: Effects of river damming in Cuban fisheries. *Fisheries Research*, 81: 283-292
- Betanzos-Vega, A., y G. Arencibia, 2010. Tenso-res naturales y antrópicos al norte de Villa Clara, Cuba: efectos en la producción de ostión *Crassostrea rhizophorae*, Guilding (1828). Mem. VI Taller Internacional CON-YMA, La Habana, Cuba, ISBN 978-959-300-008-6. Disponible en el sitio <http://www.oceandocs.8p>.
- Betanzos-Vega, A., Y. Garcés, G. Delgado, y M.A. Pis, 2012. Variación espacio-temporal y grado de eutrofia de sustancias nutrientes en aguas de los Golfos de Ana María y Guacanayabo, Cuba. *Revista Ciencias Marinas y Costeras*, 4: 117-130.

- Betanzos-Vega, A., y J.M. Mazón-Suástegui, 2014. Hidrodinámica y producción de ostión de la laguna El Cheve, sur de Pinar del Río, Cuba. *Revista Cubana de Investigaciones Pesqueras*, 31(1): 47-56.
- Betanzos-Vega, A., S. Rivero-Suárez, y J.M. Mazón-Suástegui, 2014. Factibilidad económico-ambiental para el cultivo sostenible de ostión de mangle *Crassostrea rhizophorae* (Guilding, 1828), en Cuba. *Latin American Jour. of Aquatic Research*, 42(5): 1148-1158.
- Betanzos-Vega, A., C. Lodeiros, J. Espinosa-Sáez, y J.M. Mazón-Suástegui, 2016a. Identificación de la ostra Americana *Crassostrea virginica* como recurso natural en las Antillas Mayores: Cuba. *Rev. Mex. de Biodiversidad*, 87(4): 1342-1347.
- Betanzos-Vega, A., G. Arencibia-Carballo, J.M. Mazón-Suástegui, J.M. Morales, y Y. Garcés, 2016b. Influencia de factores ambientales y antrópicos en la población y captura de ostión de fondo *Crassostrea virginica*, Gmelin (1791), río Cauto, Cuba. En: Memorias del II Taller Internacional Pesca, Contaminación y Medio Ambiente (PESCA-CONYMA, 2016). CD-ROM, La Habana, Cuba.
- Betanzos-Vega, A., N. Capetillo-Piñar, H. Latisnere-Barragán, N.L. Ortiz-Cornejo, y J.M. Mazón-Suástegui, 2018. Variability of meat yield in *Crassostrea* spp (Bivalvia: Ostreidae) in Pinar del Río, Cuba. *Revista Ecosistema y Recursos Agropecuarios*, México (En Prensa).
- Bosch, A. C., y J. A. Frías, 1977. Tecnología para la producción de ostiones cultivados, aplicada actualmente en Cuba. I Simposium de la Asociación Latinoamericana de Acuicultura (ALA). Maracay, Venezuela.
- Castillo-Rodríguez, Z.G., y A. García-Cubas, 1984. Taxonomía y anatomía comparada de las ostras en las costas de México. *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología*, 13: 249-314.
- DRP/MIP, 1989. Calendario de medidas para la protección de los recursos pesqueros marinos y de la acuicultura. Dirección de Regulaciones Pesqueras, Ministerio de la Industria Pesquera, Cuba. 100 p.
- Fernández-Milera, J., y L.M. Argüelles, 1978. Distribución y variaciones conculológicas de *Crassostrea virginica*, Gmelin, en la Bahía de Cienfuegos. Memorias II Seminario Nacional sobre Cultivos de Moluscos, La Habana. 8 p.
- Flores, R. y Castelo, R. 2010. El ostión como alimento. Procesamiento y mercado en Cuba. Informe científico técnico, Archivo del Centro de Investigaciones Pesqueras, Cuba. 10 p.
- Fonticiella, D. y J. Soroa, 1979. Traslado y aclimatación del ostión de roca (*Crassostrea virginica* Gmelin) de la bahía de Cienfuegos a la cayería de Isabela de Sagua. II Seminario nacional de Acuicultura, Varadero, Matanzas. 7 pp.
- Frías, J.A., y J. Rodríguez, 1991. Oyster culture in Cuba: Current state, techniques and industry organization. p. 51-74. In Newkirk, G.F. y B.A. Field (Eds.). *Oyster Culture in the Caribbean*. Proceeding of a Workshop, 19-22 November 1990, at Kingston, Jamaica. Mollusc Culture Network, Halifax, Canada.
- Gómez-Batista, M., M. Metian, J.L. Teyssie, C. Alonso-Hernández, y M. Warnau, 2007. Bioaccumulation of dissolved arsenic in the oyster *Crassostrea virginica*: a radiotracer study. *Env. Bioindicators*, 2: 237-244
- Lagos, A.L., P. Victoria, y A.I. Sanabria, 2007. La ostra del Caribe *Crassostrea rhizophorae*: una alternativa de maricultura. incoder, Bogotá, d.c., 156 p.
- Margalef, R. 1971. The pelagic ecosystem of the Caribbean Sea. Symp. Inv. y Resources of the Caribbean Area and Adjacent Region, UNESCO, 483 p.
- Mazón-Suástegui, J.M., M.A. Avilés-Quevedo, y S. Rivero-Suárez, S. 2011. Bases tecnológicas para el cultivo sostenible del ostión nativo *Crassostrea rhizophorae*, en el Ecosistema Sabana Camagüey, República de Cuba. Manual Técnico, Proyecto Piloto para el Cultivo de Ostión, GEF/PNUD, protección al ecosistema Sabana-Camagüey, 69 p. Disponible en <http://www.oceandocs.org>.

- Mazón-Suástegui, J.M., S.E. Rivero-Suárez, A. Betanzos-Vega, P.E. Saucedo, P.E. C. Rodríguez-Jaramillo, y H. Acosta-Salmón, 2017. Potential of sites in northern Cuba for developing an industry of the native mangrove oyster (*Crassostrea rhizophorae*). *Latin American Journal of Aquatic Research*, 45(1): 218-222.
- Menéndez, L., J.M. Guzmán, y A. Priego, 2006. Manglares del Archipiélago Cubano: aspectos generales. p. 17-27. En: Menéndez L., y J. M. Guzmán (Eds.). El ecosistema de Manglar en el Archipiélago Cubano: Estudios y Experiencias Enfocados a su Gestión. Editorial Academia 331 p.
- Milano, J., H. Daranas, y G. Salazar, 2005. Estudio de la composición de lípidos de *Crassostrea rhizophorae* (ostra de mangle), empleando cromatografía de capa fina (TLC-HD) y cromatografía de gas-líquido. *CIEN*, 13(2):21-29.
- Newball, S., y M.R. Carriker, 1983. Systematic relationship of the oysters *Crassostrea rhizophorae* and *C. virginica*: a comparative ultrastructural study of the valves. *Amer. Malacol. Bull.*, 1:35-42.
- Nikolic, M., y S. Alfonso, 1968. El ostión del mangle *Crassostrea rhizophorae*, Guilding 1828. Experimentos iniciales en el cultivo. Separata CIP/INP-Cuba. 14 p.
- Nikolic, M., y A. Bosch, 1975. Hallazgo del ostión de Virginia *Crassostrea virginica* y las posibilidades para su cultivo en Cuba. Contribuciones del Centro de Investigaciones Pesqueras, La Habana, Cuba.
- Nikolic, M., A.C. Bosch, y B. Vázquez, 1976. Las experiencias en el cultivo de ostiones de mangle (*Crassostrea rhizophorae*). Centro de Investigaciones Pesqueras, Instituto Nacional de la Pesca, La Habana, Cuba. Conferencia Técnica de la FAO, Kyoto, Japón, 26 de mayo al 2 de junio, 1976. FIR: AQ/ Conf. / 76/ E.52.
- Perera, C., 2003. Informe sobre el desarrollo del cultivo de *Crassostrea rhizophorae* en Cuba. Empresa Pescavante S.A. Ministerio Industria Pesquera, Cuba.
- Perigó, E., L.S. Álvarez-Lajonchere, C. Martínez-Bayón, y A. Betanzos-Vega, 2010. Diagnóstico ambiental para la factibilidad del desarrollo sustentable de la acuicultura marina en Cuba. Impactos y respuestas. *Revista Cubana de Investigaciones Pesqueras*, 30(1): 57-60.
- Pérez-Farfante, I., 1954. El ostión comercial de Cuba. Cent. Inv. Pesq., Contribuciones 3. 42 p.
- Pis, M.A., RFlores, y P. Serrano, 2000. Tecnología de elaboración de productos pesqueros enriquecidos con calcio procedentes de la concha de ostión. *Revista Cubana de Investigaciones Pesqueras*, 23(1):92-95
- Pis, M. A. et al., 2005. Formulación de una croqueta de tenca enriquecida con calcio de la concha de ostión. *Revista Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 15 (1): 6 pp
- Rivero-Suárez, S.E. 2012. Potencial de cultivo del ostión en Isabela de Sagua, a partir de la fijación natural en colectores de mangle. Tesis de Maestría en Ciencias en Biología Marina y Acuicultura. Centro de Investigaciones Marinas de la Universidad de La Habana, La Habana. 136 p.
- Rodríguez, J., J.A. Frías, C. Perera, R. Rubio, C.L. Felipe, E. Molina, C.R. Zayas, y A. Morales, 1990. Manual para el cultivo del ostión *Crassostrea rhizophorae*, Guilding 1828. Centro de Investigaciones Pesqueras, Ministerio de la Industria Pesquera, Ciudad de la Habana, Cuba. 42 p.
- Sáenz, B.A., 1965. El ostión antillano *Crassostrea rhizophorae*, Guilding y su cultivo experimental en Cuba. Instituto Nacional de la Pesca. *Centro de investigaciones Pesqueras. Nota de Investigación*, 6: 1-34.
- Zayas, C.R., y J.A. Frías, 1989. Estudio comparativo entre colectores de alambre y de mangle en el cultivo comercial de ostión (*Crassostrea rhizophorae*) en Cuba. *Revista de Investigaciones Marinas*, 10(2): 125-132.



— Capítulo 3 —

Bioecología y Manejo Acuícola-Pesquero de Moluscos del Género *Crassostrea*: Caso Ostión Americano *C. Virginica* (Gmelin, 1791)

José Manuel Manzón-Suástegui

INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

La ostricultura o cultivo de ostiones, es una de las tecnologías más antiguas que ha sido practicada desde la edad media por romanos, japoneses y chinos, quienes ya conocían las características básicas del ciclo reproductivo de algunas especies muy apreciadas por su apetecible sabor (Manzón-Suástegui, 1996). En sus inicios, la tecnología aplicada en materia de ostricultura se reducía a la colecta de semilla silvestre en varas de mangle, que posteriormente eran plantadas o sembradas en fondos acondicionados de poca profundidad. A partir de 1923, con los trabajos realizados en Japón por H. Seno y J. Hari, se iniciaron los cultivos intensivos en suspensión (Palacios-Fest *et al.*, 1988). Estos trabajos consistieron en la utilización de balsas de los cuales se suspendían sartas y collares de conchas para la colecta y crecimiento. Con esta técnica se obtuvieron ostiones de buena calidad resistentes al manejo, se aprovecharon áreas de mayor profundidad y mejor calidad de agua. Estas metodologías básicas aún se aplican comercialmente (Ikenowe y Kafuku, 1992; Manzón-Suástegui *et al.*, 2009a).

La ostricultura intensiva ha permitido incrementar tanto la producción de alimentos como la generación de divisas en muchos países del mundo. Las especies que se cultivan en las costas del Golfo de México son las mismas que habitan en Cuba, *C. virginica* y *C. rhizophorae*. El ostión americano u ostión del Golfo de México *C. virginica* es una especie nativa de amplia distribución en la costa del Atlántico. Actualmente, su oferta y disponibilidad en el mercado es importante pero como se ha explicado en capítulos anteriores las poblaciones naturales se han visto reducidas notablemente por factores naturales y antrop-

génicos, como la contaminación ambiental, la reducción en los efluentes de los ríos por la construcción de presas y el riego agrícola, aunado a la sobreexplotación pesquera. Un factor adicional que ha mermado a las poblaciones nativas es que han sido afectadas por patógenos (Mazón-Suástegui *et al.*, 2009b).

Las enfermedades más conocidas son Perkinsosis, altamente proliferativa producida por el protozooario *Perkinsus marinus* y la enfermedad de la Esfera X Multinucleada (MSX) o Haplosporidiosis, producida por el parásito protozooario *Haplosporidium nelsoni*. *Perkinsus marinus*, fue reportado por primera vez en 1949 en Estados Unidos, y aumenta su patogenicidad en ambientes cálidos asociados con altas salinidades y ha sido catalogado como precursor de altas mortalidades masivas en *C. virginica*, particularmente durante el verano. Siendo necesario un mayor estudio sobre su efecto en la producción ostrícola de *C. virginica* en la región del golfo de México y Cuba

ECOLOGÍA Y HÁBITAT

El ostión americano *C. virginica* es un molusco bivalvo (Bivalvia: bi = dos; valvia= valvas, placas o conchas) de la epifauna bentónica que se fija a un sustrato por cementación de una de sus valvas. Es un organismo que se alimenta por filtración del agua de fitoplancton, detritus, hongos y bacterias (tabla 1). Su hábitat son los estuarios, desembocaduras de ríos, lagunas costeras y zonas arrecifales, prefiriendo los fondos duros, fango-arenosos, sustratos rocosos, e incluso se han identificado fijados a raíces de mangles, en donde se

Aunque su producción tiende a bajar en México, el ostión americano mantiene una demanda importante en un mercado regional y nacional insatisfecho, ubicándose como la especie nativa con mayor potencial para la acuicultura intensiva en Tabasco y otros estados del Golfo de México, así como en algunos estados del Atlántico Norteamericano, Centroamérica, y recientemente en las Antillas (Betanzos-Vega *et al.*, 2016).

Las técnicas y métodos de ostricultivo artesanal y tecnificado que se exponen en este capítulo, pueden ser aplicadas en las regiones donde habita el ostión del Golfo (*Crassostrea virginica*), denominado en Cuba “ostión de fondo”, lo que permitiría no solo un incremento de la producción con posibilidades reales de extender su distribución, sino además garantizaría que no se produzca un agotamiento de las poblaciones naturales, por sobrepesca u otros factores de origen humano o natural.

encuentran formando agrupaciones o bancos (Martínez del Rosario, 2011).

Los ostiones del género *Crassostrea* de la familia Ostreidae son los más importantes desde el punto de vista pesquero y acuícola. A excepción del ostión de piedra (*C. iridescens* = *Striostrea prismática*, Gray, 1825), la mayoría son habitantes típicos de los esteros, desembocaduras de ríos y lagunas costeras, porque son organismos muy euritópicos y eurialinos con muchas potencialidades de adaptarse a diferentes tipos de sustratos y cambios de salinidad.

Tabla 1. Tasa de filtración de algunas especies de *Crassostrea*.

| Especie | Tasa de filtración (L/h) | Referencia |
|---------------------------------|--------------------------|---|
| <i>Crassostrea virginica</i> | 10-20 | Ortiz-Moreno, 2009. |
| <i>Crassostrea gigas</i> | 10.41 | García-Esquivel <i>et al.</i> , 2004. |
| <i>Crassostrea rhizophorae</i> | 2.3 - 4.51 | Madrigal <i>et al.</i> , 1985; Ramos <i>et al.</i> , 2008 |
| <i>Crassostrea corteziensis</i> | >9 | Peña Messina, 2009. |

Los factores que afectan directamente a los ostiones son:

- Temperatura, que influye directamente en la distribución y supervivencia de los ostiones adultos y larvas, ya que afecta el metabolismo, lo cual se refleja en la tasa de filtración y ritmo de alimentación, tasa de crecimiento, desarrollo gonádico y desove. A temperaturas inferiores a 4°C, los ostiones entran en un proceso de hibernación, mientras que a temperaturas de 10 a 30°C encuentran un ambiente adecuado para desarrollar sus procesos de nutrición, crecimiento y reproducción.
- Salinidad de 25 a 30 UPS presenta los niveles óptimos para el desarrollo del denominado en México Ostión del Golfo (*C. virginica*), aunque otras especies como *C. corteziensis* desarrollan perfectamente su fase juvenil y adulta en salinidades de 30 a 38 UPS, mientras que los estadios de larva y fijación se desarrollan normalmente a salinidades de 35 a 38 UPS. En Cuba, el ostión *C. virginica* habita en salinidades que fluctúan entre 15 y 34 UPS como promedio, a diferencia de *C. rhizophorae*, con características más marinas 30 – 39 UPS (Betanzos-Vega y Mazón-Suástegui, 2014; Betanzos-Vega *et al.*, 2016). Cabe la posibilidad de lograr cultivos de ostión del golfo en salinidades más elevadas si se acondiciona debidamente a los repro-

ductores. Esto es importante porque las bajas salinidades promueven en general el desarrollo bacteriano.

- Oxígeno disuelto en el agua es esencial para la respiración de los organismos, por lo que niveles bajos y prolongados de este elemento son letales. Los niveles óptimos para el ostión van de 4 a 9.5 mg/L. El potencial de hidrógeno afecta directamente el ritmo de alimentación, siendo los niveles óptimos de 7.0 a 8.0, por debajo o por encima de estos valores el proceso de alimentación se detiene (Vázquez y Arriaga, 1988). Además, valores de pH, menores de 7.4, afectan la formación de la concha calcárea típica de los moluscos ostreidos, principalmente durante las etapas tempranas de desarrollo (Flores-Higuera *et al.*, 2015).

La transparencia del agua es un indicador de la turbulencia y la presencia de material suspendido, pero es también indicador de la productividad primaria y la disponibilidad de alimento. Una excesiva cantidad de sólidos orgánicos e inorgánicos suspendidos como arcillas y grasas, entre otros, pueden provocar el taponamiento de las branquias. Un indicador favorable para el cultivo del ostión del golfo es que cuenta con una tasa de crecimiento rápida y en menos de un año se pueden obtener tallas comerciales. Como contraparte, el ostión de placer *C. cortezien-*

sis alcanza la talla comercial (80 a 120 mm) en 8-10 meses de cultivo (Mazón-Suástegui *et al.*, 2009a, 2009b).

La mortalidad es causada generalmente por estrés y choque termohalino debido a una mala aclimatación de la semilla. En etapa larval salinidades inferiores a 10 ‰ o superiores a 40 ‰ pueden generar altas mortalidades; y en etapas de juvenil y adulto, la

mortalidad se incrementa por depredación, bajas concentraciones de oxígeno disuelto en el agua, excesiva turbidez, altas temperaturas y en general, a condiciones ambientales extremas. Bajo condiciones de cultivo se reporta en general una mortalidad acumulada del 30-50% en función tanto de la talla y calidad de la semilla sembrada, como del manejo y de las condiciones ambientales.

BIOLOGÍA

El ostión *Crassostrea virginica* es conocido en México con el nombre común de ostión del golfo, aunque también se conoce como

ostión americano, ostión del Atlántico u ostión de Virginia (figura 1).

DESCRIPCIÓN

El “ostión del golfo”, es un molusco bivalvo de simetría bilateral provisto de una concha externa formada por dos valvas unidas por un ligamento. La concha consta de una valva izquierda de mayor tamaño, y por lo general de forma acopada, y una valva derecha, ubicada a nivel superior, de menor tamaño

y más bien plana. Las dos valvas se articulan en su parte anterior, la cual generalmente es aguzada y conocida como el extremo umbonal. La articulación, que es interna, abre las valvas mediante la acción de un solo músculo aductor fijado a cada valva (figura 2).



Figura 1. Ostión americano u ostión del golfo *Crassostrea virginica*.

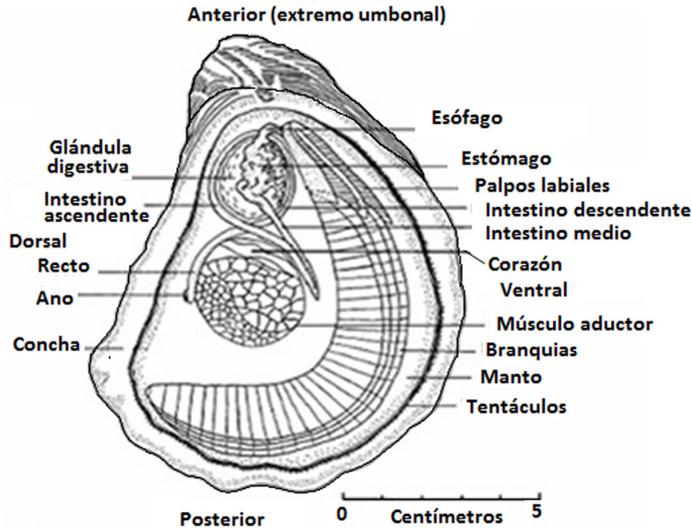


Figura 2. Anatomía interna del tejido blando del ostión del golfo *Crassostrea virginica* (Gmelin, 1791).

REPRODUCCIÓN

Los ostiones del género *Crassostrea* son organismos hermafroditas protándricos, es decir, en su primera madurez la mayoría son machos y posteriormente maduran como hembras, aunque no presentan una diferenciación sexual externa y la interna solo se detecta al observar los productos sexuales al microscopio (Ruiz-García, 2006), para lo que generalmente se realizan cortes histológicos (figura 3). Esta especie muestra en el trópico máximos de reproducción de marzo a octubre con máximos de desove en marzo y junio (Ortiz-Moreno, 2009).

Generalmente los ostiones desovan una o dos veces al año, liberando hasta 500×10^6 de óvulos al mar en donde se unen a los espermatozoides por fecundación externa (figura 4). Una vez fertilizados los huevos ($< 100 \times 10^6$), se inicia rápidamente el desarrollo embrionario obteniéndose larvas trocóforas

en pocas horas después de la fecundación, y el estadio larvario véliger (de charnela recta), a las 24 horas (Mazón-Suástegui *et al.*, 2009a).

La etapa de vida planctónica del ostión se prolonga de dos a tres semanas, tiempo en el cual la larva crece y modifica su forma y comportamiento dejando su vida libre nadadora para fijarse a un sustrato mediante la secreción de la glándula cementante localizada en el pie (pedivéliger). A partir de este momento la larva sufre una metamorfosis perdiendo el velum y desarrollando sus branquias, por lo que la larva elige el sustrato y adhiere su valva izquierda a éste iniciando su vida sésil, similar a la del adulto (Mazón-Suástegui, 1996; Mazón-Suástegui *et al.*, 2001 y 2002). Se muestra esquemáticamente los detalles del ciclo de vida de los moluscos ostreidos (figura 5).



Figura 3. Cortes histológicos para determinación de maduración gonádica y diferenciación de sexos.



Figura 4. Fecundación externa promovida a partir de la mezcla de óvulos y espermatozoides de ostiones adultos seleccionados.

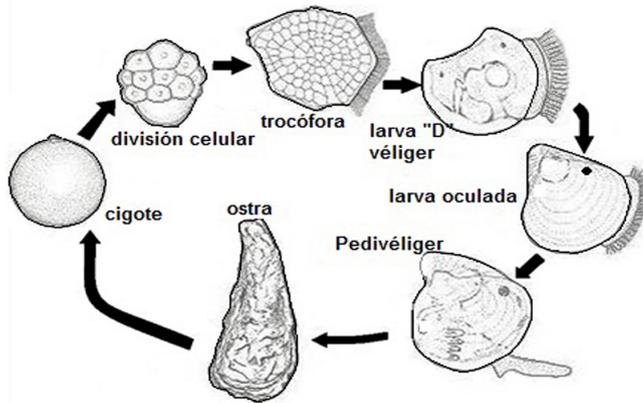


Figura 5. Ciclo natural de vida típico del ostión, que incluye estadios larvarios de vida pelágica y fijación en firme al sustrato, seguidos por un modo de vida bentónico.

ENFERMEDADES

Debido a que los patógenos infectan a varios moluscos bivalvos, incluidas las especies nativas como *C. virginica* en Tabasco, los ostricultores deben apegarse a protocolos de cultivo que incluyan buenas prácticas de producción, con el fin de minimizar el impacto de estos patógenos. Algunas experiencias

negativas en el Pacífico mexicano, debido a introducción de "semillas" y reproductores importados, indican que para *C. virginica* en el Golfo de México, se deben tomar medidas precautorias evitando la introducción de larvas u ostrillas potencialmente infectadas con patógenos de alta peligrosidad como MSX y

otros de alta virulencia (Mazón-Suástegui *et al.* 2009a). Las mortalidades de *C. virginica* son muy comunes en la costa del Atlántico y se han documentado en diversas localidades, incluyendo el estado de Virginia en los Estados Unidos (Congrove *et al.*, 2009).

Las poblaciones de *C. virginica* son afectadas por numerosos parásitos. Entre los parásitos protozoarios de importancia patogénica reportadas en ostiones, están: *Perkinsus marinus*, *Perkinsus olseni*, *Haplosporidium nelsoni*, *Marteilia refringens*, *Bonamia exitiosa*, *Bonamia ostreae* y *Mikrocytos mackini*, que han sido reconocidos por la Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE). En América Latina, se han detectado ya algunos de ellos como: *P. marinus* en *C. virginica*, *C. corteziensis* y *C. rhizophorae*, y *P. olseni* en *Pitar rostrata*; *H. nelsoni* en *C. rhizophorae*; así como *Bonamia* sp. en *Tiostrea chilensis* y *Ostrea puelchana* (Littlewood 2000; Ulrich *et al.*, 2007; Cáceres-Martínez *et al.*, 2010), siendo necesario un mayor estudio sobre su efecto en la producción ostrícola.

En cuanto a depredadores, competidores y parásitos de los ostiones, se pueden citar aquellos organismos que tienen iguales requerimientos de espacio y alimento, tales como otros moluscos, esponjas, tunicados, briozoarios, crustáceos, balanos y algunas

macroalgas, y poliquetos que utilizan a los ostiones como hospederos (figura 6).

Entre los depredadores se reportan principalmente moluscos carnívoros, equinodermos, cangrejos, jaibas, peces y rayas. Los turbelarios Platyhellminthos son importantes depredadores de ostiones a nivel mundial, y su daño muchas veces pasa desapercibido debido a que atacan fundamentalmente de noche y a los ostiones jóvenes (Espinosa, 1981). Como parásitos del ostión se citan hongos, flagelados, esporozoarios, turbelarios, anélidos tubícolas, tremátodos, cestodos y bacterias del género *Vibrio* spp como *V. alginolyticus*, *V. cholerae* y *V. fluviates* y entre otros asociados a la mala calidad del agua (Mazón-Suástegui *et al.*, 2009a).



Figura 6. Ostión (hospedero) afectado por poliquetos perforadores.

PESQUERÍA

En México, el ostión del golfo u ostión americano (*Crassostrea virginica*), se captura en los estados mexicanos del Golfo de México, incluyendo la parte Caribe, en embarcaciones de madera o fibra de vidrio de 2.5 a 9 m de eslora, propulsada por palancas, remos o

motor fuera de borda de 8 a 40 hp, con uno o dos pescadores artesanales que recolectan el ostión por buceo libre, aunque en ocasiones se ha usado rastrillos en forma de “tijeras”. La extracción de ostión en el Golfo de México está considerada con el estatus de “Pesquería

aprovechada al máximo sustentable” (Carta Nacional Pesquera, 2012).

La extracción del ostión del golfo es el recurso pequero más importante en el Golfo de México, por su volumen de captura, contribuye con más del 93% de la producción nacional de ostiones; sin embargo, su precio es muy bajo debido a su calidad sanitaria, lo que afecta su comercialización. Además, la producción ha disminuido debido al deterioro del hábitat y a la explotación de organismos juveniles. Por lo anterior, la Carta

Nacional Pesquera (2012), ha publicado como medidas de manejo pesquero, la rotación de bancos, acondicionamiento de fondos con conchas secas, programas de captación de semilla y establecimiento de cuotas de captura, tamaño mínimo de extracción de 70 mm de longitud de concha y dos periodos de veda (del 15 de abril al 31 de mayo y del 15 de septiembre al 31 de octubre de cada año, de acuerdo con el Diario Oficial de la Federación 20/04/09).

OSTRICULTURA

El cultivo de *C. virginica* en la costa este de Estados Unidos, comenzó hace más de un siglo para rehabilitar los bancos naturales de ostras sobreexplotados y mejorar las cosechas, aplicando el método de cultivo de desparramar conchas de ostras sobre fondos de bancos agotados donde se espera que los adultos remanentes produzcan larvas que se establecerán como juveniles en el sustrato de conchas (éstas obtenidas del desconche en las plantas procesadoras). Mientras que en México y Cuba, la ostricultura comercial data de los años 70. Actualmente, el cultivo de *C. virginica* en México se desarrolla principalmente en el sistema lagunar “Carmen-Pajonal-Machona” en Tabasco, a través de colecta de “semilla” del medio natural, utilizando colectores tipo sarta. La engorda se realiza en estas mismas sartsas.

La recolección de “semillas” en el medio natural se realiza con dos tipos de técnicas: en suspensión y en el fondo.

El cultivo en suspensión se realiza utilizando balsas flotantes y en ellas se cuelgan los

colectores. Este método es muy utilizado por la facilidad de poder transportar las balsas a las zonas de fijación, crecimiento y engorda. Se puede hacer este tipo de cultivo por medio de estanterías, que consiste en poner postes de concreto que soportan travesaños de mangle, de los cuales cuelgan los colectores de semilla, que pueden ser de diferentes tipos, por ejemplo simples varas generalmente de mangle o bambú, trozos de alambre de dos metros de largo que pueden estar rectos o en forma de collar, en la que se colocan de 50 a 70 conchas secas, grandes y perforadas llamadas sartsas, separadas por pedazos de tubos de hule (poliducto), para que en ellas se peguen las ostrillas. Una vez que esto sucede, se quitan los competidores y se llevan a los lugares de crecimiento y engorda, en donde las condiciones fisicoquímicas y biológicas favorecen el desarrollo. Los collares o sartsas de crecimiento se hacen también con alambre galvanizado, con 13 o 16 separadores de poliducto, ensartando de 12 a 15 conchas con ostrillas fijadas (“concha madre”).

Las sartas son colocadas sobre travesaños de madera (particularmente de palmera de coco) con un diámetro entre 3 a 5" y 30 m de largo. Los travesaños se colocan sobre pilotes los cuales son de concreto, de forma oblonga y terminación puntiaguda o plana, con dimensiones aproximadas de 4.5 m de largo por 0.15 m de ancho por 0.20 m de alto, los

cuales tienen un armazón de acero. La separación entre pilotes es de 3 m, y la misma distancia entre cada línea de pilotes.

La técnica de cultivo más simple y económico es sobre el fondo, en sustratos habilitados en lugares con condiciones fisicoquímicas y biológicas favorables para que crezcan hasta tamaño comercial.

OBTENCIÓN DE SEMILLA

Toda la semilla de ostión utilizada en proyectos de cultivo intensivo de la costa del Pacífico mexicano proviene de laboratorios donde se controla y maneja su ciclo de vida de manera eficiente y segura. La presentación más común en el mercado es la de semilla "individual" o semilla "suelta". Esta tecnología de producción implica una serie de procesos que van desde la selección del sitio adecuado para la instalación del laboratorio, sistema de filtración del agua marina para evitar la introducción de microorganismos patógenos a los cultivos, selección de equipos para el manejo térmico del agua de mar a condiciones óptimas de cultivo, producción de microalgas apropiadas en calidad y cantidad para la alimentación del ostión en todas sus etapas, tanques, tinas, piletas, charolas, etc., de cultivo, con diseño específico para la producción de microalgas y maduración (figura 7), desove, (figura 8) cultivo larvario (figura 9), fijación y pre-engorda del ostión (Mazón-Suástegui *et al.*, 2009a y b).

Para la fijación individual y obtención de "semilla suelta" de ostión, a partir de larvas pediveliger oculadas (figura 10) se utilizan diferentes dispositivos, donde se provee concha molida de ostión o de almeja vola-

dora *P. vogdesii* como sustrato colector (Mazón-Suástegui *et al.*, 1991), pero también es posible inducir el proceso mediante agentes químicos, eliminando incluso el proceso de asentamiento y cementación. La semilla individual crece "acopada" obteniéndose un producto comercial visualmente atractivo y adecuado para la venta en fresco, con una excelente presentación, conocida como "ostión de media concha" o "vivo en su concha".

La fijación larvaria del ostión (figura 11) también se puede hacer "en sustrato colector", utilizando materiales diversos, incluidas las conchas del mismo ostión o de otros moluscos bivalvos. Esta última se conoce como semilla fijada en "concha madre" (figura 12) y se utiliza ampliamente en la costa atlántica de Estados Unidos. La semilla fijada en concha debe engordarse en "collares" o "sartas" que por lo general se cuelgan en posición vertical u horizontal sobre estructuras o postes instalados en el fondo marino, o bien, sobre balsas de cultivo flotantes. Esta técnica de fijación y pre-engorda es económica y de fácil manejo y es aplicable en zonas de poca profundidad, siendo muy importante la selección adecuada del sitio, ya que no se tiene control de depredadores.



Figura 7. Alimento vivo (microalgas) para ostión en sistema controlado y mantenimiento de reproductores para acondicionamiento gonádico.



Figura 8. Reproductores de *C. virginica* en proceso de inducción al desove masivo en ambiente controlado, y procedimiento de estimulación al desove por “choque térmico”.



Figura 9. Durante el cultivo larvario, se realiza vigilancia periódica al microscopio hasta observar el último estadio larval, de larva oculada o pediveliger lista para fijación.



Figura 10. Extracción y tamizado de larva pediveliger con destino a fijación.



Figura 11. Ostrillas fijadas a sustrato individual de concha triturada, y siembra de larva pediveliger lista para fijación en colectores de concha y artificiales.

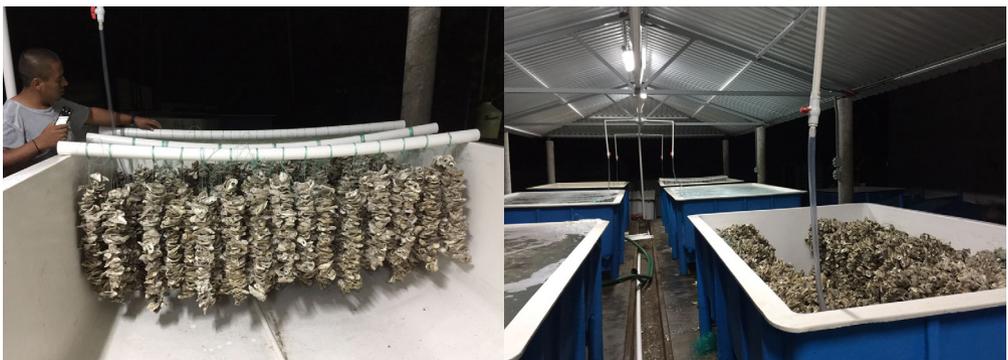


Figura 12. Colectores confeccionados con “concha madre” de ostión, listos para fijación de larva pediveliger.

La semilla suelta o individual se pre-engorda generalmente en cilindros diseñados para funcionar bajo un sistema de flujo ascendente (*upwelling*), abierto o re-circulante. El ciclo de producción en el laboratorio debe finalizar con la etapa de pre-engorde cuando se obtienen ostrillas “semillas” de una talla de 3-5 mm (figura 13), en la fase postlarvaria y juvenil (*spat-seed*). (Mazón-Suástegui, 2005; Mazón-Suástegui *et al.*, 2001, 2002, 2008; Ruíz-Ruíz, 2008; Parres-Haro, 2008). Estos sistemas permiten soportar una carga biológica muy alta, ya que son muy eficientes y de

alto rendimiento. La semilla puede recibir un flujo continuo de agua de mar sin filtrar y por lo tanto con alimento natural. Cuando no se tiene esa posibilidad, se utilizan microalgas cultivadas masivamente en el exterior y algunas dietas artificiales complementarias (Mazón-Suástegui, 1996; Mazón-Suástegui *et al.* 2001; Mazón-Suástegui *et al.*, 2008). Independientemente de la forma y diseño, lo importante es que la semilla reciba flujo ascendente de agua con alimento natural o cultivado.

MÉTODOS DE CULTIVO

Además del cultivo artesanal con semilla (ostrillas) del medio natural, el cultivo tecnificado del ostión comprende dos procesos tecnológicos secuenciales. El primero se refiere a la producción de “semilla” y se lleva a cabo en instalaciones especializadas con manejo controlado, como se ha explicado e ilustrado en el acápite anterior. El segundo comprende la siembra y manejo de “semillas”, juveniles y adultos en el medio natural. Cuando se utilizan artes de cultivo para su confinamiento y protección y se manejan

altas densidades, el cultivo se denomina “intensivo” (Mazón-Suástegui *et al.*, 2001).

La metodología del cultivo de ostión comprende dos tipos de sistemas: fondo y suspensión. En el sistema de fondo, las técnicas más conocidas son los cultivos en camas de conchas sobre fondo lodoso o arenoso. Las camas se preparan con un espesor de 30 cm de conchas vacías por 10 m de largo y 5 m de ancho. Otra técnica es el de camas compuestas de 12 a 15 tejas sobrepuestas de 3 en 3 transversales y unidas con alambre galva-



Figura 13. Sistema de flujo ascendente para pre-cría de semilla individual de ostión en ambiente controlado, y ostrillas post-pre-cría (3 - 5 mm) lista para engorde en el medio natural.

nizado y en el extremo superior un doblez a manera de asa para aparejo. Estas tejas son cubiertas con cal, cemento y arena para favorecer la fijación de las larvas y el desprendimiento de los adultos en la cosecha.

El sistema de cultivo de fondo tiene como riesgo el asolvamiento que asfixia o no permite la alimentación adecuada. También los depredadores y competidores representan un grave problema, en particular las planarias (turbelarios *Platyhelminths*), las estrellas de mar, los caracolillos barrenadores de ostras y todos los peces bentófagos.

El sistema en suspensión maneja varias técnicas como los cultivos en balsas, estantería y líneas largas o cimbras. En estos cultivos se utilizan diferentes artes de cultivo como las sartas o collares de “conchas madres”, bolsas

de malla con ostiones libres, redes tipo linterna japonesa, canastas Nestier® y Ostrigas® (figura 14). Este sistema tiene como ventajas la resistencia al viento, olas y corrientes, lo que permite instalar el cultivo en aguas de mejor calidad fisicoquímicas y biológicas.

Una vez concluido el periodo de engorda, se cosechan los ostiones, ya sea fijados en conglomerados en las sartas de “concha madre”, o engordados de forma individual en bolsas o canastas ostoneras (figura 15). Se llevan a tierra, donde se seleccionan los que se procesarán para venta de ostión desconchado o para su venta individual en su concha (figura 16). Estos últimos de mejor presentación y valor de mercado, provenientes de semilla suelta.

MANEJO DEL CULTIVO

La especie nativa *Crassostrea virginica* está ecológicamente adaptada a las condiciones imperantes en los complejos lagunares del

Golfo de México, lo que le confiere una ventaja importante. El potencial ostrícola del cultivo de *C. virginica* en Tabasco (México),



Figura 14. Siembra de ostrillas (3-5 mm) en bolsas de malla mosquitera para engorde en canastas, colocación de las bolsas con ostrillas entre canastas ostoneras.



Figura 15. Engorde de ostión individual en canastas, y ostiones adultos cosechados post-engorde en bolsas de malla plástica.



Figura 16. Ostión individual criado en canastas para venta entero en su concha, y ostión en conglomerados criado en colectores para venta desconchado.

como en otros países de Centro América y el Caribe, no es despreciable si se considera la existencia de numerosos cuerpos lagunares y estuarinos altamente productivos, que pueden mejorarse con un adecuado manejo de fondos, dragado de canales, apertura controlada de bocas y construcción de puentes, como se ha venido haciendo mediante programas de gobierno desde hace algunos años. La Carta Nacional Pesquera 2012 propone como estrategia de manejo actualizar la Norma Oficial Mexicana (NOM-015-PESC-1994) para que considere áreas de refugio, prohíba mé-

todos de extracción a píe y la introducción de conchas de bancos ajenos a la zona, así como evaluar la calidad sanitaria de los bancos de ostión, a fin de promover el cultivo en las zonas que demuestren tener las condiciones apropiadas.

Por otro lado, en instituciones como el *Virginia Institute of Marine Sciences* (VIMS, EUA), se desarrolla investigación para la pro-

EL ÉXITO DEL CULTIVO ESTÁ EN LA CALIDAD DEL AMBIENTE SELECCIONADO, EN SOSTENER UN MANEJO INTEGRAL DEL RECURSO A CULTIVAR Y DEL ECOSISTEMA DONDE SE REALIZARÁN LOS CULTIVOS, DETERMINANDO UNA GOBERNANZA SUSTENTABLE Y ECOSISTÉMICA QUE POSIBILITE EL USO ADECUADO DE LOS CUERPOS DE AGUA, Y LA DEPURACIÓN COMO COLOFÓN DEL PRODUCTO TERMINADO ANTES DE COMERCIALIZACIÓN.

ducción de triploides de *C. virginica* y desarrollo de razas biológicas o familias adaptadas a determinadas condiciones ambientales con diferencias en salinidad y temperatura. Sobre esta base el Dr. Standish K. Allen Jr. y sus colaboradores, siguen trabajando para el establecimiento de pies de cría genéticamente seleccionados, generando nuevo conocimiento aplicable a las poblaciones de “Ostión del Golfo” (Allen, *com. pers.*).

Independientemente del mayor o menor dominio tecnológico disponible para la producción de semilla de *C. virginica* en

el laboratorio y para su engorda en campo, definitivamente existen factores como las epizootias que han afectado los rendimientos y la productividad de las granjas que han realizado la colecta de semilla y la siembra y el cultivo de esta especie nativa. Se han documentado diversos eventos masivos de mortalidad que afectan el desarrollo y las finanzas de la ostricultura asociados a patógenos y a la contaminación y degradación de los sistemas lagunares (Mazón-Suástegui *et al.*, 2009b); siendo indispensable la selección de sitios con la calidad de agua adecuada.

LITERATURA CITADA

- Betanzos-Vega, A., y J.M. Mazón-Suástegui, 2014. Hidrodinámica y producción de ostión de la laguna El Cheve, sur de Pinar del Río, Cuba. *Revista Cubana de Investigaciones Pesqueras*, 31(1): 47-56.
- Betanzos-Vega, A., C. Lodeiros, J. Espinosa-Sáez, y J.M. Mazón-Suástegui, 2016. Identificación del ostión americano *Crassostrea virginica* (Mollusca: Bivalvia: Ostreidae) como recurso natural en las Antillas Mayores: Cuba. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 87(4): 1342–1347.
- Cáceres-Martínez, J., R. Vásquez-Yeomans, y G. Padilla-Lardizábal, 2010. Parasites of the Pleasure Oyster *Crassostrea corteziensis* cultured in Nayarit, Mexico. *Journal of Aquatic Animal Health*, 22: 141–151.
- Carta Nacional Pesquera, 2012. Diario Oficial (Segunda Sección) Viernes 24 de agosto de 2012. 21-128.
- Castillo-Rodríguez, Z.G. y A. García Cubas, 1984. Taxonomía y anatomía comparada de las ostras en las costas de México. Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. Contribución 484. 68 p.
- Congrove, M.S., J.A. Wesson, y S.K. Allen, 2009. A Practical Manual for Remote Setting in Virginia. vsg-09-01. VIMS Marine Resource Report No 2009-1. Sea Grant Communications, Virginia Inst. of Marine Sciences, NOAA NA96RG0025.
- Espinosa, J., 1981. *Stylochus megalops* (Platyhelminthes: Turbellaria), nuevo depredador del ostión en Cuba. *Poeyana*, 228: 1-5.

- Flores-Higuera, F., M.P. Hernández-Cortés, H. Reyes-Bonilla y J.M. Audelo-Naranjo, 2015. Efecto de condiciones simuladas de acidificación del océano sobre el desarrollo inicial del ostión Kumamoto *Crassostrea sikamea*, Amemiya, 1928. Conference: 5 Congreso Nacional de Investigación en Cambio Climático - Sede regional Noroeste, Mazatlán, Sinaloa, México.
- García-Esquivel, Z., M.A. González-Gómez, F. Ley Lou y A. Mejía-Trejo. 2004. Potencial ostrícola del brazo oeste de Bahía San Quintín: biomasa actual y estimación preliminar de la capacidad de carga. *Ciencias Marinas*, 30(1A): 61-74.
- Ikenowe H., y T. Kafuku, 1992. Modern Methods of Aquaculture in Japan. 2nd Ed. Development in Aquaculture and Fisheries Science, Elsevier, 24: 272 p.
- Littlewood, D.T.J., 2000. First Report of the protozoan *Perkinsus* cf. *marinus* in the Mangrove Oyster *Crassostrea rhizophorae* (Guilding). *Caribbean Journal of Science*, 36(1-2): 153-154.
- Madrigal, E., O. Pacheco, E. Zamora, R. Quesada, y J. Alfaro, 1985. Tasa de filtración del ostión de manglar (*Crassostrea rhizophorae*, Guilding, 1828), a diferentes salinidades y temperatura. *Revista de Biología Tropical*, 33: 77-79
- Martínez del Rosario, J.F., 2011. Ocurrencia estacional de *Vibrio* spp en moluscos bivalvos (*Crassostrea virginica*) procedentes de Mandinga, Veracruz. Tesis de Licenciatura. Universidad Veracruzana. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Veracruz, México. 54 p.
- Mazón-Suástegui, J.M., R. Rivera-Lucero, V. Ríos-Arias, y A. Avilés-Quevedo, 1991. Cultch-less setting pacific oyster (*Crassostrea gigas*) larvae, in a mexican shellfish hatchery. *Abs. 22th Ann. Conf. World Aquaculture Society* 42, 8 p.
- Mazón-Suástegui, J.M., 1996. Cultivo de ostión japonés *Crassostrea gigas* (Thunberg). p. 625-650. En: Casas-Valdéz M. y G. Ponce-Díaz, (Eds.), Estudio del Potencial Pesquero y Acuicola del Estado de Baja California Sur, México. Vol. II.
- Mazón-Suástegui, J.M., 2005. Biología y cultivo de la almeja catarina *Argopecten ventricosus* (Sowerby II, 1842). Doctoral thesis. Universitat de Barcelona, 217 p.
- Mazón-Suástegui, J.M., M. Robles-Mungaray, S. Avilés-Quevedo, F. Flores-Higuera, P. Monsalvo-Spencer, y M. Osuna-García, M. 2001. Avances en la producción y cultivo de semilla de ostión nativo *Crassostrea corteziensis* en bahía de Ceuta, Sinaloa, México. Memorias del Primer Foro Estatal de Ciencia y Tecnología. Culiacán Sinaloa.
- Mazón-Suástegui J.M., M. Robles-Mungaray, S. Avilés-Quevedo, F. Flores-Higuera, P. Monsalvo-Spencer, y M. Osuna-García. 2002. En: Avances en el cultivo intensivo de ostión de placer *Crassostrea corteziensis*, en el estado de Sinaloa. Resúmenes del primer congreso científico "La Ciencia en la UAS", Culiacán, Sinaloa. p. 76.
- Mazón-Suástegui, J.M., K.M. Ruíz-Ruiz, m.A. Parres-Haro, y P.E. Saucedo, 2008. Combined effects of diet and stocking density on growth and biochemical composition of spat of the Cortez oyster *Crassostrea corteziensis* at the hatchery. *Aquaculture*, 284: 98-105.
- Mazón-Suástegui, J.M., M. Robles-Mungaray, A. Avilés-Quevedo, y T. Moctezuma-Cano, 2009a. Manual de cultivo para la producción de semilla de ostión *Crassostrea virginica*, en el laboratorio. Manuscrito Final. Presentado a Fundación Produce Tabasco, A.C. Clave: LABORATORIO). CIBNOR, S.C. Oct/09, 64 p.
- Mazón-Suástegui, J.M., M.A. Parres-Haro, K.M. Ruíz-Ruiz, M.C. Rodríguez-Jaramillo, y P.E. Saucedo, 2009b. Early grow-out of juveniles of the Cortez oyster *Crassostrea corteziensis* in an estuary of Sinaloa, Mexico: Influence of the diet given during the hatchery phase. *Aquaculture Research*, 40: 1908-1914.

- Ortiz-Moreno, S., 2009. Variación estacional de dicloro-difenil-tricloroetano (DDT) y hexa-clorociclohexano (HCH) y sus metabolitos en ostión americano (*Crassostrea virginica*) y estimación de exposición al consumidor. Tesis licenciatura. Universidad Veracruzana. Facultad de Bioanálisis, Veracruz, México. 55 p.
- Palacios-Fest, M.R., J.M. Mazón-Suástegui, S. García-Sandoval, M. Diego-Peralta, J.C. Estrada-Ortega, A.A. Altamirano-Saucedo, y J. Pérez-Flores, 1988. Manual Técnico para la Operación de los Centros Acuícolas Productores de Ostión. SEPESCA. ISBN-968-817-1146-8. 324 p.
- Parres-Haro M.A. 2008. Evaluación del crecimiento en campo de semilla de ostión de placer *Crassostrea corteziensis* (Hertlein), alimentada con diferentes dietas artificiales en el laboratorio. Tesis profesional. Instituto Tecnológico del Mar, Los Mochis, Sinaloa, México. 95 p.
- Peña-Messina, E., 2009. Modelo para la biorremediación de efluentes camaronícolas en Nayarit, utilizando bivalvos y macroalgas nativas. Tesis Doctorado CICESE, Ensenada, B.C. 171 p.
- Ramos R., L. Vinatea, y R. da Costa, 2008. Tratamiento de efluentes del cultivo de *Litopenaeus vannamei* por sedimentación y filtración por la ostra *Crassostrea rhizophorae*. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 36(2): 235-244.
- Ruiz-García, M.C., 2006. Efecto de la densidad y fecha de siembra en el crecimiento de ostión de placer *Crassostrea corteziensis* en Bahía de Agiabampo, Sonora. Tesis profesional. Centro de Estudios Superiores del Estado de Sonora. Navojoa, Sonora, México. 74 p.
- Ruíz-Ruíz, K.M., 2008. Efecto de la dieta y de la densidad de pre-engorde en el crecimiento y composición bioquímica de la semilla de ostión de placer *Crassostrea corteziensis* (Hertlein) en el laboratorio. Tesis profesional. Instituto Tecnológico del Mar, Los Mochis Sinaloa, México. 68 p.
- Ulrich, P. N., C. M. Colton, C. A. Hoover, P. M. Gaffney, y A. G. March, 2007. *Haplosporidium nelsoni* (MSX) rDNA detected in oysters from the Gulf of Mexico and the Caribbean Sea. *Journal of Shellfish Research*, 26 (1): 195–199.
- Vázquez, C., y R. Arriaga, 1988. Cultivo de moluscos, métodos de cultivo. Serie Básica de Maricultura No. 2. Dir. Gral. de Acuicultura. SEPESCA, México.

▶ La Ostricultura: una Alternativa de Desarrollo Pesquero
para Comunidades Costeras en Cuba



— Capítulo 4 —

Principales Factores de Impacto en la Actividad Ostrícola

Gustavo Arencibia Carballo y Abel Betanzos-Vega

INTRODUCCIÓN

Los sistemas naturales poseen adaptaciones y estrategias que les permiten recuperarse de perturbaciones periódicas (resiliencia). Si el estrés o “tensor” permanece en cantidades residuales o se presenta con una mayor frecuencia entonces el sistema sólo alcanzará un nivel más bajo de organización y desarrollo (Lugo *et al.*, 1980; Odum, 1981; Betanzos-Vega y Arencibia, 2010). Como el ostión de mangle *Crassostrea rhizophorae* vive asociado de forma natural al ecosistema de manglar, siendo el mangle rojo *Rhizophora mangle* su principal sustrato natural de fijación en Cuba, cualquier evento que pueda afectar los manglares donde se ubican los bancos naturales de ostión de mangle, estaría afectando la producción ostrícola.

Del compendio de estudios relacionados con la evaluación del medio ambiente en Cuba (Fernández-Márquez y Pérez de los Reyes, 2009), se ha señalado que la vulnerabilidad de las zonas costeras de Cuba a los eventos hidrometeorológicos extremos se manifiesta mediante severas afectaciones al medio ambiente, esto debido a su ubicación en una activa región de formaciones de ciclones tropicales, a cambios significativos en el régimen hídrico (inundaciones y sequías) y al ascenso del nivel medio del mar.

Se considera que más del 30% de las zonas de manglares en Cuba muestran diferentes niveles de afectación (Menéndez *et al.*, 2003).

SE PUEDEN CONSIDERAR COMO FACTORES DE IMPACTO O FACTORES ESTRESANTES DE LA ZONA COSTERA, CUALQUIER EVENTO, CONDICIÓN O SITUACIÓN QUE CAUSE UN INCREMENTO EN LOS GASTOS DEL MANTENIMIENTO NATURAL DE SUS ECOSISTEMAS, LOS QUE INCLUSO PUEDEN GENERAR AFECTACIONES IRREVERSIBLES CUANDO OCURREN CON MAYOR FRECUENCIA E INTENSIDAD, O CUANDO ACTÚAN EN SINERGIAS CON OTROS FACTORES.

En este capítulo se mencionan los principales factores estresantes, naturales y de origen humano, que impactan de forma negativa las poblaciones de ostión y el ecosistema en que habitan. Algunos de estos factores actúan en sinergia incrementando su impac-

to. Para este análisis, se utiliza información de diferentes estudios realizados en Cuba, y que por su similitud geográfica y climática con otras regiones del Caribe y el Golfo de México, también pueden estar presente o afectar la actividad ostrícola en esas regiones.

IMPACTO AL ECOSISTEMA DEBIDO A LA PROPIA ACTIVIDAD PESQUERA

La captura o recolecta directa de ostión de mangle *C. rhizophorae* sobre el manglar, puede generar afectaciones de tipo permanente, esto ocurre debido a los métodos agresivos que se utilizan usualmente para recolectar el ostión de mangle silvestre, que implica el descortezado y el corte de ramas y raíces, lo que además de reducir la disponibilidad de sustrato acrecienta la vulnerabilidad de ese ecosistema.

Debido a que el ostión de mangle crece en racimos, la selección y recolección de individuos de talla comercial es difícil y resulta en pérdidas considerables de ostiones menores. El porcentaje de ostiones adultos en las poblaciones naturales de ostión de mangle *C. rhizophorae* en Cuba, fluctúa entre 1.5% y 87%, en dependencia de factores ambientales, de la época (estacionalidad), pero fundamentalmente de la intensidad de pesca. Siendo imprescindible una captura precautoria y estudios de biomasa para determinar la captura máxima sostenible en función de la población adulta con talla comercial, y sustituir la captura de ostiones silvestres por la cosecha de ostiones de cultivo.

En el caso del ostión americano *C. virginica*, su hábitat se relaciona con lagunas costeras, estuarios y otros cuerpos de aguas salo-

bres, habitando sumergido principalmente en fondos de arena, rocas, o fondos de lecho compacto. La pesquería de esta especie, generalmente manual, implica la extracción directa de los bancos naturales compuestos por grandes conglomerados de ostiones con diferentes edades y tallas. La extracción pesquera limita la posterior disponibilidad de sustrato para fijación, debido a que de forma natural las conchas de los ostiones, vivos o muertos, sirven de sustrato de fijación para otros ostiones e incrementan su densidad por área. Esta situación trae aparejada no solo la disminución de la abundancia, sino además una afectación en los fondos debido al incremento de los procesos de erosión, transporte y suspensión de los sedimentos, y aumento de la turbidez. Por este motivo, es recomendable devolver a las zonas de bancos naturales las conchas vacías después del proceso de desconchado, sobre todo cuando la forma de comercialización es de ostión en masa o carne de ostión, como ocurre en Cuba; donde se generan grandes descartes de conchas.

El mejor método de producción y protección a los bancos naturales, e incluso al hábitat, es el cultivo. Por otra parte, para incrementar los bancos naturales de ostión

americano *C. virginica*, se recomienda la utilización de las mismas conchas vacías para confeccionar sustratos colectores, que una vez colonizados con ostrillas pueden ser

colocados en el fondo de los mismos bancos naturales para engorde hasta talla comercial o para repoblación.

CAMBIOS EN LAS VARIABLES AMBIENTALES

El cambio del clima en Cuba ha resultado en eventos extremos de sequía meteorológica debido a déficit y redistribución de las precipitaciones e incrementos de la radiación solar y evaporación, generando un aumento de la temperatura media en 0.6°C (Centella *et al.*, 1997; Fernández-Márquez y Pérez de los Reyes, 2009).

Según datos obtenidos del Instituto de Meteorología, la temperatura media del aire en Cuba durante el periodo 2013-2016 (25.6 °C), fue superior a la media histórica (1971- 2000) en 1.9 °C; considerándose el periodo 2014-2016 como uno de los más secos en los últimos 100 años. La temperatura superficial del Mar (TSM) media anual en el periodo 2014-2016, ha sido superior (> 1.5 °C) a la media histórica de la TSM de los últimos 40 años. La temperatura del agua influye en la fisiología del ostión, en los procesos de crecimiento y maduración, cuyo valor óptimo para el proceso de alimentación (filtración) en el ostión de mangle *C. rhizophorae* se obtiene entre 26 y 28°C (Madrigal *et al.*, 1985).

La salinidad tiene un efecto sobre el crecimiento y diferenciación de las ostras (Madrigal *et al.*, 1985), y las diferencias estacionales de la salinidad y sus variaciones horizontales pueden influir en la composición y estructura de las comunidades de moluscos bivalvos, así como en la distribución espacial y temporal de las mismas (Baldó *et al.*, 2005).

En Cuba se ha determinado un incremento en la salinidad en zonas ostrícolas, en ocasiones superior al rango óptimo requerido por los ostiones, con máximos promedios > 40 UPS. Resultando una relación inversa significativa ($p < 0.05$) entre la talla del ostión de mangle y la salinidad (Betanzos-Vega *et al.*, 2010; Betanzos-Vega y Mazón-Suastegui, 2014). Un ejemplo de ello, se observa en las zonas ostrícolas de la región norcentral de Cuba (Isabela de Sagua), con una tendencia al incremento de la salinidad, con predominio de anomalías positivas (superior a su media histórica) en los últimos 20 años que coinciden con anomalías negativas en la captura de ostión (figura 1). La variabilidad de ambos parámetros mostró una correlación inversa estadísticamente significativa ($r^2 = -0.61, p < 0.05$).

DE LAS VARIACIONES INTERANUALES Y LAS TENDENCIAS DE PARÁMETROS AMBIENTALES QUE PUEDEN EJERCER UN IMPACTO NEGATIVO O ESTRÉS EN LOS AMBIENTES MARINOS COSTEROS, EL INCREMENTO DE LA TEMPERATURA Y DE LA SALINIDAD INCIDE DIRECTAMENTE SOBRE LAS OSTRAS.

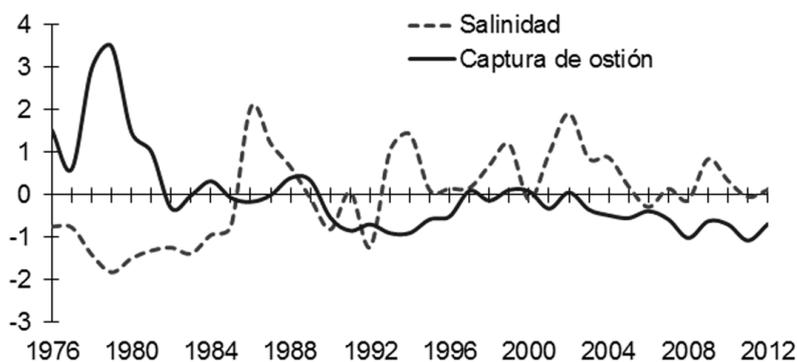


Figura 1. Variabilidad en anomalías de la captura de ostión en concha y la salinidad (1976 - 2012) en la región norcentral de Cuba (Modificado de Betanzos-Vega y Arencibia, 2010).

Ha sido expresado (Poza y Rodríguez, 1987) que la exposición prolongada de las ostras del género *Crassostrea* a salinidades mayores de 35 inhibe la formación de la gó-

nada, y salinidades superiores impiden que las larvas lleguen al estado de fijación a sustrato para iniciar su vida bentónica.

LOS EVENTOS METEOROLÓGICOS EXTREMOS

Otro factor que ejerce un impacto sobre el medioambiente y manifiesta una tendencia al incremento, son las tormentas severas. Para la región norcentral de Cuba, a partir de 1996 y hasta 2017 se suceden 14 perturbaciones ciclónicas, de ellas nueve huracanes, que constituyen el 64% de los huracanes que afectaron esa región desde 1959 hasta 2016. Esta situación coincide con la descrita por Puga *et al.* (2010) para la región suroccidental de Cuba al manifestar un incremento en la intensidad y frecuencia de los huracanes; con aumento en casi 8 veces de 1996 a 2005 en relación al periodo 1970 a 1995.

Los huracanes, por la fuerza de sus vientos, transforman la geomorfología litoral y afectan las formaciones boscosas de mangle al estar ubicadas en la primera línea de costa. La recuperación del mangle, en este

caso, dependerá de la densidad de plántulas, las que estimuladas por una mayor entrada de luz debido a la deforestación del mangle deben alcanzar un mayor crecimiento (Wunderle *et al.*, 1992). La deforestación y muerte del mangle, reduce la disponibilidad de sombra y sustrato para garantizar el éxito de la fijación de las larvas de ostión. Las fuertes corrientes y el oleaje que generan estos eventos extremos, propician una dispersión desordenada de las larvas de ostión y de los gametos del mangle rojo. Otros factores colaterales son la turbidez y las avenidas de aguas de escurrimiento fluvial, en esteros y lagunas, producto de las precipitaciones extremas, que reducen la salinidad a niveles letales para el ostión y limitan el desarrollo estructural del mangle.

Betanzos-Vega y Arencibia (2010), a partir de un índice de Incidencia de tormentas severas (vientos sostenidos > 50 Km/h) que relacionan con las capturas de ostión de mangle, obtuvieron una relación inversa estadísticamente significativa ($p < 0.05$). Según este índice, mientras mayor es el valor numérico mayor es la afectación, ya sea por el efecto aditivo debido a mayor cantidad de tormentas extremas en una misma temporada, o por mayor intensidad de estos eventos.

Así, desde 1959 hasta 1983 (25 años), en el periodo de mayor producción ostrícola, se presentó una sola temporada ciclónica con índice ≥ 2 . A partir de 1984 y hasta 2008 (25 años), se contabilizan cinco temporadas con índices ≥ 2 , y coincidentemente se registra una disminución drástica de las capturas (figura 2), con disminuciones promedio > 50 t durante o un año después de los años con índices de incidencia de perturbaciones ciclónicas ≥ 2 .

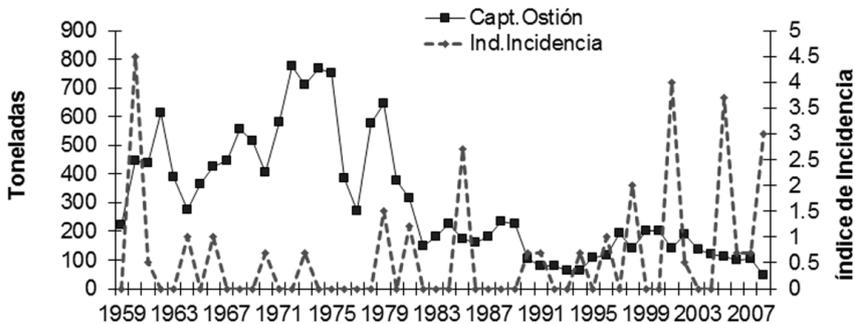


Figura 2. Capturas de ostión en su concha e índice de incidencia de perturbaciones ciclónicas en la región norcentral de Cuba (Tomado de Betanzos-Vega y Arencibia, 2010).

EL REPRESAMIENTO DE AGUAS FLUVIALES

En 1971 se inicia un proceso de construcción de presas en Cuba, que incrementó la capacidad de embalsado de aguas fluviales, alcanzado una máxima capacidad entre 1991 y 1999. El volumen de embalse es superior al 26% del volumen total de recursos hídricos de Cuba (Aguirre, 2004); y esta situación ha limitado gradualmente el escurrimiento a las zonas marinas costeras. En zonas ostrícolas al centro norte de Cuba y al sur occidente, la salinidad presentó una tendencia al incremento desde 1992, un año después de alcanzarse la mayor ampliación de la capacidad

de aguas dulces embalsadas en esas regiones (Piñeiro, 2006; Betanzos-Vega y Arencibia, 2010), coincidiendo también con el decremento secuencial del volumen de captura de ostión (figura 3).

El incremento paulatino en la capacidad de aguas dulces embalsadas y su efecto en la zona costera, ha sido tema de análisis para explicar la disminución secuencial en la abundancia de recursos marinos pesqueros, debido a reducción de los niveles tróficos e incrementos de salinidad (Baisre y Arboleya, 2006; Puga *et al.*, 2006).

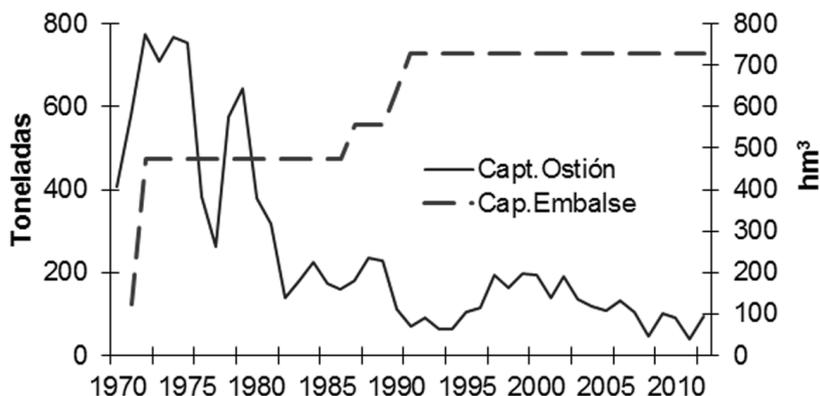


Figura 3. Variabilidad interanual de la captura de ostión en su concha, y la capacidad de embalse de aguas fluviales, en la región norcentral de Cuba. (Tomado de Betanzos-Vega y Arencibia, 2010).

El incremento de la capacidad de aguas fluviales embalsadas (represamiento) no influye únicamente en los incrementos de salinidad, sino además en la disminución del aporte de nutrientes a las aguas marinas costeras (Galindo-Bec *et al.*, 2000; Baisre y Arboleya, 2006). Las sales nutrientes naturales como el fósforo (P) y el nitrógeno (N) pueden llegar a convertirse en limitantes para el crecimiento del fitoplancton, pues siendo esenciales para éste generalmente se presentan en pequeñas cantidades. Si tenemos en cuenta que para Cuba los escurrimientos terrígenos son la vía más importante en el aporte de nutrientes inorgánicos a la zona costera (Baisre, 2006), el represamiento tendrá una marcada incidencia sobre el fitoplancton, y respectivamente sobre los organismos filtradores como el ostión.

LA PRESENCIA DE UNA PRESA (EMBALSE) MODIFICA SUSTANCIALMENTE EL PATRÓN ESTACIONAL Y LA DISTRIBUCIÓN HORIZONTAL DE ESPECIES MARINAS.

Dentro de fitoplancton, las diatomeas son esenciales en la dieta de los moluscos bivalvos, que como el ostión precisan de grandes cantidades. Las sales de sílice (Si), en forma de silicatos, constituyen otro nutriente esencial para las microalgas planctónicas como las diatomeas (algas silíceas). Se ha reconocido que los silicatos se mantienen siempre presente en el agua de mar y no son limitante para el crecimiento del fitoplancton, sin embargo, se ha señalado una relación proporcional entre los flujos de agua dulce procedente de escurrimientos fluviales y la concentración de silicatos, sobre todo en zonas marinas costeras donde no existen surgencias de aguas profundas (Galindo-Bect *et al.*, 2000; Álvarez-Borrego, 2004).

Para Cuba, se ha registrado una disminución en la concentración de silicatos en las aguas de los golfos de Ana María y Guacanayabo (Betanzos-Vega *et al.*, 2016). Según estos autores, posterior a 1971, cuando se incrementa el represamiento, las concentraciones de silicatos disminuyen de forma escalonada, con mayores descensos en pe-

riodos donde ocurrieron los máximos incrementos en el volumen de capacidad de aguas embalsadas, y observan una coincidencia en

la tendencia a la disminución de los silicatos con la tendencia al aumento de la salinidad en ambos golfos.

LA CONTAMINACIÓN

Los ostiones, al ser organismos filtradores, se concentran los contaminantes a niveles mucho más altos que los de las aguas marinas circundantes, es por ello que es considerado como un excelente bioindicador de contaminación (Aren-cibía-Carballo *et al.*, 2016). Al consumirse mayormente crudos presentan un alto riesgo para la salud humana, debido a contaminación por bacterias y virus. Las descargas residuales domésticas e industriales, pueden generar contaminación de las zonas ostrícolas naturales y zonas de cultivo por aguas negras o agrícolas a través de los escurrimientos en los períodos de lluvia. Así como por patógenos bacterianos presentes naturalmente en el medio marino (*Vibrio* spp.). Estos pueden provocar gastroenteritis bajo ciertas condiciones, como el incremento de materia orgánica y aumentos de temperatura (Cáceres-Martínez. y Vásquez-Yeomans, 2014).

Al habitar en la zona litoral los ostiones pueden ser contaminados por plaguicidas que en general tienen una amplia distribución mundial y una alta movilidad en el ambiente independientemente de la región o país, y de su uso autorizado o no. La mayoría de los insecticidas son biodegradables y se hidrolizan en otros productos que no resultan peligrosos; sin embargo, los hidrocarburos

DEBIDO A SU CONDICIÓN DE FILTRADORES, EL RIESGO POR CONTAMINACIÓN ES UN FACTOR A TENER EN CUENTA EN LOS OSTIONES SILVESTRES, AL HABITAR ADHERIDOS A SUSTRATOS DE LA ZONA LITORAL. POR LO QUE SU CULTIVO EN ZONAS PREVIAMENTE SELECCIONADAS CONSTITUYE UNA GARANTÍA PARA INCREMENTAR LA PRODUCCIÓN E INOCUIDAD PARA SU CONSUMO.

clorados son resistentes a la degradación y se hidrolizan con mucha lentitud, razón por la cual han sido denominados plaguicidas persistentes o “duros”. En cambio, los plaguicidas constituidos a base de carbamatos y los de base de fósforo orgánico, también llamados organofosforados, se degradan con mayor rapidez en el medio ambiente, por lo que se les llama plaguicidas suaves o “ligeros”; sin embargo, estos son más tóxicos para el ser humano (Bernal-Hernández *et al.*, 2010)

Los plaguicidas organofosforados (POF) ésteres del ácido fosfórico o fosforotióico, se usan básicamente como insecticidas y herbicidas. Dada la elevada toxicidad de los plaguicidas, en su totalidad son compuestos adversos para el desarrollo normal de organismos marinos alterando funciones fisiológicas de los mismos (Badii-Zabeh *et al.*, 2005).

Pueden constituir un peligro otras sustancias químicas como metales pesados y sustancias petroquímicas, y recientemente se ha incrementado la preocupación global por los contaminantes emergentes que son

un grupo numeroso de compuestos químicos que en pequeñísimas cantidades están

presentes y circulando en el medio acuático sin monitoreo y legislación para su control.

LAS ALGAS TÓXICAS

Otras afectaciones naturales tienen que ver con la presencia de algas tóxicas, y el ostión al ser un excelente filtrador constituye un depurador natural de los ecosistemas marinos costeros. La comunidad fitoplanctónica se considera un indicador importante de estrés ambiental ya que puede manifestar cambios en su estructura y a nivel específico, reducir su presencia y provocar la desaparición de especies sensibles, o generar el desarrollo de especies nocivas o tóxicas (Bonilla y Conde, 2000).

Está reportado que las biotoxinas producidas por microalgas y que se acumulan en los moluscos bivalvos, pueden causar diversas formas de grave intoxicación al consumidor, como la intoxicación diarreica (DSP), la parálisis tóxica (PSP), la intoxicación neurotóxica (NSP), la intoxicación amnésica (ASP) o la intoxicación por azaspirácido (AZP). Sin embargo, en los ostiones no se reportan estas afectaciones específicamente para nuestra región dado el clima y la no presencia de las especies de microalgas que las producen.

Según el programa de seguimiento de microalgas tóxicas, a nivel internacional, los episodios de microalgas tóxicas son aquellos eventos en los que la presencia de concentraciones, incluso moderadas (no causantes de discoloraciones), confieren a los moluscos niveles de toxinas tales que pueden constituir un peligro para la salud humana (Sar *et al.*, 2002), por lo que no necesariamente tiene que ocurrir proliferaciones algales no-

civas o tóxicas evidentes, para que se manifieste la toxicidad.

En aguas marinas costeras de Cuba se han detectado cambios en la estructura de la comunidad fitoplanctónica, con un incremento notable de microalgas, potencialmente tóxicas y nocivas, como las del género *Gymnodinium* spp, y cianobacterias indicadoras de estrés ambiental (Loza *et al.*, 2003). En zonas ostrícolas de la región norcentral de Cuba, en referencia al fitoplancton, se ha registrado una mayor presencia (> 60%) de diatomeas con respecto a otros grupos de microalgas, pero con predominio ocasional de *Pseudonitzschia* spp (Betanzos-Vega *et al.*, 2009), y aunque no se determinaron las especies se conoce que este género presenta varias especies tóxicas y ha sido relacionado con intoxicaciones por Veneno Amnésico de Mariscos (VAM) (Cortés Altamirano y Soria Luna, 1998). Según Todd (1990) los moluscos filtradores tienen la capacidad de acumular esta toxina y son el vector más común.

En aguas marinas de la plataforma nororiental de Cuba se identificaron 14 géneros y seis especies de microalgas y cianobacterias potencialmente nocivas o tóxicas, y una tendencia al predominio de cianobacterias en bahías semicerradas al norte y centro de Cuba, asociado al enriquecimiento de nitrógeno y fósforo y a elevadas temperaturas (> 31°C) y altas salinidades, de entre 90 y 150 UPS (Montalvo-Estévez y Loza, 2006; Carmentate *et al.*, 2011). Se ha especulado que

el consumo de peces estuarinos y moluscos filtradores, ha sido fuente directa de intoxicación en algunas poblaciones humanas que se ubican en la zona costera de la bahía de Jigüey, al centro norte de Cuba; sin embargo, no está demostrado científicamente que los ostiones hayan sido una causa adicional pues las poblaciones de ostión más cercanas se ubican a más de 50 millas náuticas al este de la zona de afectación, y no se comercializan en la población afectada.

Estudios más recientes dan fe de la presencia, por primera vez reportada, de una floración algal nociva de la microalga *Chattonella*

cf *subsalsa* (clase Rafidoficea) en una laguna marina costera al suroccidente de Cuba, cercana a bancos naturales de ostión (Delgado *et al*, 2016), que pudo estar relacionado a un incremento temporal de nutrientes y alta radiación solar.

Aunque hasta el momento no se tiene información de que se hayan diagnosticado enfermedades asociadas al consumo de moluscos bivalvos contaminados con algas tóxicas, este tema requiere de un monitoreo periódico del fitoplancton en las zonas ostrícolas, y de la selección adecuada de los sitios de cultivo.

LAS MAREAS DE SARGAZOS

En los últimos años (2010-2017), se han producido derivas o mareas de sargazos (*Sargassum* spp), mayormente flotantes, direccionadas hacia el Mar Caribe por corrientes marinas alteradas debido a los pronunciados cambios de temperatura e incremento de tormentas tropicales, sobre todo en los meses de agosto a noviembre (Azanza-Ricardo y Pérez-Martín, 2016). El 2015 y el 2016 han sido años de alta sequía meteorológica debida, entre otras causas, a la presencia de un evento “El Niño” en 2015, considerado más fuerte que el de 1997 y 2007, por lo que la temperatura de las aguas fue superior a la media histórica; esto provee al mar de energía calorífica y provoca el incremento e intensidad de perturbaciones ciclónicas que inciden en el transporte y dispersión de sargazos.

La llegada de algas tipo sargazo al Caribe Insular comenzó a registrarse en 2011 pero cada año aumenta significativamente

en playas de Trinidad y Tobago, San Martín, Puerto Rico, Barbados, entre otras islas (Prensa Latina, 2015). La NOAA pronosticó un incremento en la llegada masiva de estas algas al Mar Caribe (figura 4) y al “Triángulo de Las Bermudas”, debido al aumento de tormentas tropicales en la temporada ciclónica y como resultado de vientos fuertes que generan un oleaje energético, combinado con otras causas naturales alteradas por los cambios o anomalías del clima. Otras teorías manifiestan un incremento de la biomasa de sargazos en zonas costeras de determinadas regiones del Caribe, debido a mayor aporte de nutrientes por fertilizantes y contaminantes orgánicos generados por la actividad humana (Prensa Latina, 2015).

La ocurrencia de estos impactos ambientales es en opinión de algunos autores, manifestación de los cambios climáticos, pero más allá de esta causa podríamos argumentar acciones antropogénicas muy puntuales, las



Figura 4. Granja ostrícola de la laguna de Portillito (Pilón-Granma-Cuba) con afectación por marea de sargazos (agosto de 2015).

cuales son hoy una realidad en el desarrollo del turismo en la región del Caribe con el vertimiento de residuos que conllevan a un enriquecimiento desmedido de las aguas.

La acumulación de grandes mantos de sargazos flotantes en ensenadas y lagunas, puede acarrear una disminución de la intensidad de las corrientes y poca renovación de las aguas por estancamiento, y llegar a generar

eventos de anoxia con la consecuente mortalidad de organismos marinos. La medida de contingencia más efectiva ante estos eventos, es evitar el arribo de estas mareas de sargazos a los cuerpos de agua costeros, utilizando redes para alejarlos de la costa, debido a que constituyen en sí mismo un ecosistema a la deriva. De no ser posible evitar el arribo, extraer todo el sargazo y depositarlo en tierra.

DEPREDADORES Y COMPETIDORES

Aunque en este se mencionan algunas enfermedades y depredadores, que son similares para las especies del género *Crassostrea* sp, para el hábitat del ostión de mangle *C. rhizophorae* en Cuba, se señalan como organismos asociados los que pertenecen a los siguientes grupos: algas, esponjas (*Cliona* sp), turbelarios, otros bivalvos (mejillones, bayas), crustáceos (escaramujos, cangrejos), poliquetos, tubícolas, ofiuroides, ascidias, entre otros.

En su distribución vertical, *C. rhizophorae* ocupa el nivel intermedio de las mareas (inter-mareal), en Cuba de unos 40 cm como

promedio de amplitud, aunque la mayoría de las veces se encuentran en los 15 cm de altura, sobre todo en el occidente de Cuba. De esta especie hay muy escasos ostiones en el nivel siempre sumergido (submareal) debido a la fuerte competencia interespecífica, por alimento y espacio.

Como enemigos más comunes se considera a los gasterópodos, ascidias, jaibas (*Callinectes* sp) y anélidos (*Polydora hoplura*) que perforan sus valvas. Los depredadores y competidores disminuyen con el cultivo, cuando este se realiza alejado del manglar. Siendo importante no fomentar el ostricul-

tivo en zonas de alta abundancia de jaibas. Por otra parte, la salinidad afecta indirectamente la distribución y supervivencia de los ostiones a través de su papel en la determinación de la incidencia relativa de depredadores, competidores y parásitos protísticos causantes de enfermedades, al aumentar generalmente a mayores salinidades.

LA APLICACIÓN DE “BUENAS PRÁCTICAS” ES IMPRESCINDIBLE A LA HORA DE IMPLEMENTAR Y DOMINAR LAS TÉCNICAS DE OSTRICULTURA, Y GARANTIZAR LA SANIDAD E INOCUIDAD DE LOS OSTIONES, SIENDO NECESARIO CONOCER LA INTERACCIÓN ENTRE LAS ESPECIES Y SU AMBIENTE PARA OBTENER UN MEJOR RENDIMIENTO, SOBREVIVENCIA Y ADAPTACIÓN EN LOS SISTEMAS DE CULTIVO.

LITERATURA CITADA

- Aguirre, A., 2004. Observadores pluviométricos voluntarios: sostenibilidad de las redes Hidrológicas en Cuba. *Voluntad Hidráulica*, 96: 3-9.
- Álvarez-Borrego, S., 2004. Dinámica de nutrientes y fioplancton en una laguna costera fuertemente afectada por surgencias costeras. *Ciencias Marinas*, 30(1A): 1-19.
- Arencibia, G., A. Betanzos-Vega, J. M. Morales y J. M. Mazón-Suástegui, 2016. Calidad de la zona ostrícola del estero-laguna de Buey, Manzanillo, Cuba. *Revista Cubana de Investigaciones Pesqueras*, 33(1): 30-36.
- Azanza-Ricardo, J., y R. Pérez-Martín, 2016. Impacto de la acumulación de sargazo del verano del 2015 sobre las tortugas marinas de playa la barca, península de Guanahacabibes. *Revista Investigaciones Marinas*, 36(1): 54-62.
- Badii-Zabeh M.H., R. Garza-Cuevas, V. Garza-Almanza, y J. Landeros-Flores, 2005. Los Indicadores Biológicos en la Evaluación de la Contaminación por Agroquímicos en Ecosistemas Acuáticos y Asociados. *CULTY*, 2(6): 20.
- Baisre, J.A., 2006. Assessment of nitrogen flows into the Cuban landscape. *Biogeochemistry*, 79: 91–108
- Baisre, J.A., y Z. Arboleya, 2006. Going against the flow: Effects of river damming in Cuban fisheries. *Fisheries Research*, 81: 283–292.
- Baldó, F., J.A. Cuesta, C. Fernández-Delgado, y P. Drake, 2005. Efecto de la regulación del caudal del río Guadalquivir sobre las características fisicoquímicas del agua y la macrofauna acuática de su estuario. *Ciencias Marinas*, 31(3):467-476.
- Bernal-Hernández, Y.Y., I.M. Medina-Díaz, M.L. Robledo-Marengo, J.B. Velázquez-Fernández, M.L. Girón-Pérez, L. Ortega-Cervantes, W.A. Maldonado-Vázquez, y A.E. Rojas-García, 2010. Acetylcholinesterase and metallothionein in oysters (*Crassostrea corteziensis*) from a subtropical Mexican Pacific estuary. *Ecotoxicology*, 7.
- Betanzos-Vega, A., G. Arencibia, G. Delgado, y R. Nodar, 2009. Caracterización de la calidad del agua al norte de Villa Clara, Cuba, para definir zonas de cultivo del ostión de mangle (*Crassostrea rhizophorae*, Guilding, 1828). *Revista Argentina de Ecotoxicología y Contaminación Ambiental*, 1(4): 1-9.
- Betanzos-Vega, A. y G. Arencibia, 2010. Tensores naturales y antrópicos al norte de Villa Clara, Cuba: efectos en la producción de ostión *Crassostrea rhizophorae*, Guilding,

- (1828). Memorias VI Taller Internacional CONYMA, La Habana, Cuba, ISBN 978-959-300-008-6. Disponible en el sitio <http://www.oceandocs.8pp>.
- Betanzos-Vega, A., C. Siam, y G. Arencibia, 2010. Variación de la salinidad y su relación con la distribución por talla del ostión de mangle, Villa Clara, Cuba. *Revista Cubana de Investigaciones Pesqueras*, 27(1):41-46.
- Betanzos-Vega, A., y J.M. Mazón-Suástegui, 2014. Hidrodinámica y producción de ostión de la laguna El Cheve, sur de Pinar del Río, Cuba. *Revista Cubana de Investigaciones Pesqueras*, 31(1): 47-56.
- Betanzos-Vega, A., G. Arencibia-Carballo, J.M. Mazón-Suástegui, J.M. Morales, y Y. Garcés, 2016. Influencia de factores ambientales y antrópicos en la población y captura de ostión de fondo *Crassostrea virginica*, Gmelin (1791), río Cauto, Cuba. En: Memorias del II Taller Internacional Pesca, Contaminación y Medio Ambiente (PESCA-CONYMA, 2016). CD-ROM, La Habana, Cuba.
- Bonilla, S., y D. Conde, 2000. El fitoplancton como descriptor sensible de cambios ambientales en las lagunas costeras de la Reserva Baños del Este. *UNESCO Series Documentos de Trabajo. Probides*, 31: 63-70.
- Carmenate, M., M. Sánchez, K. Cantelar, J.F. Montalvo, I. García, S. Esponda, J.L. Hernández, M. Esquivel, y S. Loza, 2011. Calidad ambiental de la bahía de Jigüey (NE de Cuba) y su relación con intoxicaciones alimentarias de origen marino. *Serie Oceanológica*, 9: 42-53.
- Cáceres-Martínez, J., y R. Vázquez-Yeomans, 2014. Manual de Buenas Prácticas para el Cultivo de Moluscos Bivalvos. OIRSA-OS-PESCA. 117 p.
- Centella, A., L. Naranjo, L. Paz, P. Cárdenas, B. La Pinel, M. Ballester, R. Pérez, B. Alfonso, C. González, M. Limia, y M. Sosa, 1997. *Variaciones y cambios del clima en Cuba*. Centro Nacional del Clima, Ed. Instituto de Meteorología, Cuba, 58 p.
- Cortés-Altamirano, R., y R. Soria-Luna, 1998. Lista mundial de microalgas responsables de florecimientos, mareas rojas y tóxicas, p141-153. In: Cortés A. R. Las Mareas Rojas, ATG editor S.A., México.
- Delgado, G., C.R. Tomas, M.A. Pis, F.L. Prast, y G. Arencibia, 2016. Proliferación de *Chattonella cf subsalsa* (Biecheler) Rhabdophyceae, en laguna Galafre, Pinar del Río, Cuba. *Revista Cubana de Investigaciones Pesqueras* 33(1): 13-17.
- Fernández-Márquez, A, y R. Pérez de los Reyes, 2009. GEOCUBA, Evaluación del Medio Ambiente Cubano, CITMA, PNMA, AMA, 293 p.
- Galindo-Bect, M.S., E.P. Glenn, H.M. Page, K. Fitzsimmons, L.A. Galindo-Bect, J.M. Hernández Ayón, R.L. Petty, J. García-Hernández, y D. Moore, 2000. Penaeid shrimp landing in the upper Gulf of California in relation to Colorado River freshwater discharge. *Fishery Bulletin* 98: 222-225.
- Loza, S., K. Barrios, M.E. Miravet, M. Lugioyo, E. Perigó, y M. Sánchez, 2003. Respuesta del fitoplancton ante el estrés ambiental en los ecosistemas arrecifales. Protección del Hombre y la Naturaleza. *Cátedra de Educación Ambiental* 8: 21-24
- Lugo, A.E., G. Cintrón, y C. Goenaga, 1980. El ecosistema del manglar bajo tensión. Memorias del seminario sobre el estudio científico e impacto humano en el ecosistema de manglares. UNESCO. Montevideo. 405 pp.
- Madrigal, E., O. Pacheco, E. Zamora, R. Quésada, y J. Alfaro, 1985. Tasa de filtración el ostión de manglar (*Crassostrea rhizophorae*, Guilding, 1828), a diferentes salinidades y temperatura. *Rev. de Bio. Trop.*, 33: 77-79 p.
- Menéndez, L., J.M. Guzmán, R. Capote, L.F. Rodríguez, y A.V. González, 2003. Situación ambiental de los Manglares del Archipiélago cubano. Casos de estudios: Archipiélago Sabana Camagüey, franja sur de la Habana y costa norte de Ciudad Habana. p 435-451 En: Memorias IV Convención Internacional sobre medio ambiente y desarrollo. CD-ROM, La Habana, Cuba. 1013 p.

- Montalvo, J.F., y S. Loza, 2006. Flujos de materiales conservativos y no conservativos en la Bahía de Jigüey (Archipiélago Sabana-Camagüey, Cuba) y el océano. *Serie Oceanológica*, 2: 1-10.
- Odum, E.P., 1981. The effects of stress on the trajectory of ecological succession. 43-47p. In: Barret y Rosemberg (Eds.). *Stress Effects on Natural Ecosystems*. John Wiley and Sons LTD.
- Piñeiro, R., 2006. Influencia del aporte fluvial en la zona marino costera suroccidental del Golfo de Batabanó, Cuba. *Revista Cubana de Investigaciones Pesqueras*, 24(1): 28-31.
- Poza, J., y R. Rodríguez, 1987. Supervivencia de la ostra de mangle *Crassostrea rhizophorae* a las variaciones de temperatura, salinidad y pH. *Memorias de la Sociedad de Ciencias Naturales*, La Salle 18(127-128): 217-231.
- Prensa Latina, 2015. Caribeños en emergencia por impacto del sargazo en el turismo. <http://www.radiohc.cu/noticias/ciencias/65539>.
- Puga, R., M.E. de León, N. Capetillo, R. Piñeiro, y O. Morales, 2006. Evaluación de la pesquería de langosta en Cuba. Memorias del Taller Regional sobre la evaluación y la ordenación de la langosta común del Caribe (*Panulirus argus*). Mérida, México, del 19 al 29 de septiembre de 2006. 20 p.
- Puga, R., R. Piñeiro, S. Cobas, M.E. de León, N. Capetillo, y R. Alzugaray, 2010. La pesquería de la langosta espinosa, conectividad y cambio climático en Cuba. p. 112-131. En Hernández-Zanuy, A.C. y Alcolado, P.M. (Eds.), *La Biodiversidad en ecosistemas marinos y costeros del litoral de Iberoamérica y el cambio climático: I. Memorias del Primer Taller de la Red CYTED BIODIVMAR*. La Habana, Cuba, Instituto de Oceanología.
- Sar, E., M. Ferrario, y R. Beatriz, (eds.), 2002. *Floraciones algales nocivas en el Cono Sur Americano*. Instituto Español de Oceanografía. España.
- Todd, EC D., 1990. Amnesic Shellfish Poisoning- a new seafood toxin syndrome. p. 504-508. In: Graneli, E., Sundström, B., Edler, I. y Anderson, D.M. (eds.). *Toxic marine phytoplankton*. Elsevier Scientific Publishing, New York.
- Wunderle, J. M., D.J. Lodge, y R.B. Waide, 1992. Short-term effects of hurricane Gilbert on terrestrial bird populations on Jamaica. *Auk*, 109: 148-166.

► La Ostricultura: una Alternativa de Desarrollo Pesquero
para Comunidades Costeras en Cuba



— Capítulo 5 —

Protocolo de Monitoreo de Ostión

Abel Betanzos-Vega

INTRODUCCIÓN

Los moluscos bivalvos se pueden encontrar desde los límites superiores de la pleamar hasta las zonas abisales, donde viven y crecen enterrados en los fondos arenosos o fangosos. Pertenecen a esta categoría la almeja, mejillón, berberecho, ostra, navaja, chirla, coquina y vieira. Como ya hemos puntualizado, los ostiones (*Crassostrea*) habitan en las zonas costeras, y los cuerpos de aguas costeros están sometidos a la influencia de factores de origen natural y antrópico que influyen de forma negativa en el estado normal de las aguas y provocan desequilibrios ecológicos en perjuicio de la flora y la fauna presentes.

La distribución de los bancos naturales de ostión es regulada por factores físico-químicos, temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, turbidez, pH y corrientes marinas, que además de la contaminación, enfermedades y los depredadores, afectan o inciden en los hábitats naturales y en las poblaciones de ostión. Para evitar o disminuir el efecto de estos factores y obtener mayores resultados productivos, como se ha venido puntualizado en todos los capítulos, la mejor opción es el cultivo en zonas de calidad (Frías, 1995; Betanzos-Vega *et al.*, 2014).

Para una pesca responsable y definir planes o metas de captura según captura máxima sostenible, es necesario conocer la abundancia o densidad según número de organismos y peso, con los cuales estimar la productividad por área (kg/km^2); así como la biomasa por bancos ostrícolas y la biomasa total según zonas. También, es importante determinar la estructura poblacional por tallas y edades que componen la población, para analizar su historia y la mortalidad natural la cual refleja su relación con el ambiente. Al respecto se ha señalado

INDEPENDIENTEMENTE DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN (PESCA O CULTIVO), EL MONITOREO AMBIENTAL Y BIOLÓGICO-POBLACIONAL ES LA GARANTÍA PARA CONOCER LAS VARIACIONES EN LA CALIDAD DEL HÁBITAT Y LA ESTRUCTURA Y DINÁMICA DE LAS POBLACIONES DE OSTRAS.

(Montes-M *et al.*, 2007), que la estructura de tallas es específica en cada población y representa una adaptación a las condiciones ambientales que son continuamente cambiantes.

Este capítulo, tiene como objetivo brindar información sobre técnicas y métodos

de monitoreo para la evaluación de las poblaciones ostrícolas y su hábitat; para ello se tiene en cuenta las dos especies de ostiones presentes en Cuba, ostión antillano *Crassostrea rhizophorae* y el americano *Crassostrea virginica*.

MUESTREO Y MONITOREO DE ZONAS OSTRÍCOLAS

Si partimos del principio de que los organismos vivos están conectados con el medioambiente que los circunda, no se concibe un estudio biológico-marino o biológico-pesquero que excluya el estudio de las variables ambientales que determinan la calidad del hábitat y el desarrollo y distribución de las especies (Betanzos-Vega, 2012).

El diseño de muestreo precisa de imaginación y creatividad, de rigor analítico, de una vasta experiencia en los trabajos de campo y de una sólida disciplina de trabajo. Como todo método o procedimiento, el muestreo tiene sus principios básicos, los que han sido definidos y reseñados por diferentes autores en disímiles artículos (Gulland, 1966; Talleres, 1980; Sabino, 1992; Betanzos-Vega, 2012), y que se resumen a continuación.

Principios del muestreo

- Ningún tratamiento posterior de la información puede mejorar la calidad in-

herente al sistema de muestreo o colecta de datos.

- El sistema de muestreo deberá ser consecuencia directa de la definición de los objetivos y alcance de la investigación.
- La muestra (calidad y cantidad) es el punto de partida para inferir o estimar el universo que nos ocupa.
- El muestreo no debe ajustarse a los recursos con que se cuenta, sino que este deberá imponer la búsqueda o adquisición de los recursos necesarios, para brindar una realidad lo más objetiva e integral posible de la población.
- El sistema de muestreo debe ser evaluado económicamente (costos directos e indirectos, medios y recursos para su ejecución).

Planificación del muestreo

A partir de la identificación de los objetivos del muestreo o monitoreo:

DE MANERA SIMPLE, DENOMINAMOS MUESTREO A LA ACCIÓN DE COLECTAR MUESTRAS, MEDIR O REGISTRAR VALORES DE UNO O VARIOS PARÁMETROS EN UNO O VARIOS SITIOS PREVIAMENTE SELECCIONADOS O NO, Y TIENE COMO OBJETIVO COMÚN ESTABLECER UNA CARACTERIZACIÓN DEL MOMENTO EN QUE SE REALIZA, Y EN DEPENDENCIA DE LA CANTIDAD DE SITIOS MUESTREADOS DETERMINAR VARIACIONES ESPACIALES. MONITOREO, ES ENTONCES EL MUESTREO A DIFERENTES INTERVALOS DE TIEMPO, Y SE UTILIZA CON EL OBJETIVO DE DETERMINAR CAMBIOS TEMPORALES DE LAS VARIABLES.

- Revisar toda la información antecedente (histórica) relacionada con los objetivos de la investigación y la región a muestrear.
- Definir la zona a muestrear (extensión del área, profundidad, características geográficas, u otra información necesaria).
- Determinar, según necesidades, las variables a muestrear.
- Establecer la red de estaciones o puntos de muestreos (número de estaciones, frecuencia y niveles de profundidad del muestreo)
- Precisar el aseguramiento técnico material necesario.
- Calcular los costos potenciales del muestreo

CONCEPTOS BÁSICOS

- Estación de muestreo: punto geográfico donde se realizarán las observaciones que deberá estar definido por sus coordenadas geográficas (latitud y longitud).
- Red de estaciones: conjunto de estaciones o puntos de muestreo que se ubican en un área geográfica, se diseña teniendo en cuenta los objetivos del muestreo, las características del área de estudio, y los recursos con que se cuenta.

MONITOREO AMBIENTAL

El monitoreo de las zonas ostrícolas implica el registro de variables tales como:

Parámetros oceanográficos:

- Profundidad,
- Transparencia del agua
- Turbidez,
- Temperatura del agua,
- Salinidad,
- pH,
- Concentración y saturación del oxígeno disuelto,
- Demanda química de oxígeno (DQO),
- Dirección e intensidad de las corrientes marinas;

En sedimento:

- Carbón orgánico,
- Nitrógeno orgánico,
- Sulfuro de hidrógeno;

Así como las concentraciones de nutrientes inorgánicos en agua:

- Amonio,
- Nitrato,
- Nitrito
- Fosfato,
- Silicatos

Que, paralelamente a la caracterización del fitoplancton, según especies o géneros y densidad de células/L, y al estudio bacteriológico de las aguas, constituyen parámetros indispensables para evaluar la calidad de las zonas ostrícolas. Esto, debido al efecto que ejercen sobre el desarrollo, supervivencia y distribución de los ostiones en las diferentes etapas de su ciclo de vida, y en la seguridad para su consumo por los seres humanos.

Los muestreos ambientales deben tener en cuenta que el ostión presenta dos etapas importantes en su ciclo de vida, una etapa pelágica de vida larval planctónica, con una capacidad de movimiento muy limitada, por lo que resultan transportados por las corrientes y las olas, y otra etapa de vida bentónica, sésil, permaneciendo fijos al sustrato.

Las características de los hábitats definen el nivel de profundidad en que deben registrarse las variables hidrológicas. En el caso del ostión antillano, al vivir mayormente adherido al mangle rojo, habita de forma

natural en régimen de marea inter-mareal, entre la pleamar y la bajamar, por lo que las mediciones de parámetros abióticos deben realizarse entre 0.30 y 0.50 m por debajo de la superficie del agua. El muestreo hidrológico en zonas de ostión americano, con hábitat natural mayormente submareal, debe realizarse en el nivel de agua cercano al fondo, en la zona de interfase agua-sedimento. Los resultados del muestreo deben confrontarse con los requerimientos ambientales de la especie según variables (tabla 1).

Las aguas que cumplen con estos indicadores (tabla 1) deben garantizar un buen desarrollo y salud del ostión de mangle *C. rhizophorae*, y son compatibles con los requerimientos del ostión americano *C. virginica*, excepto en la salinidad, cuyo intervalo óptimo sería entre 15 y 32 UPS; aunque a través de su rango geográfico, *C. virginica* está presente desde 5 a 40 durante periodos de corta duración (Galtsoff, 1964).

MONITOREO HIGIÉNICO-SANITARIO

La materia orgánica que llega al medio acuático suele poseer una contaminación elevada que procede de efluentes urbanos, industriales, agrícolas o ganaderos, que se liberan al medio con una elevada contaminación, tanto biológica como química. Motivo por el cual, las áreas de producción de bancos naturales o de acuicultura deben ser delimitadas, evaluadas, clasificadas y sometidas a un programa de vigilancia sanitaria que demuestre que, al momento de la extracción o recolección de los moluscos bivalvos destinados al consumo humano, se encuentren

cumpliendo con los criterios sanitarios referidos y establecidos en las normas al efecto (CODEX STAN-292, 2008).

Una evaluación sanitaria de las áreas con fines de clasificación, deberá comprender el estudio de la calidad sanitaria de las aguas y de los moluscos del área de producción, identificando y evaluando las reales y potenciales fuentes de contaminación que puedan afectarlos; para ello se debe identificar y caracterizar las descargas principales de aguas residuales domésticas e industriales.

Tabla 1. Requerimientos ambientales del ostión de mangle (*C. rhizophorae*). Según criterios de Madrigal *et al.* (1985), Poza y Rodríguez (1987), Palacios-Fest *et al.* (1988), Villarroel *et al.* (2004) y Betanzos-Vega *et al.* (2009).

| Variables | Valores o Intervalos Permisibles | Óptimos |
|----------------------------------|--------------------------------------|------------|
| <i>Abióticas</i> | | |
| Temperatura del agua (°C) | 18 – 34 (extremos de corta duración) | 25– 30 |
| Salinidad (ups, ‰) | 20 – 40 (extremos de corta duración) | 24 – 34 |
| Potencial de hidrógeno (pH) | 7 – 9 (extremos de corta duración) | 7.7 – 8.2 |
| Oxígeno disuelto (mg/L) | 3 – 10 (extremos de corta duración) | 5 – 9 |
| Saturación de oxígeno (%) | 60–100 (extremos de corta duración) | 80 – 90 |
| DQO en medio alcalino (mg/L) | 0.5 – 5 | < 3 |
| Transparencia % (disco Secchi) | 50 –95 | 60– 80 |
| Color del mar (Forel-Ule) | Verde – verde amarilloso | |
| Turbidez (NTU/FTU) | 1 – 10 | 3 - 7 |
| Corriente para fijación (cm/seg) | 2 – 20 | 5 – 10 |
| Corriente para engorde (cm/seg) | 5 – 40 | 10 – 30 |
| Amplitud de la marea (cm) | 20 – 100 | 30 – 60 |
| Profundidad de la zona (m) | 1 en bajamar y hasta 3 en pleamar | 1.5 – 2.5 |
| <i>Bióticas</i> | | |
| Fitoplancton (Cél/mL) | no tóxicos | 100 - 1000 |
| Coliformes totales (NMP/100mL) | 0 – 1000 | < 200 |
| Coliformes fecales (NMP/100mL) | 0 – 200 | < 40 |
| Estreptococos fecales(NMP/100mL) | 0 – 100 | <20 |
| Vibrio spp | | 0 |

La evaluación de la calidad sanitaria de la producción ostrícola, debe estar basada en determinar:

- Presencia de *Escherichia coli*, coliformes fecales, patógenos como Salmonella, Vibrio spp y otros que las normas sanitarias consideren pertinente evaluar en las aguas ostrícolas y en los moluscos.
- Presencia de metales pesados como Cadmio, Plomo, Mercurio y otros que las normas y autoridades de calidad e inspección sanitaria considere pertinente, en agua, sedimento y en los moluscos.

- Presencia de compuestos organohalogenados y pesticidas, que las normas y autoridad sanitaria considere pertinente en agua, sedimento y en los moluscos.

Los parásitos y patógenos, son capaces de afectar la producción, la salud humana, la acuicultura y la explotación pesquera artesanal, con amplias repercusiones biológicas y socioeconómicas, por lo que se debe mantener un monitoreo sistemático de la sanidad de las zonas ostrícolas, sobre todo cuando se producen importaciones o traslados de ostiones afectados hacia nuevas áreas (Litt-

lewood 2000; Marcogliese, 2001). Aunque no se dispone de mucha información sobre la parasitología en *C. rhizophorae* y *C. virginica* en Cuba, no se tiene evidencia de altas mortalidades por parásitos infectivos, y no es costumbre el traslado de ostiones entre regiones, ni su importación. Solo dos importaciones de semillas de *C. gigas*, en la década de 1980 y cultivados por un periodo corto para engorde experimental en aguas de la bahía de Cárdenas (Varadero) y tras un control sanitario del sistema nacional de medicina veterinaria; y un traslado para cultivo de *C. virginica* en la década de 1970, de la bahía

de Cienfuegos al sur de Cuba hacia la Isabela de Sagua al norte, cuyo cultivo no resultó satisfactorio.

Ante el impacto negativo que representan los parásitos (principalmente protozoarios) en la actividad ostrícola, es muy importante aplicar estrategias de monitoreo que permitan reconocer oportunamente patógenos asociados a problemáticas higiénico-sanitarias que afectan a los moluscos bivalvos en Cuba y así, implantar medidas de control sanitario y establecer el perfil epidemiológico de los bivalvos de interés comercial antes de su manejo o traslado hacia nuevas áreas.

MONITOREO BIOLÓGICO-POBLACIONAL

Las estaciones o localidades de monitoreo biológico se determinarán en función de la extensión y características de cada zona ostrícola, y se ubicarán tantas estaciones de muestreo según sea necesario, siendo imprescindible que durante el muestreo o monitoreo biológico se realicen los registros de las variables ambientales en los mismos sitios. Las principales variables biológicas y poblacionales a monitorear en los bancos ostrícolas, naturales o de cultivo:

Poblacionales

- Área de bancos ostrícolas (m^2 , km^2 , hectáreas)
- Abundancia en número de ostiones/ m^2 y en peso (kg) de ostiones/ m^2 .

- Densidad o productividad por área (kg/km^2).
- Biomasa por bancos ostrícolas y por zonas (kilogramos o toneladas)
- Estructura de tallas y edades.
- Proporción de hembras y machos.
- Periodos (meses) y profundidad de máximas fijaciones de larvas (“semillas”).
- Mortalidad natural (%).

Mediciones biométricas:

- Longitud total, ancho y altura (mm).
- Peso total de ostión en su concha (g).
- Peso húmedo de las partes blandas o peso del animal (g).

DESCRIPCIÓN DE LAS TÉCNICAS Y MÉTODOS DE MUESTREO POBLACIONAL

Debe reconocerse como un banco natural de ostión de mangle (*Crassostrea rhizophorae*), aquella extensión de mangles que presentan ostiones silvestres de forma continua, sin fragmentaciones distantes. En algunas zonas ostrícolas los ostiones se distribuyen de forma continua por toda una franja costera de manglares de borde; otras zonas muestran una fragmentación con áreas dispersas o discontinuas, que pudieran constituir bancos diferentes aunque de una misma población. En Cuba se encuentran bahías o zonas de la plataforma, en que los bancos ostrícolas naturales están distribuidos por cayos de mangle relativamente distantes entre ellos, pero correspondientes a una misma población.

Para las determinaciones del área y calcular la densidad de ostiones, se pueden establecer varios métodos:

Un método sería medir el diámetro de las raíces con ostiones utilizando un Pie de Rey (Vernier). Se calcula la superficie de la raíz de mangle con ostiones, a partir de determinar el área según mediciones de circunferencia ($A = \pi r^2$) a diferentes alturas ($A = \pi r^2 * h$). Se cuentan los ostiones vivos de cada raíz muestreada, y se puede estimar la abundancia o densidad en número de ostiones por área de muestreo.

La densidad de ostiones por área de raíz, se puede estimar mediante la fórmula:

$$SM = L (A_1 + A_2 \dots + A_n) / n$$

(Montes-M et al., 2007)

Donde SM es la superficie muestreada de la raíz; L , la longitud de la raíz; $A_1 + A_2 \dots +$

A_n , diferentes áreas según mediciones de circunferencias de la raíz a determinada altura; y n es el número de medidas de circunferencia en la raíz muestreada.

La densidad por área de raíz, $D = NO/F$ donde D es la densidad de ostiones/m² de raíz; NO el número de ostiones y F el factor de conversión (1 m²), $F = 1 m^2 / SM$ (Lalana y Pérez, 1985). Todos los resultados se expresan en m² por área de raíz.

Otro método, sería a partir de transectos paralelos a la costa de manglar donde se ubican los bancos naturales de ostión. Generalmente los bancos de ostión de mangle silvestre se localizan en el entramado de raíces aéreas del mangle rojo. El área (A) de los bancos de ostión de mangle, se estima midiendo el ancho y el largo de la franja o tramo de mangle con ostiones, y se puede calcular según rectángulos ($A = \text{largo} * \text{ancho}$). El ancho se mide desde la "pared" del manglar (entramado de raíces principales) hasta el borde exterior del manglar donde se observan raíces y ramas con ostiones, y el largo (toda la extensión de la franja costera de mangle con ostiones), se utiliza una cinta métrica y un GPS, y el área se determina en m² (figura 1).

Una vez determinada el área del banco ostrícola según ancho y largo del tramo con ostiones, la densidad de ostiones/m² se puede obtener utilizando un marco de, 0.50 m² o de 1 m², según método de cuadrantes (Weinberg, 1981; Solano, 1995). Se introduce el marco por debajo de las raíces con ostiones, se cuentan todos los ostiones de las raíces que quedan dentro del marco, y se rea-

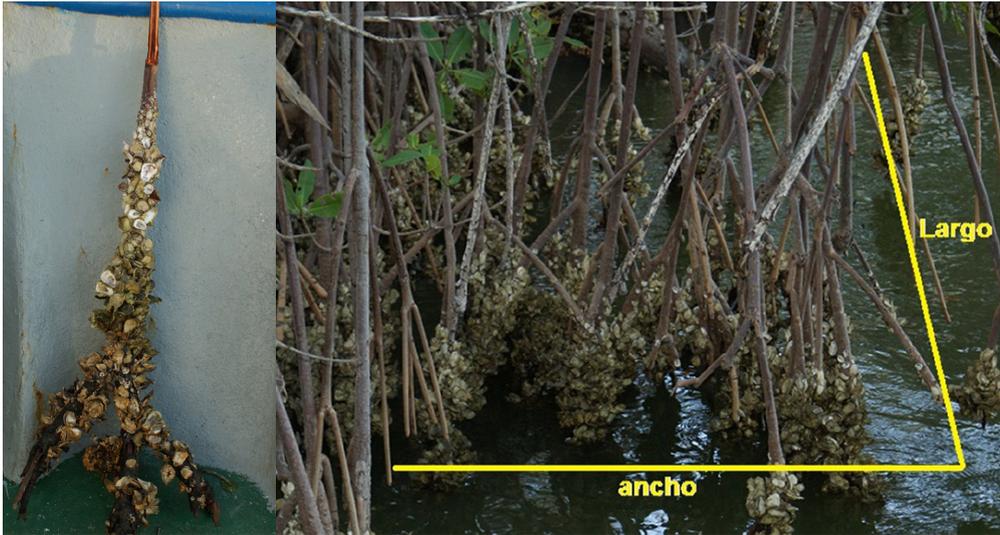


Figura 1. Raíz de mangle para estimar el área de ostiones según circunferencias a diferentes alturas, y metodología para medir el área de un banco ostrícola según el ancho y el largo de la franja de mangle con ostiones.

lizan de forma aleatoria de 3 a 5 réplicas por banco, según extensión del mismo.

El método anteriormente descrito es más factible de utilizar para la determinación de área y densidad de ostiones con hábitat submareal, como el *Crassostrea virginica*. Se localizan los bancos naturales de ostión submareal y se contornea el área con ostiones colocando varas o balizas en las aristas del banco, las que deben sobresalir por fuera del agua. Se determina la posición geográfica de cada baliza por GPS, y se calcula el área total del banco con un programa de posicionamiento geográfico como el MapInfo. También, puede agregarse una baliza en el centro del banco y cubrir todas las balizas que contornean el banco con un cordel por la parte superior, y atar cordeles desde cada baliza del contorno hasta la baliza central, quedando el banco dividido en porciones triangulares (figura 2), se realizan mediciones de los lados de cada porción y se determina el área

de cada triángulo, $A = (a*b)/2$, en ocasiones se pudiera necesitar determinar los ángulos de cada triangulación para definir cómo calcular el área de cada porción, según tipo de triángulo.

Para determinar la densidad de ostión de fondo (submareal), el marco (1 m^2) se lanza aleatoriamente un mínimo de cinco veces sobre el banco natural, y se recolectan todos los ostiones contenidos dentro del área delimitada por el marco, o todos los organismos si es objetivo determinar la fauna acompañante. La recolecta se realiza de forma manual al buceo, libre o scuba según profundidad, y los ostiones vivos de cada muestra deben ser limpiados y pesados (g/m^2 o kg/m^2), también contados para determinar la abundancia en número de ostiones/ m^2 .

Independientemente del método utilizado o de la especie de ostión, con el área total del banco ostrícola (m^2) y la densidad media en peso del total de réplicas (kg/m^2), se realizan

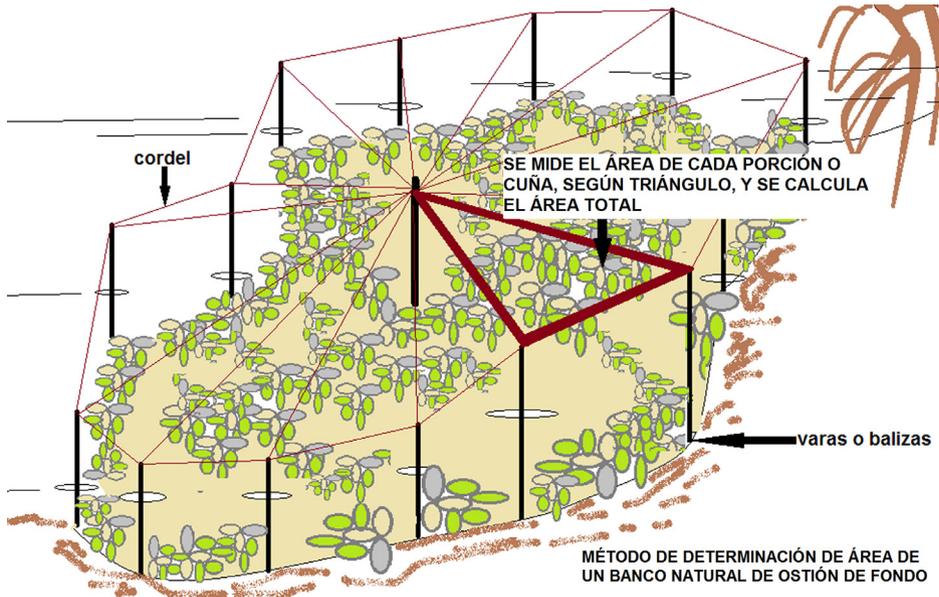


Figura 2. Metodología para determinación de área de un banco submareal de ostión según porciones o triángulos.

las transformaciones para obtener el área de pesca (A) en km^2 y la densidad (D) o productividad por banco y total del área ostrícola (kg/km^2). Estos datos se utilizarán para la estimación de la biomasa (B) de cada banco y la biomasa total de la población, para ello se puede utilizar la fórmula:

$$B = A * D \text{ (Cadima, 2003)}$$

En la determinación de la biomasa poblacional hay que tener en cuenta la distribución “contagiosa” de los integrantes de los bancos o colonias en sus agregados o unidades menores, y su distribución irregular, refiriendo las densidades medias a la extensión del área ocupada por cada tipo de distribución.

DESCRIPCIÓN DE LAS TÉCNICAS Y MÉTODOS DE MUESTREO BIOLÓGICO (BIOMETRÍA)

Adicionalmente, a todos los ostiones vivos de cada réplica o muestra (1 m^2), se le realizarán mediciones de longitud total de la concha (mm), y si es necesario, de ancho o altura de la concha. La longitud total (L_t , mm), se mide desde el umbo hasta el borde

distal de la concha por la parte dorsal (longitud anteroposterior), esto se realiza con un vernier (Pie de Rey) (figura 3). Con estos datos, se debe determinar para cada banco ostrícola y para la población, la distribución de tallas por clases de largo y la talla media, y la



Figura 3. Utilización del pie de Rey (vernier) para medición de la concha de ostión.

MORFOMETRÍA

La diversidad de formas de los moluscos bivalvos (unas 13 mil especies), ha generado ciertas discrepancias en cuanto a las mediciones morfométricas. En los moluscos bivalvos, incluso en las ostras u ostiones, debido a las formas irregulares de las conchas, abanicada, ovalada, piriforme, la longitud no siempre es mayor que el ancho.

Algunos autores consideran como altura, en los moluscos bivalvos e incluso en las ostras, la máxima distancia de la concha que se extiende desde el umbo al borde distal. Y la longitud como la distancia máxima perpendicular a la altura, que va desde el borde interior al borde exterior de la concha (figura 4), y el ancho de la concha se considera la distancia máxima entre las caras externas de

moda para distribución por clases modales. También es necesario estimar la mortalidad natural, considerando recomendable, para sustentar un cultivo artesanal a partir de “semilla” silvestre, que las poblaciones naturales de ostión de mangle tengan mortalidades menores al 20% y con densidad promedio mayor a 1 kg/m² (Frías, 1995).

las valvas cerradas, la distancia entre las dos valvas (Galtsoff, 1964; Palacios-Fest *et al.*, 1988).

En Cuba, se ha considerado el largo o longitud del ostión, a la distancia máxima de la concha, usualmente paralela al eje de articulación, desde la parte más saliente del umbo al borde posterior de la concha (Quayle, 1969, Talleres 1980, Frías, 1995) (figura 5). El ancho, sería la distancia máxima perpendicular a la longitud, y forma un ángulo recto con el eje de articulación. La altura o grosor del ostión, la distancia entre las superficies de las dos valvas cerradas, llamado también diámetro dextro-sinistral. Entonces, en Cuba, la talla del ostión, es referida al largo o longitud antero-posterior.

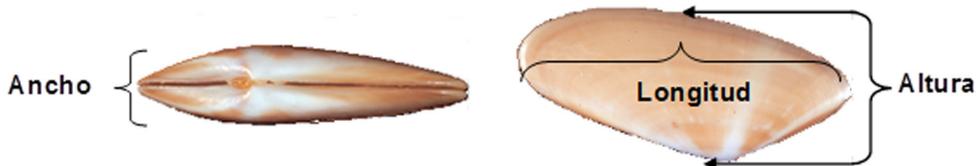


Figura 4. Determinaciones biométricas de la concha de moluscos bivalvos.

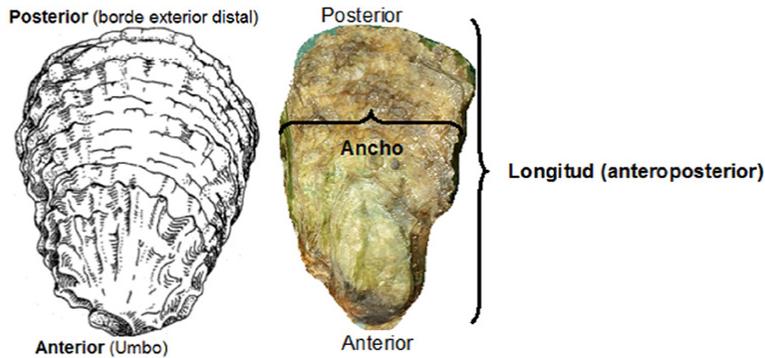


Figura 5. Posición de los puntos de la medida longitudinal del ostión en Cuba.

ESPECIFICACIONES

Las medidas lineales en moluscos se deben tomar con un pie de Rey, y como sustituto una lienza métrica, o con un compás o bigotera de punta seca, trasladando la medida a una regla graduada.

Con las medidas de longitud de cada ostión, de una muestra representativa de la población, podemos determinar la estructura de tallas de la fracción muestreada, o de cada banco muestreado, para ello, se recomienda utilizar histogramas de frecuencias (%) según clases o intervalos de largo.

Para facilitar el análisis en ostión de mangle *C. rhizophorae*, se puede establecer los siguientes intervalos: de 0 a 10 mm (ostrillas), de 10 a 20 mm (juveniles), de 20 a 30 mm (pre-adultos), de 30 a 40 (adultos en edad reproductiva), y mayores de 40 mm (ostiones en plena capacidad reproductiva y que habrán desovado más de una vez). Esta especie manifiesta una talla media de maduración gonadal de 30 mm (Nikolic y Soroa-Boffill, 1971; Lenz y Boehs, 2010), y su talla comercial en Cuba es a partir de una longitud ≥ 40 mm, la cual se alcanza entre

los 5 y 7 meses de vida, según calidad de las zonas ostrícolas.

En ostión de fondo *C. virginica*, se puede establecer los siguientes intervalos: de 0 a 10 mm (ostrillas), de 10 a 20 mm (juveniles), de 20 a 40 mm (pre-adultos), de 40 a 60 mm (adultos en edad reproductiva), y mayores de 60 mm (ostiones en plena capacidad reproductiva y que habrán desovado más de una vez). La talla media de primera maduración sexual de *C. virginica* es de 40 mm (Galtsoff, 1964; Sevilla y Mondragón, 1965; Rodríguez-de La Cruz, 1988), por lo que su talla comercial debe ser a partir de una longitud ≥ 60 mm, la cual se alcanza entre los 6 y 8 meses de vida, según calidad de las zonas.

La mortalidad natural es más factible de analizar a partir de los muestreos pilotos para seleccionar el sitio idóneo para cultivo, y puede realizarse a través de colectores testigos colocados en las áreas de bancos naturales. Desde la fijación de las “semillas” (ostrillas recién fijadas) hasta la talla de cosecha, y a partir del conteo de ostiones vivos y muertos preferiblemente de forma mensual, de-

terminando el porcentaje de ostiones muertos por meses y mortalidad general durante el ciclo completo de engorde. Si la mortalidad natural durante el ciclo de cultivo (fijación-cosecha) es superior al 20%, desestimar el sitio para el desarrollo de la ostricultura; lo mismo si el crecimiento es bajo, el cual debe determinarse a una muestra aleatoria de las ostrillas fijadas en los colectores testigos y con frecuencia mensual, estimando la talla media /día.

La determinación de la biomasa de la población natural con talla comercial, es de gran importancia para una explotación racional y sustentable, a partir de establecer cuotas o metas de captura según captura máxima sostenible, y para estimar la rentabilidad a partir de los costos de producción y los ingresos por venta, siendo uno de los objetivos finales del monitoreo.

Los muestreos y monitoreo biológico no solo deben realizarse directamente en el hábitat de la población natural. Un monitoreo de la captura desembarcada por empresas, muestreo que se realiza en puerto y con menores costos, también es necesario para evaluar la calidad del producto entregado a proceso, y determinar el porcentaje de la captura por debajo de la talla comercial, lo que permitiría establecer o hacer cumplir las regulaciones pertinentes para la protección de los bancos ostrícolas y para garantizar mayores rendimientos productivos. Las técnicas y métodos analizados, tanto de muestreo ambiental, poblacional y biológico, pueden ser utilizados en la ostricultura como parte del manejo y control del sistema, y con objetivos predictivos de la producción.

Los muestreos deben tener una frecuencia mensual, por un periodo no menor de 2

años, esto es imprescindible para conocer la variabilidad mensual y establecer la estacionalidad de cada una de las variables analizadas, así como, entender el comportamiento y dinámica de la población y su relación con las variables ambientales. En caso de no ser posible un muestreo con frecuencia mensual, se debe muestrear con la mayor regularidad posible, siempre incluyendo meses de los periodos de seca y de lluvia, en Cuba, noviembre a abril y mayo a octubre respectivamente.

Los resultados de los muestreos permiten definir las localidades más representativas de cada zona de estudio que pueden constituir estaciones fijas de monitoreo, cuyo objetivo es obtener una serie de tiempo histórica que sirva de referencia y permita su comparación espacio-temporal.

Los datos primarios y observaciones de cada muestreo y monitoreo deben ser detallados en planillas de datos, y se debe especificar:

- La zona de muestreo (municipio, localidad, nombre del lugar de muestreo).
- El banco ostrícola o sitio de muestreo (número si están numerados, nombre del área, o posición geográfica, latitud y longitud con GPS).
- Fecha (día/mes/año) y horario (en 24 horas) en que se realizó el muestreo.
- Nivel de profundidad (metros) donde se realizó la medición.
- Anotar el o los valores evaluados en diferentes columnas de la planilla de muestreo, según variables (geográficas, ambientales, biológicas). En caso de muestras de agua o sedimento para trasladar a laboratorios u otros destinos, anotar claves o referencias en los envases y reseñar en las planillas de datos.

La exactitud de las variables geográficas en el mismo sitio en diferentes periodos de mencionadas garantiza replicar el muestreo tiempo.

PROGRAMA DE MONITOREO DE OSTIÓN EN CUBA

En el periodo 2012-2016, la actividad ostrícola en Cuba, pesquería y cultivo, involucró a 10 empresas pesqueras, con captura promedio anual de 1 250 t de ostión de mangle y de fondo.

Un programa integral de monitoreo del ostión en Cuba debe, inexorablemente, con-

templar las principales áreas de pesca y cultivo de ostión (figura 6).

Las principales zonas ostrícolas según producción anual se ubican en la región sur-oriental, mayormente asociadas a zonas estuarinas donde es mayor el aporte fluvial y la productividad primaria.

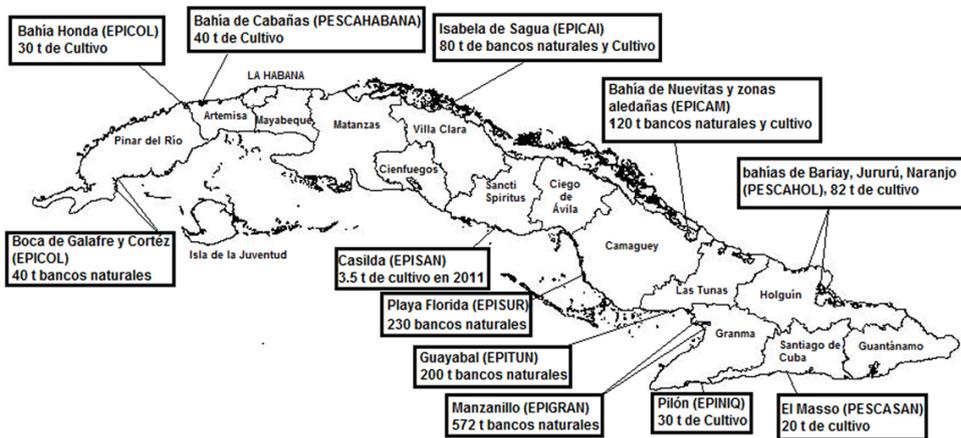


Figura 6. Principales zonas ostrícolas por empresa pesquera en Cuba. Se presenta la captura comercial en toneladas de ostión en su concha, media anual del periodo 2011-2016, y la modalidad (pesca o cultivo) de la producción.

LITERATURA CITADA

- Betanzos-Vega, A., G. Arencibia, G. Delgado, y R. Nodar, 2009. Caracterización de la calidad del agua al norte de Villa Clara, Cuba, para definir zonas de cultivo del ostión de mangle (*Crassostrea rhizophorae*, Guilding, 1828). *Rev. Argentina de Ecotoxicología y Contaminación Ambiental*, 1(4): 1-9.
- Betanzos-Vega, A., 2012. Consideraciones sobre el muestreo abiótico en los estudios biológicos marinos. *Boletín El Bobío*, 2(4):17-22.
- Betanzos-Vega, A., S. Rivero-Suárez, y J.M. Mazón-Suástegui, 2014. Factibilidad económico-ambiental para el cultivo sostenible de ostión de mangle *Crassostrea rhizophorae* (Guilding 1828), en Cuba. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 42(5): 1148-1158.
- Cadima, E.L., 2003. Fish stock assessment manual. FAO Fish. Tech. Paper, 393. 161 p.
- CODEX STAN-292, 2008. Normas internacionales para los Alimentos. Norma para los moluscos bivalvos vivos y los moluscos bivalvos crudos. Adoptada en 2008 y actualizada en 2015. OMS-FAO. 9 p.
- Frías, J.A., 1995. Asesoría en cultivo de moluscos bivalvos en Colombia. Reporte Final. INPA y CENIAQUA, Bogotá, D.C. 75 p.
- Galtsoff, P. S. 1964. The American oyster *Crassostrea virginica* Gmelin. U. S. *Fish Wildlife Serv. Fish. Bull.*, 64: 480.
- Gulland, J.A., 1966. Manual de métodos de muestreo y estadísticos para la biología pesquera. Parte 1. Métodos de muestreo. FAO, Roma, *Man. Cienc. Pesq.* (3):5.
- Lalana, R., y M. Pérez, 1985. Estudio cualitativo y cuantitativo de la fauna asociada a las raíces de *Rhizophora mangle* en la cayería este de la Isla de la Juventud. *Revista Investigaciones Marinas*, 6(2-3): 45-57.
- Lenz, T., y G. Boehs, 2010. Ciclo reproductivo del ostión de manglar *Crassostrea rhizophorae* (Bivalvia: Ostreidae) en la Bahía de Camamu, Bahía, Brasil. *Revista de Biología Tropical*, 59(1): 137-149.
- Littlewood, D. T. J., 2000. First Report of the protozoan *Perkinsus* cf. *marinus* in the Mangrove Oyster *Crassostrea rhizophorae* (Guilding). *Caribbean Journal of Science*, 36(1-2): 153-154.
- Marcogliese D. J., 2001. Implications of climate change for parasitism of animals in the aquatic environment. *Can. J. Zool.* 79 (8): 1331-1352.
- Montes-M, A., PA. rieto-Arcas, y L.J. Ruiz, 2007. Abundancia, biomasa y proporción sexual en una población natural de la ostra (*Crassostrea rhizophorae*) en laguna Grande de Obispo, estado Sucre, Venezuela. *Boletín del Centro de Investigaciones Biológicas*, 41(4): 485-501.
- Nikolic, M., y J. Soroa-Boffill, 1971. El ostión de mangle *Crassostrea rhizophorae*, Guilding, 1828. Algunas observaciones sobre sus dimensiones, pesos y sexos. FAO, Fish - (Roma). 220 p.
- Madrigal E., O. Pacheco, E. Zamora, R. Quesada, y J. Alfaro, 1985. Tasa de filtración del ostión de manglar (*Crassostrea rhizophorae*, Guilding, 1828), a diferentes salinidades y temperatura. *Revista de Biología Tropical*, 33: 77-79.
- Palacios-Fest, M.R., J.M. Mazón-Suástegui, S. García-Sandoval, M. Diego-Peralta, J.C. Estrada-Ortega, A.A. Altamirano-Saucedo, y J. Pérez-Flores, 1988. Manual Técnico para la Operación de los Centros Acuícolas Productores de Ostión. Secretaría de Pesca, Dirección Gral. de Comunicación Social. México D.F. 324 p.
- Poza, J., y R. Rodríguez, 1987. Supervivencia de la ostra de mangle *Crassostrea rhizophorae* a las variaciones de temperatura, salinidad y pH. *Mem. Soc. Cienc. Nat. La Salle* 18, (127-128):217-231.
- Quayle, D.B., 1969. Pacific Oyster Culture in British Columbia. *Bull. Fish. Res. Board Can.*, 169: 193 p.

- Rodríguez-de La Cruz, M.C., 1988. Los recursos pesqueros de México y sus pesquerías. Secretaría de Pesca. México. 237pp
- Sabino, C., 1992. El Proceso de Investigación. Ed. Panapo, Caracas. 216 p.
- Solano, F.L.A., 1995. Evaluación de la densidad poblacional de *Crassostrea virginica* en el sistema lagunar Carmen-Pajonal-Machona, Cárdenas, Tabasco. Tesis profesional. Div. Acad. Cienc. Biol. Univ. Juárez Autónoma de Tabasco. México. 57 p.
- Sevilla, M.L., y E. Mondragón, 1965. Desarrollo gonádico de *Crassostrea virginica* Gmelin, en la Laguna de Tamiahua. *Anales del Instituto Nacional de Investigaciones Biológico-Pesqueras*, 1: 52-59.
- Talleres, 1980. Taller sobre muestreo. Comisión de Métodos y Normas, Consejo Científico, Centro de Investigaciones Pesqueras, La Habana, Cuba, 37 p
- Villarroel E., E. Buitrago, y C. Lodeiros, 2004. Identificación de factores ambientales que afectan al crecimiento y la supervivencia de *Crassostrea Rhizophorae* (Mollusca: Bivalvia) bajo condiciones de cultivo suspendido en el Golfo de Cariaco, Venezuela. *Revista Científica*, 14(1):.28-35.
- Weinberg, S., 1981. A comparison of coral reef survey methods. *Bijdragen tot de Dierkunde*, 51(2): 199-218. Disponible en: <http://arno.uva.nl/cgi/arno/show.cgi?fid=548209>

▶ La Ostricultura: una Alternativa de Desarrollo Pesquero
para Comunidades Costeras en Cuba



— Capítulo 6 —

Diseño y Operación de Granjas de Ostricultura Artesanal. Metodología Cubana

Abel Betanzos-Vega

INTRODUCCIÓN

La creciente necesidad de una sostenibilidad alimentaria, así como del desarrollo de iniciativas para la producción de alimentos que generen nuevas fuentes de empleo, constituyen la base de este capítulo, en el que se presentan procedimientos operacionales para el diseño y manejo de granjas ostrícolas artesanales, según diferentes técnicas y métodos que han demostrado su factibilidad económico-ambiental en Cuba.

Como se ha mencionado, la producción ostrícola en Cuba se ha basado en: (1) la pesquería por recolecta directa de los bancos naturales, que en el caso del ostión de mangle usualmente implica el descortezado y hasta el corte de ramas y raíces para obtener el ostión, práctica muy generalizada en la actualidad; (2) el semi-cultivo, que no es más que la colocación de colectores suspendidos al mismo manglar donde se ubican los bancos naturales, con objetivo de coleccionar las “semillas” por fijación natural y realizar el engorde en el mismo sitio hasta la cosecha, (3) el cultivo artesanal, con captación de “semilla” natural y pre-cría cerca de los bancos de ostión silvestre, utilizando zonas para crecimiento o engorde en granjas alejadas de los bancos naturales, en aguas de mejor calidad; y (4) el método de cultivo tecnificado, con inducción de desove en ambiente controlado, cría y fijación de semilla hasta pre-cría en cautiverio (hatchery), y cría final o engorde hasta cosecha en el medio natural.

LOS OSTIONES CONSTITUYEN UN RECURSO MARINO PESQUERO MUY VULNERABLE A LA PESCA, YA SEA PROFESIONAL O PESCA ILEGAL, AL HABITAR EN ZONAS COSTERAS DE BAJA PROFUNDIDAD, FIJADOS AL MANGLE ROJO U OTROS SUSTRATOS DUROS, QUEDANDO EXPUESTO A LA INTEMPERIE EN MOMENTOS DE MAREA BAJA, LO QUE FACILITA SU CAPTURA O RECOLECTA.

De acuerdo con Rodríguez *et al.* (1990), Frías y Rodríguez (1991), Helm *et al.* (2006), Lovatelli *et al.* (2008), Mazón-Suástegui *et al.* (2011) el cultivo tecnificado es el de mejores resultados productivos y de mayor beneficio económico-ambiental, aunque el más costoso en términos de inversión. El método más factible, según costo-beneficio a corto plazo, y más accesible en la actualidad para introducir como alternativa de producción pesquera comunitaria, e incluso para generalizar en el sector pesquero profesional, es el cultivo artesanal con enfoque ecosistémico (Betanzos-Vega *et al.*, 2014). Lo que, además, permitirá crear las bases para introducir a mediano o largo plazo el cultivo tecnificado en ambiente controlado.

Para el cultivo artesanal de ostión se precisa de tres procesos principales: (1) evaluación ambiental y selección de los sitios donde se realizarán las diferentes etapas del cultivo, (2) captación por fijación natural de las larvas “semillas” a sustrato colector con objetivo de

engorde en el mismo colector, o captación de “semilla” natural fijada en sustratos colectores que faciliten su desprendimiento (semilla suelta) para engorde en canastas u otros sistemas de almacenamiento, y (3) crecimiento o engorde hasta talla comercial y cosecha. El proceso posterior, referido al procesamiento industrial y su comercialización, debe aplicarse en razón de las normativas específicas que deben garantizar la eficiencia económica y la inocuidad del producto final con destino al consumo humano, según regulaciones relativas a la seguridad higiénico-sanitaria.

Los procedimientos que se brindan se basan en técnicas y métodos utilizados en Cuba y que han sido descritos por diferentes autores (Nikolic y Alfonso, 1968; Simpson *et al.*, 1974; Nikolic *et al.*, 1976a y 1976b; Rodríguez *et al.*, 1990; Frías y Rodríguez, 1991; Frías, 1995; Lagos *et al.*, 2007; Mazón-Suástegui *et al.*, 2011), y en la experiencia personal según las complejidades actuales de la ostricultura en Cuba.

ANTES DE INICIAR EL CULTIVO DE CUALQUIER ESPECIE ACUÍCOLA, ES IMPORTANTE ENTENDER QUE LA ACCIÓN DE CULTIVAR, INDICA CONTROLAR Y MANTENER LA MAYOR SUPERVIVENCIA EN UN AMBIENTE QUE EN OCASIONES NO PRESENTA LAS MISMAS CONDICIONES QUE SU MEDIO NATURAL. DE LAS ACCIONES A TENER EN CUENTA PARA LOGRAR UN DESARROLLO CUALITATIVO Y CUANTITATIVO EN EL CULTIVO EN AMBIENTE MARINO, ADEMÁS DEL MANEJO ADECUADO DEL CULTIVO, CONSTITUYEN LA BASE DEL ÉXITO DEL CULTIVO LA SELECCIÓN DEL SITIO Y EL CONTROL SISTEMÁTICO DE LAS VARIABLES AMBIENTALES (MONITOREO).

PROCEDIMIENTOS PARA EL CULTIVO ARTESANAL DE OSTIÓN DE MANGLE A PARTIR DE SEMILLA NATURAL

I. Selección de los Sitios de colecta de “semillas” y engorde

Propósito/Objetivo:

Evaluar y determinar la calidad de los sitios adecuados para fijación de semilla natural, precria y engorde de ostion.

Aplicable a:

Todas las zonas ostrícolas naturales y otras áreas marinas potenciales que cumplen los requerimientos ambientales de la especie.

Responsabilidad:

Especialistas con capacidad y experiencia en la evaluación y selección de sitios para cultivo, y personal técnico de las empresas pesqueras implicadas en la actividad ostrícola.

Consideraciones de seguridad:

Las relativas al uso de embarcaciones en el mar.

Equipamiento y variables de muestreo:

Equipos de muestreo oceanográfico: sondas multiparamétricas (temperatura, salinidad, pH, concentración y saturación de oxígeno disuelto, turbidez); equipos para registrar la intensidad y dirección de las corrientes marinas; botellas colectoras de agua para tomar muestras para análisis hidroquímico: nutrientes, demanda química y bioquímica de oxígeno (DQO-DBO₅), y si se considera necesario para análisis de contaminación por metales pesados, plaguicidas e hidrocarburos. Redes o frascos para la colecta y análisis de

diversidad y densidad de fitoplancton. Los necesarios para análisis de microbiología (patógenos). Un calibrador vernier (pie de rey) para mediciones biométricas (talla de ostiones en los bancos naturales).

Materiales y Reactivos:

Los imprescindibles para la toma, traslado y preservación *in situ* de las muestras. Los reactivos y equipamiento para análisis de las muestras que deben realizarse en laboratorios son responsabilidad de los mismos, y debe contarse con financiamiento para contratar ese servicio si es necesario.

Procedimiento:

Muestreo para la evaluación de sitios potenciales para el ostricultivo:

- Visitar las zonas ostrícolas naturales e identificar las que cualitativamente muestran mayor abundancia de ostiones silvestres, con mayor talla media y salud.
- Definir si estas zonas muestran áreas marinas alejadas de los bancos naturales con protección natural, espacio y profundidad suficiente (1.5 a 2 m) para la instalación de granjas de engorde.
- Planificar los muestreos y realizar las mediciones de variables ambientales y biológicas para la caracterización y evaluación de la calidad de: (1) las zonas de bancos naturales, (2) de las zonas donde se coleccionarán las “semillas” silvestres y se realizará la pre-cría, y (3) de las áreas con potencialidad para engorde.
- El muestreo ambiental debe tener un carácter mensual durante un año para de-

terminar variabilidad mensual, y de no ser posible cumplir con esta frecuencia de muestreo, se deben realizar al menos cuatro muestreos al año (trimestral), o como mínimo un muestreo en época de seca y otro en época de lluvias, recomendando incluir febrero-marzo y septiembre-octubre, meses de seca y lluvia respectivamente, y coincidentes con periodos reproductivos y de fijación.

Identificación del sitio para el cultivo de ostiones:

- Según resultado de los muestreos, seleccionar el o los sitios idóneos de acuerdo a los requerimientos ambientales establecidos para el ostión, los que se presentan en la tabla 1 del capítulo 5 de monitoreo.
- Una vez seleccionado un sitio para cultivo, identificar en qué área del banco natural se presentan las mejores condiciones para la colecta de “semilla” natural.
- Para determinar zonas y profundidad de mayor fijación de larvas (semilla) utilizar colectores testigos, los que se deben confeccionar con un mismo diseño y dimensiones, colocándolos en diferentes áreas y al mismo nivel de profundidad, y revisándolos periódicamente durante un año, o al menos de marzo a octubre (periodo de máximos de desove y fijación).
- Se recomienda utilizar como colectores testigos planchas de fibrocem con dimensiones rectangulares (ejemplo: 20 cm de ancho y 50 cm de largo).
- Cada colector testigo deberá ser marcado con líneas horizontales cada 5 o 10 cm, lo que posibilita contar la cantidad de “semillas” según segmentos de profundidad vertical.

- Mensualmente cambiar los colectores testigos, y antes de sustituirlos para colocar los nuevos colectores, ubicarlos juntos (paralelos) a los que se retirarán para conteo de “semillas”, en el mismo lugar y profundidad.
- Cada mes deben medirse (longitud en mm) las ostrillas con un pie de rey, calcular el crecimiento por mes y estimar el crecimiento por día; así como determinar la sobrevivencia (%).

Los colectores testigos permiten identificar los meses y profundidad donde ocurren los máximos de fijación y sobrevivencia, para definir las áreas donde realizar la captación de semilla con destino comercial.

II. Confección de colectores para la captación o fijación de “semillas”

Propósito/Objetivo:

Confeccionar sustratos colectores de gran durabilidad, que permitan captar o garantizar altas densidades de larvas (“semillas”) fijadas.

Aplicable a:

Todos los métodos de captación de semilla natural en sustratos colectores para cría en el medio natural

Responsabilidad:

Personal que atenderá el cultivo con asesoría de personal técnico con experiencia en ostricultura.

Consideraciones de Seguridad:

Las relativas a la confección de colectores y uso de implementos de corte. Trabajar a una distancia prudencial de otros trabajadores y cumplir con las reglas de seguridad estableci-

das en las normativas de protección e higiene del trabajo.

Equipamiento necesario:

Machetes, cuchillos, seguetas, sierras eléctricas y otros equipos de corte necesarios para la confección de colectores de diferentes materiales. Nylon monofilamento de 1 a 3 mm de diámetro.

Materiales:

Ramas terminales de mangle rojo (*Rhizophora mangle*), sustrato colector tradicional en Cuba, conchas vacías de ostión para la confección de ristras o collares, láminas de fibro-cemento o tejas acanaladas de fibrocem, frascos o botellas de policarbonato; recortes o tramos de malla hexagonal plástica, alambre de aluminio encalado, u otros sustratos duros.

Procedimiento:

Colector de ramas terminales aéreas o gajos de mangle rojo:

Aunque no es factible la utilización de raíces y ramas de mangle rojo u otro arbusto, por las afectaciones a las formaciones forestales, a continuación se presentan las normas y métodos que en su momento se establecieron para su uso:

- Cortar ramas terminales aéreas de mangle rojo de entre 40 y 70 cm de largo, según amplitud vertical de la marea del sitio seleccionado. Ramas con numerosas ramificaciones (en forma de sombrilla semi-cerrada o de cono); quitar hojas evitando que pierda la corteza, y sumergir rápidamente en el agua del lugar donde se realizará la captación de “semillas”.

- Exceptuar de esta actividad la franja costera realizando la poda o cortes a más de 15 metros por detrás de la misma, para no afectar los árboles de mangle costeros donde habitan las poblaciones naturales de ostión que abastecerán las “semillas” y que constituyen zonas de cría de varias especies marinas.
- Efectuar una rotación adecuada, evitando el corte de ramas en una misma área.
- Prohibición de tala de los arbustos para luego obtener los colectores, cortándose los mismos directamente sobre él.

Estos colectores, son de bajo costo y alto rendimiento en periodos de máxima fijación de larvas, pueden coleccionar hasta 300 ostrillas/rama; en este colector se lleva a cabo todo el proceso desde fijación hasta la cosecha. Es útil para una cosecha total, y muy pocas veces se pueden utilizar para segunda fijación y engorde. En ocasiones se desprende la corteza y hay pérdidas de ostras.

Colectores de conchas de ostras:

- Se utilizarán las conchas del mismo ostión desechadas y depositadas a la intemperie después del proceso de desconchado del ostión, seleccionando las conchas más grandes (pueden ser de otros bivalvos de mayor talla).
- Las conchas se perforan, apoyándolas en una madera, con un taladro, puntilla o punzón perforador, en la parte central o cercano al umbo según diseño del colector; perforando por la parte interior.
- Las conchas se insertan en una cuerda (nylon monofilamento o cordel de 1.5 a 2 mm de diámetro), con la parte interior (cóncava) hacia abajo y dejando un espacio de 2 a 4 cm entre conchas (figura

1), se pueden colocar por pares (figura 2). La cantidad de conchas en la vertical dependerá de la amplitud de la marea en la localidad. Según método inter-mareal: para una amplitud de marea de 50 cm, un

mínimo de entre 20 y 30 conchas individuales o entre 40 y 60 si se colocan por pares.

- Los colectores de ristras o sartas de conchas pueden colocarse individuales con



Figura 1. Confección de colectores con conchas vacías de ostión (concha madre) para captación de “semilla” y engorde.

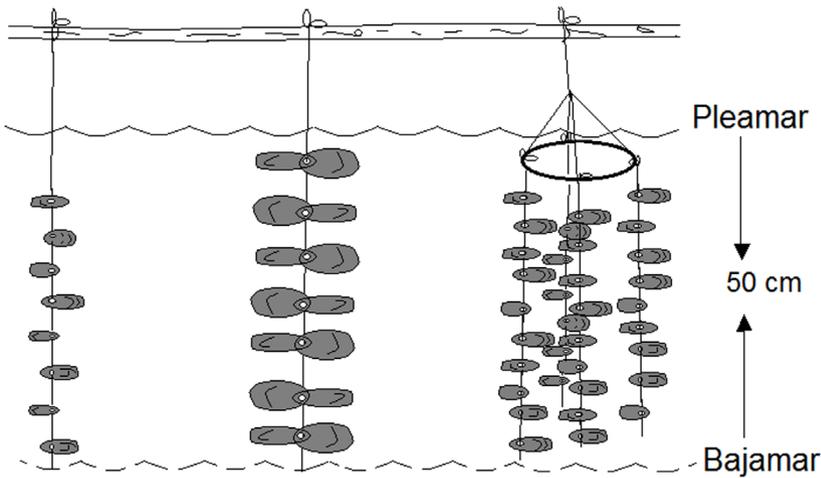


Figura 2. Diseños de sartas o collares de conchas de ostión utilizados en Cuba para captación de semilla y engorde de ostión.

una separación de 15 o 20 cm formando una cortina, o agrupados en 6 - 8 collares, o colectores suspendidos de un aro de alambrión u otro material para formar un colector tipo sonajero, dejando una distancia prudencial entre cada ensarta o ristra para facilitar el crecimiento o engorde (figura 2). Puede captar entre 200 y 400 ostrillas/colector según diseño.

- En diseños, como los utilizados en México, para el ostión americano *C. virginica*, se ensartan 60 a 70 conchas vacías en una línea de monofilamento de 1.60 mm de grosor y 2.30 m de largo, se unen 6 líneas de sartas de concha de tal manera que un colector tendría entre 360 y 420 conchas (Garrido *et al.*, 2011). En ocasiones se colocan las conchas vacías ensartadas unas encima de otra con objetivo de fijación

de semillas y posteriormente, cuando las semillas fijadas tienen como promedio más de 4 mm de longitud, se desensartan y se confeccionan nuevos collares o sartas para engorde con una separación de unos 4 cm entre conchas. También se utilizan canastas, sacos o costales de malla llenos de conchas (figura 3), que se colocan en suspensión o en "camas" para la colecta de semilla (Palacios-Fest *et al.*, 1988).

El colector de conchas de ostión es de bajo costo pues se utilizan conchas descartadas del proceso de desconchado; generalmente duran una cosecha, aunque algunos pescadores expresan que si se encalan (cubrir con una mezcla de cal viva, cemento y arena fina en proporción = 1:2:1), para favorecer el desprendimiento; pueden durar dos cosechas. Los colectores no deben rozar los fon-

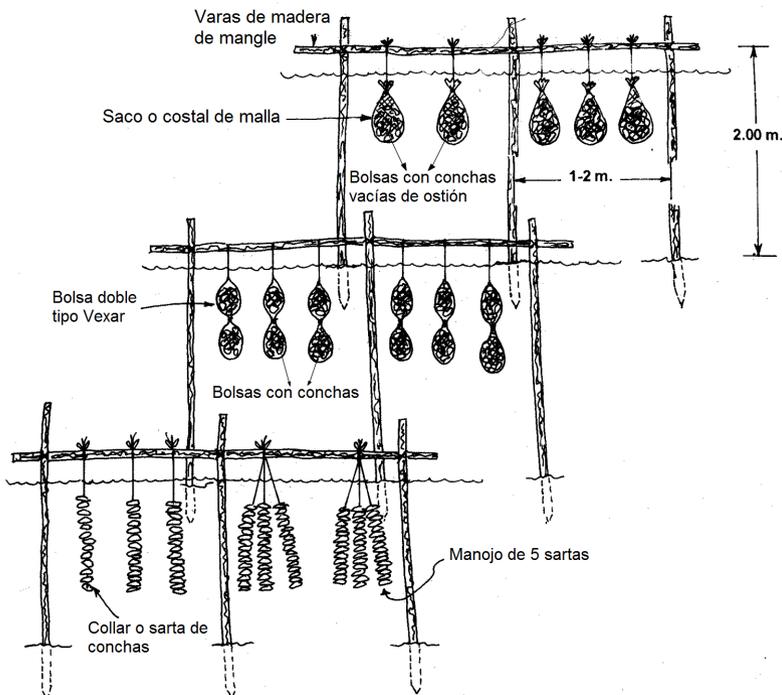


Figura 3. Colectores confeccionados con conchas de ostión utilizados en México (Palacios-Fest *et al.*, 1988).

dos marinos. Se considera una buena fijación cuando en cada concha “madre” se fijan más de 4 ostrillas.

Colector de láminas de fibro-cemento:

- Para la confección del colector se cortan láminas o tejas de fibrocem rectangulares, ejemplo: de 30 x 60 cm (debe tenerse en cuenta la amplitud vertical de la marea del sitio seleccionado);
- Realizar dos orificios por uno de los extremos de 30 cm para pasar un cordel o nylon monofilamento calibre 3.
- Amarrar el colector a las varas, estacas o ramas exteriores del mangle, dejándolo en suspensión, observando su inclinación debido a la acción de la corriente, agregando un peso en la parte inferior si fuese necesario.
- Se recomienda la teja acanalada de fibrocem pues permite mayor superficie de fijación, debido al criterio de que las larvas se fijan con mayor o menor éxito según el ángulo de inclinación de la superficie del sustrato.
- Debido a su fragilidad, debe tenerse cuidado con su manipulación para garantizar varias cosechas.

Estos colectores a veces coleccionan más “semillas” por una sola cara lo que incrementa la competencia; algunos pescadores utilizan el método de encalar (salpicar con una mezcla de cal viva, cemento y arena fina = 1:2:1) para desprender las “semillas” con facilidad y proteger la plancha de fibrocem.

Colectores de botellas plásticas

o policarbonato:

- Se utilizan botellas de agua, refresco u otras bebidas, desechadas y preferible-

mente con volumen de 1.5 o 2 litros.

- Friccionar la parte exterior de las botellas contra una superficie rugosa, también pueden lijarse con una lima, escofina, o papel de lija gruesa, para crear porosidad.
- Con un cuchillo, tijera o segueta se cortan las botellas en anillos o por la mitad a lo largo, y se lija la parte interior o cóncava; se pueden encalar por la cara exterior para provocar sombra. Si se encalan, dejar al sol para secado y sacudir bien. algunos pescadores pintan la parte superior con pintura mate de aceite de color oscuro.
- El colector se confecciona imitando un colector de conchas; los anillos, cortados a la mitad, se ensartan colocando separadores; estas serán ensartadas por el centro de igual manera que las valvas de concha de ostra con la cara cóncava hacia abajo.
- Agregar un peso al final del colector (roca, plomada o botella llena de agua para garantizar la posición vertical del colector y disminuir el efecto de la corriente.
- Un diseño más ventajoso, en el caso de cortar las botellas en mitades longitudinales, es amarrando las mitades de botella por un costado a un tramo rectangular de red hexagonal plástica de las que se utilizan para confeccionar las nasas o trampas de pesca. Se colocan de 12 a 20 mitades de botella según amplitud de la marea, atadas en pares una por cada lado de la malla y a una distancia (vertical) entre ellas de 4 a 8 cm, con la parte interior hacia abajo (figura 4).
- Atar la parte superior de la malla (colector) a las líneas de fijación y colocar un peso en la parte inferior

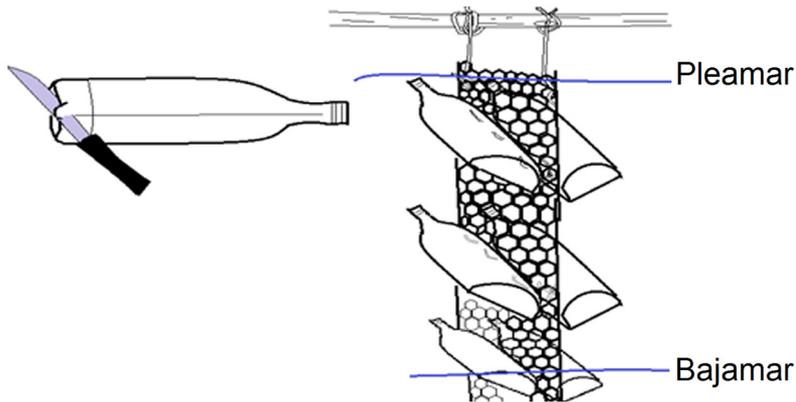


Figura 4. Colector confeccionado con botellas de polipropileno atadas a malla hexagonal plástica, para captación de “semilla” suelta con destino a engorde de ostión individual.

El colector de botellas plásticas puede captar de 300 a 600 ostrillas, pero tiene algunos inconvenientes: el peso de los ostiones puede desprender las botellas, y los ostiones se desprenden con facilidad. Se utilizan mayormente para obtener “semillas” individuales de 5 a 10 mm para pasar a sistemas contenedores de engorde (“linternas chinas”, canastas ostioneras, bolsas o costales de malla).

Si se manipulan con cuidado, pueden utilizarse hasta engorde sin pérdidas significativas de “semillas”, y por más de una cosecha.

Colectores de alambre de aluminio:

- Se construyen con alambre de aluminio o cables de alta tensión, calibre # 2/0 (3 mm de diámetro) que se comercializa en rollos o trenzados de 6 filamentos (figura 5).
- Cortar dos tramos de 130 cm de largo (figura 5A), se cruzan perpendicular uno sobre otro, se unen y se doblan al medio formando un asa o argolla (figura 5B), se desenrollan o destrenzan simulando una

sombrilla semi-cerrada o rama de mangle de varias ramificaciones (figura 5C); se obtienen unos 24 filamentos.

- Cubrir con una mezcla de cal viva, cemento y arena fina en proporción 1:2:1.

Funciona como colector para fijación y engorde y pueden durar varias cosechas, siempre que se encalen cada vez que se utilicen para fijación (Zayas y Frías, 1989). Su construcción es sencilla, reutilizables, livianos, permite obtener ostiones individuales y agrupados, fácil cosecha. Tienen un alto costo, pero se compensa con la durabilidad, más de 10 años si son bien cuidados.

III. Colocación de colectores y colecta de “semillas” silvestre. Métodos y meses de colecta

Propósito/Objetivo:

Obtención de semilla natural en colectores.

Aplicable a:

Las zonas seleccionadas y definidas para cap-

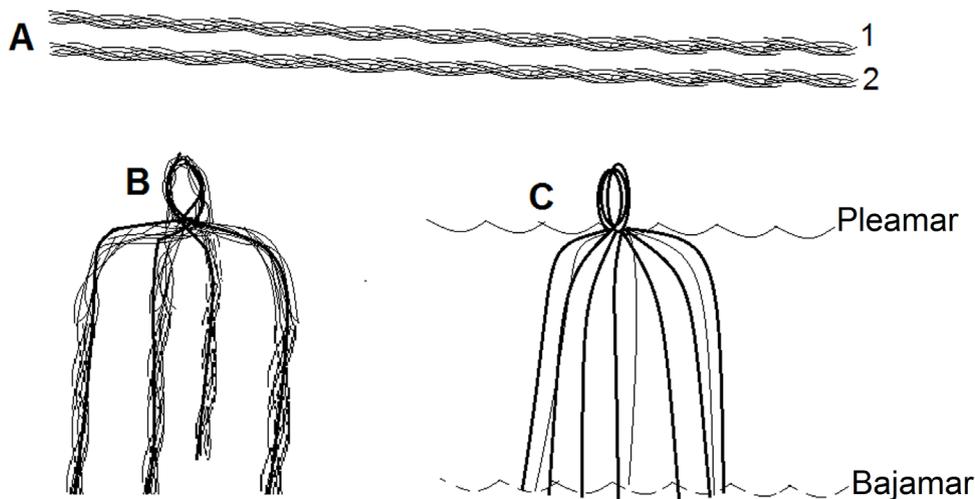


Figura 5. Esquema del colector confeccionado con alambre trenzado de aluminio para captación de semilla y engorde de ostión.

tación de semilla, una vez determinados los meses, áreas y profundidad de mayores fijaciones según colectores testigos.

Responsabilidad:

Personal que atenderá el cultivo, con asesoría de personal técnico con experiencia en ostricultura.

Consideraciones de Seguridad:

Las relativas al uso de embarcaciones y el trabajo en botes auxiliares en zonas marinas cerca del manglar.

Equipamiento de trabajo:

Botes auxiliares, chalanas o “panaderas”, remos y otros implementos para su uso, guantes de tela engomados, nylon monofilamento, cuchillos, machetes.

Materiales:

Colectores y dos madejas de nylon monofilamento de 1 000 m cada una y de 1.5 a 2 mm de diámetro, para colocar entre 1 500 y 1 200 colectores para fijación.

Procedimiento:

Colocación de colectores para fijación de “semillas”:

- Garantizar 1 200 colectores por módulo de granja de engorde tipo Nikolic et al., (1976a y 1976b), para lo cual se colocarán para captación de semilla unos 1 500 colectores pues en muchos de ellos no se produce una buena fijación.
- Se utilizará un número igual de tramos de monofilamento de 1.5 a 2 m de largo

LA VIDA PLANCTÓNICA DE LAS LARVAS A MERCED DE LAS CORRIENTES PUEDE PERDURAR ENTRE 15 Y 25 DÍAS, EN DEPENDENCIA DE FACTORES LOCALES; Y LAS ÁREAS DONDE SE PRESENTA MAYOR FIJACIÓN NATURAL, SON DE POR SI UN INDICADOR DE QUE HACIA ESE LUGAR SON TRANSPORTADAS POR LAS CORRIENTES.

y de diámetro 1.5 a 2 mm, para sostener los colectores.

- Los colectores se pueden sujetar a las ramas exteriores del manglar para la captación natural de ostras, donde recibirán sombra (no deben recibir directamente la radiación solar).
- Se recomienda colocar los colectores en tendales o estacadas, líneas de postes, adyacentes a la franja de manglar donde se ubican los bancos naturales, donde recibirán sombra, disminuye la competencia y se facilita el trabajo (figura 6).
- Los tendales para fijación se confeccionarán con postes o varas de 2 a 3 pulgadas

de diámetro y unos 4 m de largo, enterrados más de 1 m en el fondo y sobresaliendo por más de 1 m del agua, se colocan en línea. La separación entre postes es opcional pero se recomienda entre 3 y 5 m (figura 7). Por la parte superior, sobresaliente del agua, se deben unir con varas de 1 a 2 pulgadas de diámetro, o una línea de cable, cordel, o cabo resistente de donde se suspenderán los colectores para fijación.

- Mantener una distancia prudencial entre colectores para evitar el rozamiento entre ellos.



Figura 6. Tendales o estacadas de una sola línea y caseta flotante para vigilancia de granjas ostrícolas, Cuba.

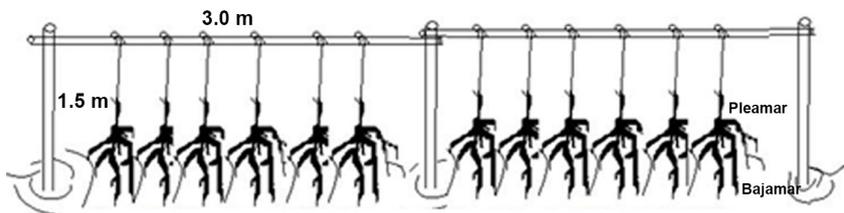


Figura 7. Esquema del diseño y dimensiones de las líneas de captación de semilla y pre-engorde, con colectores suspendidos a estacadas en sistema inter-mareal.

Los métodos inter-mareal y submareal para la colocación de los colectores:

- El método inter-mareal semeja el hábitat natural del ostión de mangle, implica colocar los colectores de forma que queden expuestos en marea baja, y sumergidos en marea alta, según ciclo de la marea (en Cuba cada 6 horas debido a dos bajamares y dos pleamares en 24 horas, en otras regiones ciclos de 12 horas). Este método disminuye la posibilidad de fijación de larvas durante 12 horas al día en los horarios de marea baja pues quedan totalmente expuesto al aire, e impide la alimentación constante de los ostiones (84 horas semanales de alimentación). Ocasiona diferencia vertical en el tamaño con menores tallas en los ostiones más cercanos a la superficie, debido a menor tiempo de alimentación por mayor periodo de exposición a la intemperie, pero permite su limpieza natural de epibiontes y otros organismos competidores, disminuyendo el tiempo de trabajo.
- El método totalmente sumergido (submareal) es más eficiente. Los colectores se colocan en marea baja, de forma que la parte superior del colector quede sumergida, manteniendo las ostras siempre bajo del agua. Con este sistema se incrementa la posibilidad de captación de “semillas” y el tiempo de alimentación (unas 144 horas semanales), y no debe ocurrir diferencias entre tallas, pero implica limpieza periódica de colectores, con movimientos circulares suaves, y tiene el inconveniente de que se incrementa la captación de otros organismos competidores, y no es muy factible para el uso de ramas de mangle como colectores debido

a pudrición de la corteza y la consiguiente pérdida de fijaciones.

Cada región presenta sus meses de mayor producción y fijación de “semillas”, y cuando llega ese momento los colectores deben estar en el agua, disponibles para la fijación. Colocarlos con anterioridad puede ocasionar una menor disponibilidad de sustrato debido a suciedad y competencia. Se plantea que los meses de lluvias significativas propician la fijación posterior (en Cuba: mayo-julio y septiembre-octubre). Una vez ocurrida la fijación, se debe realizar un conteo aleatorio por colector para determinar la eficiencia de la fijación. Los colectores con ostrillas fijadas, aunque pueden trasladarse a zonas de engorde cuando alcanzan entre 5 y 10 mm, se recomienda que se mantengan en pre-engorde hasta que más del 50% de las ostrillas alcancen una talla entre 15-20 mm (entre 40 y 60 días según zonas). Posteriormente los colectores son trasladados a granjas de engorde separadas del manglar.

IV. Pre-engorde de “semillas” en zonas de fijación

Propósito/Objetivo:

Permitir un mayor tiempo de fijación y endurecimiento de la concha antes de trasladar a crecimiento o engorde.

Aplicable a:

Las mismas zonas seleccionadas y definidas para captación de semilla.

Responsabilidad:

Personal que atiende el cultivo.

Consideraciones de Seguridad:

Las relativas al uso de embarcaciones y el trabajo en botes auxiliares cerca del manglar.

Equipamiento de trabajo:

Botes auxiliares, bongos o “panaderas” (una por ostionero), remos y otros implementos para su uso, guantes de tela engomados.

Materiales:

Tramos de nylon monofilamento de 1.5 a 2 mm de diámetro, para sustituciones necesarias, Pie de Rey (vernier) o vitola de 20 mm para muestreos biometricos.

Procedimiento:

Periodo de pre-cría en ambiente natural:

- Después de obtener la fijación, se mantendrá una limpieza periódica de los colectores removiéndolos en círculos suavemente, independientemente del método de colocación (inter-mareal o submareal), manteniéndolos en el sitio de fijación para pre-engorde, hasta alcanzar una talla entre 15 y 20 mm (unos 2 meses de edad).
- Durante el pre-engorde, se realizarán mediciones biométricas aleatorias tratando de no desprender los ostiones. Los colectores con mayores fijaciones y con más del 50% de los ostiones con talla \geq 15 mm de longitud antero-posterior, serán trasladados a las granjas de engorde o crecimiento.

Al realizar el pre-engorde en el mismo sitio de captación de semilla, se garantiza dos periodos de engorde y cosecha al año debido a menor tiempo de ocupación de las granjas de crecimiento. Tiene como inconveniente diferencias mínimas de tallas debido a sobre-fijación.

V. Diseño y construcción de los parques o unidades de engorde. Métodos de cultivo**Propósito/Objetivo:**

Construir granjas de engorde separadas del manglar en zonas con la calidad requerida para garantizar un mayor crecimiento del ostión en el menor tiempo posible, y para su consumo.

Aplicable a:

Las zonas seleccionadas y definidas para engorde de los ostiones provenientes de pre-engorde.

Responsabilidad:

Personal que atenderá el cultivo. Preferiblemente bajo la supervisión y asesoría de personal técnico en ostricultura.

Consideraciones de Seguridad:

Las relativas al uso de embarcaciones y el trabajo en botes auxiliares en cuerpos de aguas costeros, y a la utilización de equipos de corte e impactos por golpes manuales de martillo.

Equipamiento de trabajo:

Embarcación ostionera y botes auxiliares, remos, guantes de tela engomados, cuchillos, hachas, machetes, mazas o martinetes y martillos tipo carpintero, puntillas, cordeles.

Materiales:

Para cultivo suspendido en líneas o tendales: Postes de madera o de concreto de entre 4 y 5 m de largo, varas de madera (2.5 m – 5 m), cordeles, clavos de 5 y 3 pulgadas.

Para cultivo en balsas flotantes: tiras de tubos galvanizados de $\frac{3}{4}$ pulgadas de diámetro

o de angulares metálicos, tablas de madera, flotadores, tornillos y tuercas.

Procedimiento:

Granjas artesanales para engorde de ostión:

- Aunque el diseño de una granja ostrícola es libre, en Cuba se ha utilizado para engorde de ostión estacadas o tendales de líneas paralelas con varas de mangle, de donde se suspenden los colectores (figura 8).
- Según este sistema, para obtener un mínimo de 1 tonelada de ostión en concha con talla comercial, una granja ostrícola debe estar constituida por 10 unidades de aproximadamente 25 m², y deben emplearse de 1 000 a 1 200 colectores con ostiones fijados y provenientes de pre-engorde (talla media \geq 15 mm).
- Cada unidad estará formada por 11 pares de postes (diámetro de 2 a 3 pulgadas), en forma de líneas paralelas a una distancia de 1 m. Los pares de postes separados cada 2.5 m y unidos por la parte superior de cada poste con varas de madera dura de 1.5 a 2 pulgadas, cerrando el área por encima.
- Una unidad se divide en 10 sectores, cada sector debe tener de 10 o 12 colectores en suspensión (5 o 6 colectores por cada banda del sector o varas entre postes (figura 9). Todas las unidades de una granja deben ser enumeradas visiblemente.
- Los pares de postes pueden ser sustituidos por un poste de 4 a 5 pulgadas de diámetro y de 4 a 5 m de alto, y preferiblemente utilizar postes o vigas de concreto, de mayor durabilidad.
- Los postes deberán colocarse a una distancia entre ellos de 2.5 m o de 5.0 m (11 postes por línea o unidad de granja para distancia entre postes de 2.5 m o 6 postes por línea para distancia entre postes de 5.0 m); se les coloca una cruceta formando una T (vara perpendicular de 1.50 m de largo y de unas 3 pulgadas de diámetro, cercana al extremo superior del poste) asegurada con dos “pie de amigos” o escuadras de madera para refuerzo (Figura 10).
- Si se decide colocar los colectores según método de cultivo inter-mareal, las varas quedan fijas en la parte superior de los postes o de las crucetas, y de ellas se sus-



Figura 8. Diseño libre de granjas artesanales de doble líneas paralelas para engorde de ostión, Cuba.

- penden los colectores siguiendo el método de colectores expuestos en marea baja, y sumergidos en marea alta.
- Para el método de engorde submareal, de cada sector entre 2 postes tipo T, colocar cuatro cordeles (uno por cada extremo de las crucetas cada un par de postes), de forma que de esos cuatro cordeles cuelguen dos varas con diámetro de 2 pulgadas y largo de 3 m o 5.50 m (según distancia 2.5-5 m entre postes), de donde se colgarán los colectores (figura 10).
 - Los postes se entierran en el fondo, entre 1 y 1.5 m, dejando 1.5 m por encima del nivel del mar, lo que debe dar un tramo intermedio (en el agua) entre 1.5 y 2 m.
 - En cada vara deben colocarse entre 5 y 6 colectores (para distancia entre postes de 2.5 m) o de 10 a 12 colectores entre postes (para distancia entre postes de 5.0 m), un total de 100 a 120 colectores por línea o unidad de granja.
 - Las varas que sostendrán a los colectores se cuelgan de cordeles fuertes para sopor-

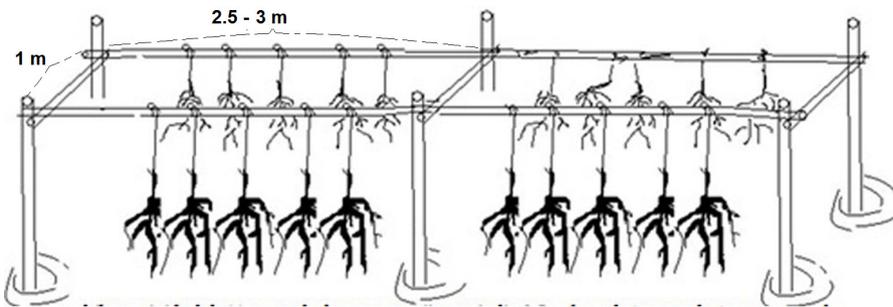


Figura 9. Esquema de tendales de doble línea con colectores suspendidos. Cada unidad con 11 pares de postes permite colocar entre 100 y 120 colectores para engorde de ostión.

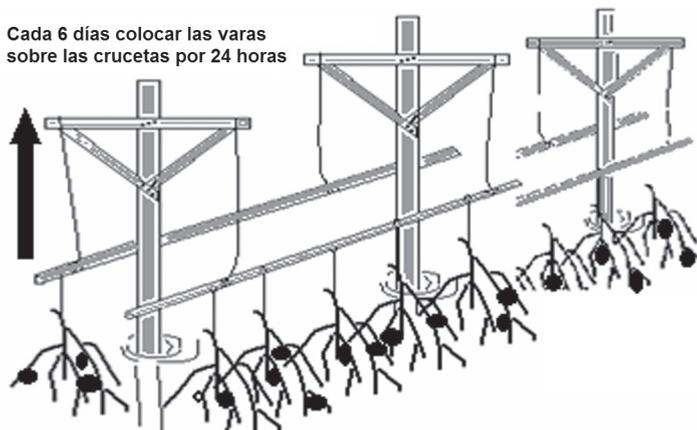


Figura 10. Sistema de líneas en forma de T para engorde en ambiente submareal, las varas se colocan colgando de las crucetas con los colectores totalmente sumergidos y cada cierto periodo expuestos al aire 24 horas.

tar el peso de los ostiones, y deben ser más largas que la distancia horizontal entre postes, para poder subirlos y apoyarlas (descansando) sobre las crucetas (T) de los postes cada 5 o 6 días, exponiendo los colectores al aire entre 12 y 24 horas para limpieza natural de la fauna acompañante (control de competidores).

Sistema de cultivo en balsas flotantes:

- Las balsas pueden construirse a partir de una estructura de tuberías galvanizadas de $\frac{3}{4}$ de pulgada de diámetro, o de tiras de angulares de metal poco corrosivo, y según las diseñadas en Cuba, en forma de rectángulo (Rodríguez, *et al.*, 1990), con un área útil de 18 m² (figura 11).
- El diseño debe permitir la colocación, cerca de la superficie del agua, de unas 30 varas con 10 colectores de concha de ostión suspendidos por vara (300 por balsa). En la estructura existe un área superior para la colocación al aire de las varas con colectores, para eliminar la fauna acompañante.

- Se recomienda que el engorde se realice en sistema submareal, con un régimen de inmersión de 6 días a la semana, y exposición al aire por 24 horas al 7mo día, para limpieza de epibiontes y otros competidores. El periodo de exposición al aire puede variar según condiciones locales relativas a la abundancia de epibiontes.
- La balsa se puede mantener en flotación con planchas de poliespuma (poliestireno extendido), con densidad 40, en número de dos y dimensiones de 5 x 1 x 0.5 m, con capacidad de sostener un peso de hasta 3 t. los flotadores deben estar recubiertos con polietileno negro o de color oscuro para evitar la acción de los rayos infrarrojos, que afectan las propiedades físicas del material, así como para facilitar su limpieza de organismos incrustantes. También pueden utilizarse tanques plásticos sellados, entre 4 y 6 según capacidad, y distribuidos equitativa y paralelamente entre los lados más largos de la balsa.

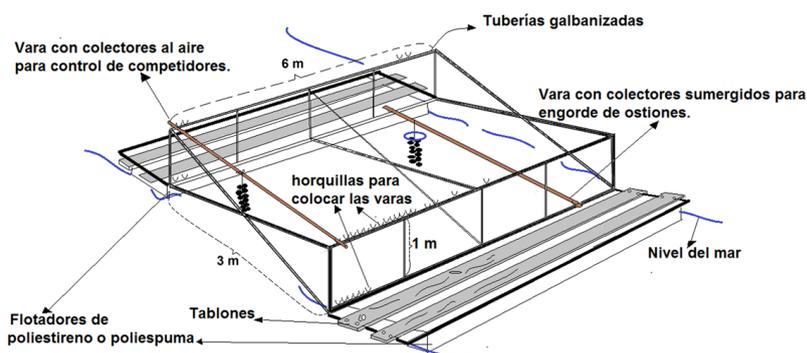


Figura 11. Cultivo en balsas flotantes, diseño cubano para engorde en sistema sumergido y exposición al aire de colectores con ostiones para control de competidores (tomado de Rodríguez *et al.*, 1990).

- La balsa siempre debe recibir la corriente por sus lados más prolongados, y pueden colocarse varias balsas en módulos de líneas, tipo long line, con anclajes en los extremos de cada línea y si es necesario al centro. Las líneas siempre perpendiculares a la dirección general de las corrientes, separadas entre sí por una distancia de entre 3 y 5 m. Obtendrían menor alimento los ostiones de los colectores ubicados al centro de la balsa, debido a que los extremos laterales recibirán indistintamente la corriente según flujo y refluo de la marea.
- Rodríguez *et al.* (1990) recomienda que las balsas se coloquen de forma individual y que sea anclada por un solo extremo, pues facilita su orientación a la dirección de las corrientes y los vientos. El cabo o cuerda que debe sostener la balsa al anclaje debe tener una longitud de 4 a 5 veces la profundidad de fondeo. Este sistema tiene como inconveniente que los ostiones que se encuentran en los colectores que se ubican más cerca del lugar

por donde proviene la corriente (“proa” de la balsa), conseguirán una mayor alimentación y oxígeno disuelto. Esto provoca diferencia espacial en la talla media de los ostiones.

- Si la diferencia en la talla es significativa, se podría establecer un sistema de cosecha escalonada, dando más tiempo a los colectores más cercanos a la “popa”, trasladándolos hacia la “proa” a medida que se realiza la cosecha. También puede alargarse (verticalmente) el cordel que sostiene los colectores según posición de las varas, ubicándolos a diferentes profundidades para evitar el efecto “cortina” de los colectores precedentes.

El diseño mexicano para balsas de ostricultura (figura 12) con sistema de engorde en canastas Huastecas, Nestier® u Ostrigas® está dirigido mayormente al cultivo de ostión individual, generalmente a partir de semilla suelta proveniente de centros de desove, y por el método totalmente sumergido; la cantidad de canastas en la vertical dependerá del peso que pueda manejarse, generalmente

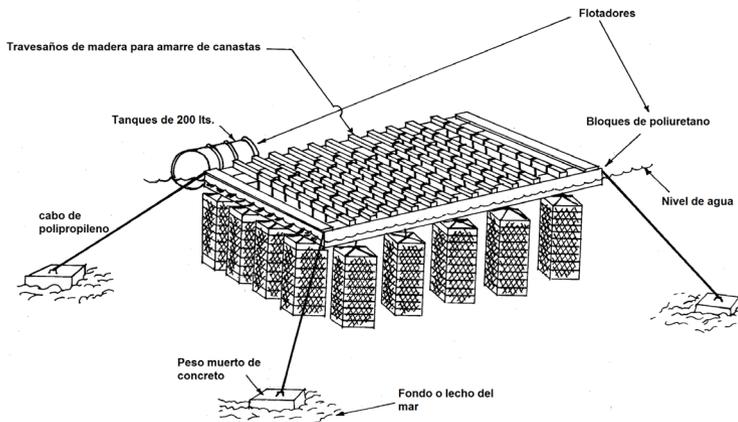


Figura 12. Cultivo en balsas flotantes, para engorde de ostión individual en canastas, en sistema totalmente sumergido. Para operación manual solo cuatro canastas por línea vertical (Palacios-Fest *et al.*, 1988).

para operaciones manuales las canastas no son más de cuatro, y si se cuenta con maquinillas para izar las canastas hasta 10 canastas según profundidad. Se debe mantener una limpieza periódica de las canastas y cambiarlas de posición en la vertical. Este sistema en ocasiones se combina con colectores de sarta de conchas, de forma intermitente, una línea si y una no.

Sistema de semi-cultivo:

- El método de semi-cultivo, se refiere a la colocación de colectores suspendidos de las ramas de mangle que sobresalen hacia el exterior del manglar, con objetivo de captación de semilla por fijación natural en los mismos bancos naturales, y manteniendo los colectores en las mismas áreas de fijación durante todo el engorde hasta cosecha.
- Este método es aparentemente más económico pero menos productivo debido a sobre-fijación de ostiones de diferentes tallas durante el ciclo de cultivo, se afecta su desarrollo normal y se presenta una heterogeneidad de tallas en el momento de la cosecha. También ocurre mayor competencia por alimento lo que afecta el crecimiento y el rendimiento en carne.
- La proliferación de organismos competidores que habitan en los manglares, requerirá de una limpieza periódica de los colectores y ostiones contribuyendo a aumentar los costos de producción.

VI. Traslado de “semillas” de pre-cría a las zonas de engorde

Propósito/Objetivo:

Alcanzar el mayor crecimiento en el menor

tiempo posible y lograr una alta producción de ostiones con talla comercial.

Aplicable a:

Las zonas seleccionadas y definidas para engorde.

Responsabilidad:

Tripulaciones o pescadores de ostión, o personal que atenderá el cultivo. Preferiblemente bajo la supervisión y asesoría de personal técnico en ostricultura.

Consideraciones de Seguridad:

Las relativas al uso de embarcaciones y el trabajo en botes auxiliares.

Equipamiento de trabajo:

Botes auxiliares o “panaderas”, dos remos por cada embarcación auxiliar y otros implementos para su uso, guantes de tela engomados, nylon monofilamento de calibre 2, cuchillos.

Materiales:

Tramos de nylon monofilamento de 1.5 a 2 mm de diámetro para amarre de los colectores.

Procedimiento:

Traslado para crecimiento o engorde:

- Debe realizarse cuando más del 50% de los ostiones en pre-cría hayan alcanzado una talla de entre 15 y 20 mm.
- Los colectores para engorde deben seleccionarse según la talla de los ostiones, colocándolos en las unidades de crecimiento según 3 intervalos de tallas: una unidad o varias unidades de una granja ostrícola sostendrán los colectores con los ostiones de mayor tamaño, otras con

los ostiones de tamaño mediano, y otras con los de menor tamaño, lo que permitirá cosechas periódicas

- Los colectores se transportarán cuidadosamente desde las zonas de fijación y pre-cría, en las embarcaciones auxiliares (botes, bongos o “panaderas”), de forma organizada, para permitir una rápida colocación en las líneas de engorde.
- Se colocarán, primero los colectores con ostiones de mayor talla media, después los medianos, y así escalonadamente, señalando con un cartel en las líneas o unidades de engorde, según grandes, medianos, pequeños, y fecha de la siembra.
- Si las granjas de engorde son de líneas suspendidas a postes se debe tener en cuenta la marea para colocar los colectores en las líneas de crecimiento según el método de engorde que se vaya a utilizar, inter-mareal o submareal.

VII. Atención y manejo de las granjas de engorde.

Propósito/Objetivo:

Garantizar el éxito del cultivo a partir de un manejo adecuado del sistema de engorde.

Aplicable a:

Las granjas de engorde o crecimiento.

Responsabilidad:

Personal que atenderá el cultivo.

Consideraciones de Seguridad:

Las relativas al uso de embarcaciones y el trabajo en botes auxiliares.

Equipamiento de trabajo:

Botes auxiliares o “panaderas”, dos remos por embarcación auxiliar y otros implementos para su uso, guantes de tela engomados, nylon monofilamento de diámetro 1.5-2, martillos clavos y cuchillos.

Materiales:

Algunos tramos de nylon monofilamento de 1.5 a 2 mm de diámetro para sustituciones y reparaciones.

Procedimiento:

Manejo durante engorde:

- Se realizará un control e inspección constante de las granjas ostrícolas. Lo ideal es mantener un barco pontón o una caseta flotante o sobre pilotes (palafito), con vigilancia continua.
- Cada 2 o 3 días deben revisarse y limpiarse los colectores, para lo cual se realizará un cronograma de limpieza que posibilite también la reparación de colectores. La limpieza se realizará removiendo suavemente los colectores en el agua, de forma circular y de arriba hacia abajo, para desprender suciedad y otros sólidos no deseables, evitando que se desprendan los ostiones o se afecte el colector.
- Se debe obtener información de pronósticos meteorológicos para evitar la pérdida de la producción por eventos climáticos extremos, y estar al tanto de eventos de contaminación; trasladando a zonas seguras los colectores con ostiones o realizando su cosecha total.

- Durante el manejo del engorde en las granjas de crecimiento deben realizarse muestreos ambientales y biológicos.

VIII. Muestreo biológico-ambiental pre-cosecha

Propósito/Objetivo:

Mantener un control de la calidad ambiental de las aguas del sitio de cultivo, y evaluar la calidad higiénico-sanitaria del ostión antes de cosechar.

Aplicable a:

A las granjas de crecimiento o engorde del sistema de cultivo, e incluso a las zonas de bancos naturales de donde se extrae ostión con destino comercial, y se colectan las “semillas” para el cultivo.

Responsabilidad:

Responsable del cultivo, sumado a especialistas de entidades autorizadas para la evaluación ambiental de sitios marinos y calidad higiénico-sanitaria del ostión, tecnólogos.

Consideraciones de Seguridad:

Las relativas al uso de embarcaciones y el trabajo en botes auxiliares en zonas marinas.

Equipamiento de trabajo:

Equipos de muestreo abiótico según variables a registrar *in situ* y para la colecta de agua y sedimentos. Recursos para realizar un muestreo biométrico de ostiones y para el control de la calidad higiénico-sanitaria.

Materiales:

Los relativos al muestreo (ver capítulo 5 de monitoreo de ostión).

Procedimiento:

Evaluación de la calidad del hábitat y del ostión antes de cosecha:

- La frecuencia de los muestreos biológicos y bacteriológicos será definida por los responsables del cultivo o entidades de control de calidad sanitaria, pero se recomienda un muestreo periódico, al menos bimensual; y será obligatorio realizar un muestreo antes de la cosecha, tanto de los sitios de recolecta o cosecha como de los ostiones, para análisis de bacteriología y *Vibrio* spp.
- Las variables ambientales que se registrarán *in situ* deben definirse según requerimientos del muestreo, pero siempre deben evaluarse las variables estándar (temperatura, salinidad, oxígeno, pH, transparencia del agua).
- Las muestras (agua, sedimento u organismos) para análisis de otras variables que no se registran *in situ*, deben ser correctamente manipuladas, etiquetadas y enviadas a los laboratorios autorizados con inmediatez. Se compararán los resultados con los referentes para las zonas ostrícolas según requerimientos de la especie, y se determinará la calidad ambiental según normas establecidas para evaluar la calidad de las aguas marinas.
- Se debe mantener un monitoreo de la sucesión de epibiontes (fauna acompañante), sobre los ostiones y en las artes de cultivo para predecir posibles plagas y programar su limpieza, y evaluar presencia de depredadores. Este conocimiento ayudará a determinar los mejores periodos de siembra y cosecha.
- Se tomarán muestras aleatorias de ostiones, se registrará la talla y el peso, se de-

terminará el rendimiento en carne (%):
 $R = \text{peso húmedo de la carne de ostión} / \text{peso del ostión en su concha} \times 100$. Al finalizar el periodo de engorde e iniciar la cosecha, si el rendimiento (R) promedio es menor de 5%, no cosechar; esta labor puede ser realizada por tecnólogos.

- Los resultados deberán ser discutidos con los responsables del cultivo y se realizara la cosecha si los ostiones tienen la calidad higiénico-sanitaria para su consumo y cumplen con la talla comercial y un rendimiento en carne $\geq 5\%$.
- En caso de detectarse alguna anomalía, emergencias o eventos inusitados de contaminación en las áreas ostrícolas (pesquería y cultivo), especialmente a la presencia de patologías, biotoxinas marinas u otras contaminaciones con incidencia en salud pública, se deberá desarrollar y ejecutar un Plan de Contingencia para las áreas afectadas y definir los procedimientos administrativos y los recursos necesarios, e impedir las actividades de recolecta o cosecha. Así como, inmovilizar los productos afectados, e iniciar acciones de emergencia para el muestreo y ensayo de los ostiones bajo sospecha.

IX. Extracción escalonada de ostiones.

Cosecha

Propósito/Objetivo:

Obtener una cosecha con el mayor rendimiento posible.

Aplicable a:

Las unidades o granjas de engorde en momentos en que el ostión ha alcanzado una talla según requerimientos del mercado, siempre ≥ 40 mm.

Responsabilidad:

Pescadores de ostión o personal que atiende la actividad de ostricultura.

Consideraciones de Seguridad:

Las relativas al uso de embarcaciones y el trabajo en botes auxiliares en zonas marinas.

Equipamiento de trabajo:

Embarcaciones auxiliares a remo o motor, cestos o cajas para el almacenamiento de los ostiones, guantes engomados.

Procedimiento:

Condiciones para la recolecta o cosecha:

- La recolecta en bancos naturales se debe realizar cuando los ostiones hayan alcanzado la talla comercial (en Cuba ≥ 40 mm para *C. rhizophorae*); y para los ostiones de cultivo comenzar la cosecha con los ostiones que muestren la talla requerida para el tipo de mercado al que serán destinados; siendo recomendable una talla superior a 50 mm con objetivo de garantizar un mayor rendimiento. Para comercialización de ostión individual en su concha, y siempre para *C. virginica*, se debe cosechar con una talla superior a 60 mm.
- Previo a la cosecha, muestrear de forma aleatoria entre 20 y 30 ostiones de las unidades a cosechar, y detener la cosecha si se observa un alto porcentaje de ostiones recién desovados (con el animal enflaquecido), lo cual afectaría el rendimiento en carne y por ende la eficiencia del proceso productivo.
- La cosecha no se realizará de forma total en cada colector, debido a diferentes niveles de crecimiento en relación a la

profundidad. Se realizarán cosechas parciales, “despuntando” cada colector; colectando los ostiones de mayor tamaño que generalmente se ubican en las puntas inferiores del colector con el método intermareal, evitando que se desprendan por mayor peso. A cada colector se le puede realizar dos o tres cosechas.

- El tiempo de cosecha también estará en dependencia de la necesidad de volver a utilizar las granjas de engorde debido a traslado necesario de nuevos colectores para crecimiento. Incluso si fuese necesario, se puede realizar una cosecha total si hay peligro para el sistema de cultivo por eventos meteorológicos extremos, u otros impactos naturales o de origen humano, como eventos predecibles de contaminación.
- La cosecha total lleva implícito el retiro de los colectores hacia las zonas de extracción o desprendimiento final de los ostiones.

La máxima eficiencia se alcanza cuando se obtiene la mayor cantidad de carne con el menor peso total y tamaño de ostra (Cabrera-Peña *et al.*, 1983). Si se seleccionó un sitio idóneo y se realizó un manejo adecuado del cultivo, se puede alcanzar dos ciclos de engorde en un año, de 5 meses cada uno, dejando un mes entre cada periodo para reparaciones de las granjas de engorde. Si tenemos en cuenta todo el ciclo biológico, desde el desove y fijación de la larva, los ostiones alcanzarán una vida de entre 7 y 8 meses: 1 mes en estadio larval (vida pelágica), 2 meses entre fijación y pre-engorde (cerca del manglar), y entre 4 y 5 meses de engorde en las granjas de crecimiento alejadas del manglar.

X. *Depuración natural*

Propósito/Objetivo:

Obtener un ostión con calidad higiénico-sanitaria que garantice mayor seguridad alimentaria.

Especificación:

Para ostiones provenientes de zonas con alto riesgo de contaminación bacteriológica. La depuración o purificación microbiana, es un proceso que consiste en mantener a los moluscos en tanques de agua de mar limpia esterilizada (filtrada e irradiada con UV), en condiciones que permitan maximizar la actividad natural de filtración y expulsar así el contenido intestinal, y se pueden utilizar métodos de ozonificación y cloración. Será necesario evitar el estrés en los organismos antes de la depuración. Aunque lo ideal es contar con un centro de depuración en tierra, este proceso es relativamente costoso pero imprescindible en determinadas circunstancias. Las especificaciones de todo el proceso y sistema artificial de depuración está detalladamente descrito por Lee *et al.* (2010), en el documento de Lee *et al.* (2010): “*Depuración de Bivalvos: Aspectos Fundamentales y Prácticos*”.

Aplicable a:

Los ostiones silvestres recolectados o cosechados de cultivo, en zonas que presenten contaminación bacteriológica, y antes de entrega a procesamiento y comercialización.

Responsabilidad:

Las propias empresas o cooperativas pesqueras, o entidades responsables de la comercialización.

Consideraciones de Seguridad:

Las relativas al trabajo en el mar (seguridad marítima), y al uso de implementos de cortes para la elaboración de un sistema suspendido tipo *long line*.

Equipamiento de trabajo:

Embarcaciones con capacidad de almacenamiento de ostiones vivos en canastas, cestas, bolsas de malla o costales. Sistema *long line* de superficie.

Materiales:

Canastas, cestas, sacos o costales u otros contenedores de malla, las que se utilizarán para almacenamiento y traslado de ostiones vivos a zonas de depuración. Cabos o cordeles, boyas (flotadores) y pesos muertos para la confección de un sistema *long line*

Procedimiento:*La depuración natural:*

- Para la depuración natural se deben localizar zonas marinas con garantía de calidad de las aguas para reinstalación según indicadores fisicoquímicos y bacteriológicos, preferiblemente aguas oligotróficas (bajas concentraciones de nutrientes y fitoplancton), relativamente alejadas de la zona costera, con salinidades estables y propias de aguas marinas (entre 35 y 37 UPS = menor proliferación de bacterias), y altas concentraciones ($> 5 \text{ mgO}_2/\text{l}$) y saturación ($> 80\%$) de oxígeno.
- Los ostiones recolectados o cosechados en zonas de riesgo o de contaminación bacteriana comprobada, se almacenarán en envases contenedores (cajas, canastas, bolsas, costales), de material plástico, de nylon, o cordel de hilo, con aberturas (pasos de malla) que permitan el paso del agua pero no de los ostiones; incluso nasas o trampas para peces o crustáceos pueden ser utilizadas si la abertura de malla así lo permite. Se trasladan a zonas abiertas previa caracterización de la calidad y estabilidad termohalina de las aguas marinas. Siempre teniendo en cuenta que la diferencia de temperatura y salinidad entre las zonas de captura o cosecha y las de depuración no supere los $\pm 5(^{\circ}\text{C}$, UPS), y que durante el traslado en las embarcaciones las áreas de almacenamiento de ostiones posean sombra para mantenerlos frescos.
- Se confeccionará un sistema *long line* de superficie, fijado al fondo por ambos extremos con distancia suficiente para contener varias decenas de canastas ostioneras, bolsas de malla (costales) u otro sistema de almacenamiento, con los ostiones para depurar de forma suspendida, (figura 13).
- Los contenedores con las ostras se colocarán (atados o con presillas) a las líneas donde quedarán suspendidos a una profundidad de entre 0.50 y 2 m desde la superficie, en zonas donde la profundidad sea mayor de 10 m, preferiblemente con fondos de roca o arena para evitar turbidez por turbulencia y suspensión de sedimentos.
- Según el grado de contaminación los ostiones deberán permanecer entre 24 y 72 horas en depuración natural, antes de ser trasladados a tierra.
- Este procedimiento solo es costeable si las zonas de depuración natural se localizan cerca de las zonas ostrícolas, y siempre que la cantidad (kg) de ostiones ame-

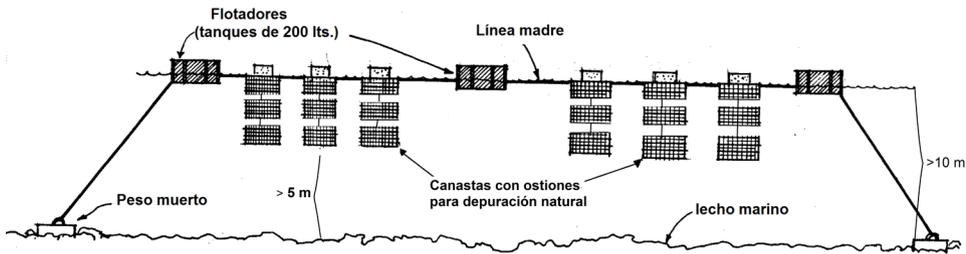


Figura 13. Esquema de un prototipo de sistema en líneas con canastas suspendidas tipo long line para depuración en ambiente natural.

rite económicamente el esfuerzo. Por tal motivo, lo óptimo es construir las granjas de engorde o crecimiento en zonas de buena calidad química y bacteriológica y evitar el proceso de depuración.

XI. Limpieza o lavado antes de entrega a proceso industrial

Propósito/Objetivo:

Obtener un ostión con conchas limpias para eliminar peso adicional y garantizar un buen aspecto para comercialización del ostión en su concha.

Aplicable a:

Los ostiones antes de entregar a proceso industrial.

Responsabilidad:

Personal que atiende el cultivo, personal de control de la calidad o entidades responsables de la comercialización.

Consideraciones de Seguridad:

Las relativas a la limpieza manual, semi-mecanizada o mecanizada.

Equipamiento de trabajo:

Motobombas para bombeo de agua de mar a presión. Tambor o bombo manual o mecanizado.

Materiales:

Guantes resistentes, cepillos de alambre o de fibra plástica resistente, espátulas, cuchillos, cestos o canastas perforadas.

Procedimiento:

Lavado del ostión para proceso comercial:

- Una primera limpieza se puede realizar manual, a cierta distancia de las zonas de cultivo. Los ostiones recién cosechados se depositan en cestos o costales de malla plástica con aberturas de luz o paso de malla que impida que se salgan los ostiones, se llenan de ostiones y se tapan

LA LIMPIEZA EXTERIOR DE LA CONCHA DE OSTIÓN ES ESENCIAL, NO SÓLO PORQUE CONTRIBUYE A LA INOCUIDAD DEL PRODUCTO FINAL Y GARANTIZA UNA BUENA APARIENCIA SI SE VA A CONSUMIR EN SU PROPIA CONCHA, SINO, ADEMÁS, PARA DISMINUIR EL PESO ADICIONAL POR SUCIEDAD Y ORGANISMOS INCRUSTANTES, LO QUE INFLUYE EN EL RENDIMIENTO EN CARNE Y LA EFICIENCIA INDUSTRIAL.

para evitar que sean expulsados con el movimiento de limpieza. Dos operarios inician movimientos bruscos entre horizontales y verticales para eliminar sedimentos y otras impurezas.

- La mayoría de las embarcaciones ostioneras de Cuba poseen bombas de agua que succionan directamente del mar, y que tiene salida a la cubierta para el lavado de las embarcaciones y otros usos. Con este sistema se pueden limpiar los ostiones mientras se navega por aguas limpias hacia el puerto de desembarque. No utilizar las mismas, mangueras que se utilizan para el “achique” del agua de las sentinas.
- La limpieza más efectiva es la que se realiza en tambores o bombos. Este consiste en un cilindro confeccionado con cabillas o alambroón, colocado de forma horizontal, y forrado con paños de malla metálica o plástica de ½ a 1 pulgada, con abertura o tapa para el depósito y extracción de los ostiones; también se puede fabricar con una plancha metálica confeccionando un cilindro con aberturas para la salida del agua y suciedad.
- El tambor se hace girar manual o con un motor, mientras se le aplica un chorro de agua a presión directamente a las ostras. Esto puede realizarse en tierra antes de la entrega a proceso, o en las casetas o pontones de vigilancia de las granjas. Los ostiones que queden con adherencias o incrustaciones de otros organismos, y que se deseen comercializar de forma individual en su concha, pueden limpiarse con espátulas y cepillado manual.

XII. Entrega y proceso

Propósito/Objetivo:

Entregar un ostión vivo y depurado, con conchas limpias para garantizar el éxito del proceso industrial.

Aplicable a:

Los ostiones con destino a proceso industrial.

Responsabilidad:

Personal responsable del proceso para comercialización y control de la calidad.

Consideraciones de Seguridad:

Las relativas al traslado de las cajas contenedoras de ostras, carga y estiba, proceso de desconchado, uso de cuchillos. Realizar el desconchado y envasado siguiendo las normas de higiene y seguridad alimentaria.

Equipamiento de trabajo:

Equipo para carga manual o motorizada. De realizarse la carga y traslado manual utilizar guantes y fajas, ganchos para arrastre de las cajas con las ostras desde las zonas de desembarque hasta pesaje y entrega a proceso.

Materiales:

Guantes resistentes, fajas, ganchos para arrastres de cajas, botas altas de goma, básculas o balanzas aptas para pesaje. Guantes de lona y guantes de malla de acero, y cuchillos de doble filo para desconche.

Procedimiento:

Entrega a proceso industrial:

- El ostión será desembarcado por los pescadores o cultivadores en la zona seleccionada para el desembarque, que deberá ser ventilada y con sombra.
- Se realizará un primer control o inspección, efectuando una revisión aleatoria de ostiones en no menos del 5% de las cajas o bolsos con ostras y estimando el porcentaje de ostiones vivos con talla comercial, para lo cual se debe contar con un Vernier (Píe de Rey). Esto se debe ejecutar por personal autorizado en el control de la calidad y con el acompañamiento del pescador o cultivador que realiza la entrega, y cuando sea necesario con una autoridad de inspección estatal.
- Para entregar a proceso, debe exigirse que más del 70% del ostión desembarcado cumpla la talla comercial o la talla que se haya seleccionado para comercialización según requerimientos del comprador, y más de un 80% de ostiones vivos; esto para poder garantizar un máximo rendimiento productivo. Para el caso de ostiones con destino a comercialización individual en su concha se recomienda una talla superior a 60 mm.
- Un segundo paso sería retirar los ostiones con conchas abiertas o muertos.
- Los moluscos bivalvos vivos deben responder adecuadamente a la percusión. Es decir, el ostión debe cerrar las valvas cuando se le golpea la concha levemente.
- Si se prevé la comercialización de ostras frescas en su concha, se separan las individuales para ese destino, y los conglomerados siguen su destino a proceso de desconchado y extracción de la carne.
- Todo el ostión en concha seleccionado para proceso de comercialización debe ser pesado (peso inicial) en presencia del patrón de pesca o el responsable de la granja de cultivo, y se anotará oficialmente el peso de entrega según embarcación o granja de cultivo, registrando la fecha, zona de cosecha y otras observaciones que se consideren necesarias.
- En Cuba, a pesar de que en la actualidad solo se comercializa el ostión en masa o carne en salmuera, la mayoría de las empresas pagan al pescador o cultivador por peso de ostión en su concha entregado a proceso. Esto trae como consecuencia que en ocasiones se entregue el ostión sucio, sin la limpieza adecuada, e incluso con fauna acompañante, pedazos de corteza de mangle y otras adherencias. Por lo que debe exigirse la entrega y el pesaje de ostión limpio.
- Se debe realizar un análisis organoléptico (sensorial) a una muestra aleatoria de ostiones, durante la entrega a proceso. Clasificando la calidad según color, olor, sabor y textura, para garantizar la calidad de entrega del producto.
- Una vez aceptados para comercialización, los ostiones pasarán a la planta de proceso donde se depositarán en canastas de malla plástica, que serán sumergidas en tinas con agua y sal al 3% (agua salada de 30 ‰) más cloro al 1%, durante unos 3 minutos para limpieza bacteriológica externa. Otros métodos sugieren que las conchas sean lavadas con agua de mar limpia y posteriormente tratadas con solución de hipoclorito de sodio a 100 mg/kg en una relación concha: solución de 1:2 durante 15 minutos. Una vez extraída

la masa de la concha de forma artesanal, ésta se lava con solución de hipoclorito de sodio a 3 mg/kg para ayudar a la preservación. En algunas empresas cubanas se realizan varios tratamientos, desde la entrega a proceso hasta comercialización, con diferentes porcentajes de cloro. Por lo que debe establecerse una metodología común.

- Las ostras vivas en su concha (ya lavadas) destinadas a comercialización “entera individual” deben ser envasadas en unidades o docenas, en envases herméticos seleccionados al efecto, almacenadas en frío (4°C) para su venta inmediata (ostra fresca), o congeladas a -28°C durante 6 o 7 días para congelación lenta y evitar que se abran las conchas.
- Las ostras destinadas a desconche para comercialización de la carne, pasaran al salón de desconchado, el cual deberá reunir determinados requisitos de higiene (libre de insectos, ventilación o aclimatación, agua corriente constante, drenajes, pisos y paredes no porosos y con facilidad de limpieza). Se realiza una segunda inspección y lavado con agua a presión, y las ostras vivas pasan a las mesas de desconchado.
- En las mesas, preferentemente de acero inoxidable y con entrada y salida de agua corriente, el personal encargado deberá usar batas, gorros para el cabello y tapabocas, y procederá al desconche para lo cual se utilizarán guantes de lona y goma, y encima guantes de malla metálica, y cuchillos cortos de doble filo. Se abre la concha y se separa la carne con el cuchillo, y el ostión se deposita en un recipiente, puede ser un cubo o balde

metálico esmaltado en blanco, con agua de mar limpia o salmuera, y una vez lleno el recipiente el ostión se lava con agua de mar clorada en proporción según regulaciones para consumo humano. La masa se envasa en bolsas de polietileno de baja densidad con una proporción de carne y salmuera de 1:1.

- Una vez envasado el ostión, se realizará un pesaje final correspondiente al lote entregado, comparando el peso del producto terminado (carne de ostión obtenida) con el del producto entregado (ostión en concha entregado a proceso), calculando el rendimiento (R%) en carne promedio por lote. En Cuba se calcula además, un índice de insumo industrial (peso total del lote de ostión en concha entregado a proceso / peso total de la carne de ostión obtenida para comercialización), especificando un valor máximo de 20.4 como indicador de insumo industrial para el ostión de mangle (GI 67, 2012), establecido para asegurar una rentabilidad mínima aceptable, este valor es equivalente a un rendimiento en carne de 4.9%.
- El producto terminado (ostión desconchado y envasado en bolsas de 1 libra o 1 kg de carne de ostión) se almacena en refrigeración cercano al punto de congelación. Para almacenamiento por un largo periodo debe aplicarse un método de congelación rápida hasta -40°C. También pueden ser colocados en congeladores de placas hasta alcanzar -18°C en el centro térmico del producto. Con posterioridad, los envases se almacenan en cámaras para el mantenimiento de productos congelados por un período no superior a los cuatro meses.

XIII. Control de la calidad e inocuidad del ostión para comercialización

Propósito/Objetivo:

Garantizar un ostión con calidad de consumo.

Aplicable a:

Ostiones en su concha entregados a proceso industrial, y ostiones listos para comercialización.

Responsabilidad:

Personal calificado en técnicas de control de la calidad y laboratorios de análisis químicos y bacteriológicos.

Consideraciones de Seguridad:

Las relativas a la seguridad alimentaria y que garanticen la inocuidad del producto a consumir.

Equipamiento de trabajo:

Equipos y técnicas para análisis microbiológico.

Materiales:

Reactivos y medios necesarios para la determinación y conteo de gérmenes, coliformes, Vibrio y otros patógenos, según técnicas y valores de referencia que establecen las normas de calidad para consumo humano.

Procedimiento:

Calidad higiénico-sanitaria:

- Desde la cosecha se deben detectar todos los puntos críticos durante traslado, limpieza, entrega a proceso industrial, proceso de desconchado, envasado, conservación y comercialización, y trazar las estrategias según protocolos de seguridad higiénico-sanitaria.
- Se realizarán muestreos aleatorios de calidad microbiológica a ostiones cosechados y entregados a proceso, y a ostiones listos para comercialización, según lotes de entrega en función de las zonas de procedencia.
- Respetar los Protocolos Técnicos Sanitarios, o las regulaciones al efecto emitidas por las instancias competentes relativo a la calidad higiénico-sanitaria e inocuidad de los alimentos, sobre todo para el consumo de moluscos bivalvos, aplicando las normativas del CODEX STAN-292 (2008).
- Generalmente se deben realizar diferentes análisis: recuento de gérmenes aerobios mesófilos, coliformes fecales y totales, *Stafilococo aureus* (Coagulosa Positivo), *Vibrio cholerae*, *Vibrio parahaemolyticus*, *Salmonella*, Mohos y levaduras, y otros microorganismos aislados según sea necesario.

LA MANIPULACIÓN DEL OSTIÓN, DESDE LA COSECHA HASTA COMERCIALIZACIÓN CONSTITUYE UN FACTOR DE RIESGO POR CONTAMINACIÓN FÍSICA O CONTAMINACIÓN BACTERIOLÓGICA, Y EN OCASIONES LA ÚNICA FUENTE DE CONTAMINACIÓN. ES INDISPENSABLE DETERMINAR LOS FACTORES CRÍTICOS DE TODO ESTE PROCESO A PARTIR DEL CONTROL DE LA CALIDAD.

- Se recomienda realizar un análisis organoléptico (sensorial) a una muestra aleatoria de ostiones, durante la entrega a proceso y antes de la comercialización. Clasificando la calidad según color, olor, sabor y textura, para garantizar la calidad del producto final. Desechando el ostión

con olor o sabor persistente, desagradable, que sea signo de descomposición o ranciedad, y alteraciones de la textura de la carne que indiquen descomposición, caracterizadas por una estructura demasiado blanda o pastosa del músculo.

ALGUNAS CONSIDERACIONES Y RECOMENDACIONES FINALES

Como se ha expresado en capítulos anteriores, la ostricultura en Cuba llegó a alcanzar un lugar cimero en la introducción y desarrollo del maricultivo, no solo por los volúmenes de producción alcanzados por este concepto, casi el 50 % de la producción ostrícola total, entre 1 000 y 1 200 t anuales por cultivo de 2 500 t de producción ostrícola total en la década de 1980, sino además por el desarrollo tecnológico alcanzado. Siendo algunos de los resultados más importantes, la introducción de técnicas y métodos de cultivo ambientalmente amigables, basado en el uso de nuevos sustratos colectores para la fijación de “semillas”, como los confeccionados con alambre de aluminio que demostraron su alto rendimiento y durabilidad, y los laboratorios para reproducción y desove controlado en los que se obtenía semilla suelta para engorde de ostión individual en canastas ostioneras, todo lo cual iba encaminado a lograr incrementos productivos sostenibles y un cultivo con enfoque ecosistémico.

El uso actual generalizado del colector confeccionado con ramas mangle, tradición de más 50 años, aunque su metodología de corte es poco agresiva al manglar, debe ser paulatinamente sustituido por otros sustra-

tos artificiales o naturales. La opción más acertada y de más rápida introducción son los colectores confeccionados con conchas de ostión. Un cálculo simple permite entender, que si la captura media anual de ostión en su concha ha mostrado, en Cuba, un promedio anual de 1 300 t (2012-2016), con un rendimiento en carne promedio para ese periodo del 5.7%, podemos estimar que el volumen de concha desechada debe ser superior a 1 000 t anuales.

Aunque el proceso ideal es aquel, que posibilite el desconche en el mismo sitio de captura y devolver las conchas al agua, esto con dos objetivos: (1) garantizar la sobrevivencia de ostrillas o pequeños ostiones que utilizan como sustrato de fijación a los ostiones mayores y que por su pequeño tamaño no son desconchados y mueren en los patios de las empresas; y (2) proveer de un sustrato duro los fondos cercanos a las zonas de captura donde habita el ostión para permitir nuevas fijaciones (imprescindible para garantizar el incremento y sostenibilidad de las poblaciones de ostión de fondo *C. virginica*); la realidad es que las conchas descartadas del proceso de desconchado para comercialización de la carne, quedan abandonadas en los patios de las empresas pesqueras, y allí permanecen

hasta que su volumen sea poco manejable y se desechan en vertederos o basureros, y en algunas ocasiones utilizadas como material de relleno para calles, patios, muelles para embarcaderos u otros destinos.

Desconchar el ostión *in situ* y devolver con inmediatez las conchas frescas al agua para salvar las ostrillas vivas y fijadas a conchas mayores, es una tarea que precisa de una logística que implica el traslado del personal de proceso (mayormente mujeres) a las zonas ostrícolas. Actualmente en Cuba, la granja de ostricultura de Carenero en Bahía Honda realiza el desconche, limpieza y envasado del ostión (carne) *in situ*, en una caseta flotante, y devuelve al medio marino las conchas vacías. El uso de las conchas vacías para la confección de colectores es una opción viable y necesaria para evitar el corte de ramas y raíces para confeccionar colectores, y en el caso del “ostión de fondo” es importante reintegrar las conchas vacías cerca de los bancos naturales, para garantizar sustrato de

fijación para futuros ostiones, lo cual no tiene un tiempo límite y no implica ningún esfuerzo ni gasto adicional, ya que los mismos barcos que se dirigen a las zonas de recolecta de ostión pueden trasladarlas nuevamente a su hábitat.

La implementación del cultivo artesanal de ostión con colectores de conchas o de otros sustratos colectores artificiales, en zonas que no tienen tradición de ostricultivo, es un trabajo laborioso pero más simple que el de sustituir cultivos establecidos con colectores de ramas mangle por colectores de “concha madre” de ostión, que debe ser un proceso paulatino. Es un cambio de tecnología y metodología que precisa de adiestramiento y condiciones para el lavado y desinfección de las conchas, y su permanencia a la intemperie (al Sol) por varios días antes de su uso para colectores. Un cambio brusco, de orientación para sustitución inmediata, puede afectar la producción y la economía de las empresas y de los ostioneros.

LITERATURA CITADA

- Betanzos-Vega, A., Rivero-Suárez, S. y J.M. Mazón-Suástegui, 2014. Factibilidad económico-ambiental para el cultivo sostenible de ostión de mangle *Crassostrea rhizophorae* (Guilding 1828), en Cuba. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 42(5): 1148-1158.
- Cabrera-Peña, J., E. Zamora-Madriz, y O. Pacheco-Urpí, 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(2): 257-26.
- CODEX STAN-292. 2008. Normas internacionales para los Alimentos. Norma para los moluscos bivalvos vivos y los moluscos bivalvos crudos. Adoptada en 2008 y actualizada en 2015. OMS-FAO. 9 p.
- Frías, J.A., y J. Rodríguez, 1991. Oyster culture in Cuba: Current state, techniques and industry organization. p. 51-74. In G.F. Newkirk and B.A. Field (eds), *Oyster Culture in the Caribbean*. Proceeding of a Workshop, 19-22 November 1990, at Kingston, Jamaica. Mollusc Culture Network, Halifax, Canada.

- Frías, J.A., 1995. Asesoría en cultivo de moluscos bivalvos en Colombia. Reporte Final. INPA y CENIAQUA, Bogotá, D.C. 75 p.
- Garrido, M.A., L. Acosta, Y. Sánchez, A.J. Sánchez, y F.J. Félix-Torres, 2011. Colecta de larvas; Actividad fundamental para la producción ostrícola de *Crassostrea virginica* en la Región del Golfo de México. *Kuxulkab'*, 17(33): 67-72.
- GI 67, 2012. Actualización de los indicadores de eficiencia industrial de las producciones pesqueras del Grupo Empresarial de la Industria Alimentaria. Procedimiento Operativo. Dirección Productiva Pesquera, Grupo de Industria, MINAL, Cuba, 4 p.
- Helm, M.M., N. Bourne, y A. Lovatelli, (Eds.). 2006. Cultivo de bivalvos en criadero. Un manual práctico. FAO Documento Técnico de Pesca. No.471. Roma. 184 p.
- Lagos, A.L., P. Victoria, y A.I. Sanabria, 2007. La ostra del Caribe *Crassostrea rhizophorae*: una alternativa de maricultura. INCODER, Bogotá, D.C., 156 pp.
- Lee, R., A. Lovatelli, y L. Ababouch, 2010. Depuración de bivalvos: aspectos fundamentales y prácticos. FAO Documento Técnico de Pesca. No. 511. Roma, 2010. 153 p.
- Lovatelli, A., A. Farías, e I. Uriarte, (eds), 2008. Estado actual del cultivo y manejo de moluscos bivalvos y su proyección futura: factores que afectan su sustentabilidad en América Latina. Taller Técnico Regional de la FAO. 20-24 de agosto de 2007, Puerto Montt, Chile. FAO Actas de Pesca y Acuicultura. No. 12. Roma. 359 p.
- Mazón-Suástegui, J.M., M.A. Avilés-Quevedo, y S. Rivero-Suárez, 2011. Bases tecnológicas para el cultivo sostenible del ostión nativo *Crassostrea rhizophorae*, en el Ecosistema Sabana Camagüey, República de Cuba. Manual Técnico, Proyecto Piloto para el Cultivo de Ostión, GEF/PNUD, protección al ecosistema Sabana-Camagüey, 69 p. Disponible en <http://www.oceandocs.org>.
- Nikolic, M., y S. Alfonso, 1968. El ostión del mangle *Crassostrea rhizophorae*, Guilding 1828. Experimentos iniciales en el cultivo. Separata CIP/INP-Cuba, 14 p.
- Nikolic, M., A.C. Bosch, y B. Vázquez, 1976a. Las experiencias en el cultivo de ostiones de mangle (*Crassostrea rhizophorae*) en Cuba. Centro de Investigaciones Pesqueras, Instituto Nacional de la Pesca, La Habana, Cuba. Conferencia Técnica de la FAO, Kyoto, Japón, 26 de mayo al 2 de junio, 1976. FIR: AQ/ Conf. / 76/ E.52.
- Nikolic, M., A.C. Bosch, y S.J. Alfonso, 1976b. A system for farming the mangrove oyster *Crassostrea rhizophorae*, Guilding (1828). *Aquaculture*, 9:1-18.
- Palacios-Fest, M.R., J.M. Mazón-Suástegui, S. García-Sandoval, M. Diego-Peralta, J.C. Estrada-Ortega, A.A. Altamirano-Saucedo, y J. Pérez-Flores, 1988. Manual Técnico para la Operación de los Centros Acuícolas Productores de Ostión. SEPESCA. México D.F. ISBN-968-817-1146-8. 324 p.
- Rodríguez, J., J.A. Frías, J.A., C. Perera, R. Rubio, C.L. Felipe, E. Molina, C.R. Zayas, y A. Morales, 1990. Manual para el cultivo del ostión *Crassostrea rhizophorae*, Guilding 1828. Centro de Investigaciones Pesqueras, Ministerio de la Industria Pesquera, Ciudad de la Habana, Cuba. 42 p.
- Simpson, A.C., J. Soroa-Boffill, y S. Alfonso-Meléndez, 1974. Crecimiento del ostión de mangle *C. rhizophorae* en relación con el nivel de marea y su cultivo. INP/CIP, Cuba. *Resultado de Investigación*, 2: 8.
- Zayas, C.R., y J.A. Frías, 1989. Estudio comparativo entre colectores de alambre y de mangle en el cultivo comercial de ostión (*Crassostrea rhizophorae*) en Cuba. *Revista de Investigaciones Marinas*, 10(2): 125-132.

**La Ostricultura: una Alternativa de Desarrollo Pesquero
para Comunidades Costeras en Cuba**

Se realizó en el Departamento de Difusión y Publicaciones
del Instituto EPOMEX, Universidad Autónoma de Campeche

Se terminó de imprimir en agosto de 2018
en Print Service. Campeche, México
Se imprimieron 500 ejemplares más sobrantes por reposición

La Ostricultura

Una Alternativa de Desarrollo Pesquero
para Comunidades Costeras en Cuba

