

MANUAL DE BUENAS PRÁCTICAS

Cultivo del ostión en Cuba



2023

MANUAL
DE BUENAS
PRÁCTICAS

CULTIVO
ARTESANAL
DE OSTIÓN
EN CUBA

Abel Betanzos Vega
Gustavo Arencibia Carballo
Eduardo Raúl Flores Gutiérrez
Rafael Tizol Correa
José Manuel Mazón Suástegui
Esnoldo Macías Aguilera
María Aurora Pis Ramírez
Renán Espino Martínez

ECOVALOR es un proyecto en apoyo a la evaluación económica de los servicios ecosistémicos, liderado por el Centro Nacional de Áreas Protegidas de la Agencia de Medio Ambiente del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, e implementado por el Programa de las Naciones Unidas en Cuba, con el apoyo financiero del Fondo Mundial de Medio Ambiente (GEF).

Los puntos de vista expresados en esta publicación pertenecen a sus autores y no necesariamente representan los del PNUD o del Sistema de Naciones Unidas.

Queda rigurosamente prohibidas, sin autorización escrita de los titulares del copyright, bajo las sanciones establecidas por las leyes, la reproducción parcial o total de esta obra por medio de cualquier procedimiento, tratamiento informático, así como la distribución de ejemplares mediante alquiler.

© Sobre la presente edición:

Abel Betanzos Vega, Gustavo Arencibia Carballo, Eduardo Raúl Flores Gutiérrez,
Rafael Tizol Correa, José Manuel Mazón Suástegui, Esnoldo Macías Aguilera,
María Aurora Pis Ramírez, Renán Espino Martínez

Edición y corrección de estilo: Abel Betanzos Vega

Diseño y maquetación: Miguel Adrian Pino.

ISBN: 978-959-287-093-2

Editorial: GAIA, La Habana. Cuba

ISBN: 978-959-287-093-2



9 789592 870932

CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS.....	9
PRÓLOGO.....	10
GLOSARIO Y ABREVIATURAS.....	12
CAPÍTULO 1: El ostión cubano: elementos bioecológicos, diagnóstico y potencialidad.....	17
Introducción.....	18
Elementos bioecológicos.....	19
Crecimiento.....	20
Maduración sexual y rendimiento en carne.....	21
Epibiosis y enfermedades.....	22
El cultivo de ostión como alternativa de producción pesquera.....	24
Diagnóstico y potencialidad de la producción de ostión en Cuba.....	25
Distribución geográfica según especies de ostiones en Cuba.....	27
Regulaciones para el ostión en Cuba.....	29
Referencias bibliográficas.....	30
CAPÍTULO 2: La aplicación de buenas prácticas de acuicultura (BPA) y el enfoque ecosistémico en las pesquerías (EEP) y el cultivo de ostion en Cuba.....	33
Introducción.....	34
Prácticas no sostenibles en la actividad ostrícola.....	35
Las buenas prácticas en la selección de la especie y manejo del cultivo.....	36
Trazabilidad en las buenas prácticas.....	37
El enfoque ecosistémico.....	37
Plan de manejo bajo Enfoque Ecosistémico Pesquero.....	38
Aplicación del Enfoque Ecosistémico Pesquero en un estudio de caso.....	39
Referencias bibliográficas.....	42
CAPÍTULO 3: El valor ecológico y el enfoque ecosistémico en el cultivo de ostion de mangle. Caso de estudio Puerto Padre, Las Tunas.....	44
Introducción.....	45
El pago por bienes y servicios ambientales (BSA) y su complejidad actual.....	45
El ecosistema de manglar.....	47
Estudio de caso: La actividad ostrícola en Puerto Padre, Las Tunas, acciones de producción sustentable.....	48
Ecovalor en el análisis de valoración económica de la actividad ostrícola en Puerto Padre, Cuba.....	51
Costo-beneficio económico ambiental.....	52
Análisis para la viabilidad o factibilidad económica.....	54
Referencias bibliográficas.....	55
CAPÍTULO 4: Procedimientos de buenas prácticas para el cultivo artesanal de ostión en Cuba.....	56
Introducción.....	57
Procedimientos operativos para el cultivo artesanal de ostión a partir de la colecta de semilla del medio natural.....	58
Referencias bibliográficas.....	87

CAPÍTULO 5: El ostión como alimento: procesamiento y mercado.....	89
Introducción	90
Valor nutritivo	90
Tecnología post-cosecha e industrialización	93
Valor añadido	95
Mercado.....	96
Referencias bibliográficas.....	98

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen el soporte del proyecto PNUD GEF/LDCF/SCCF “Incorporando consideraciones ambientales múltiples y sus implicaciones económicas en el manejo de paisajes, bosques y sectores productivos en Cuba” ECOVALOR, proyecto dirigido por el Centro Nacional de Áreas Protegidas (CNAP) del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA). Al Centro de Investigaciones Pesqueras (CIP), a la Dirección de Regulaciones Pesqueras y Ciencia, y al Grupo Empresarial del Ministerio de la Industria Alimentaria (GEIA-MINAL) de Cuba, en su apoyo logístico y de documentación, en especial a los técnicos y especialistas en biología pesquera (buró de captura) y tecnólogos de las empresas pesqueras. Se agradece, además, la participación y apoyo académico de especialistas mexicanos del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. (CIBNOR), del Instituto Politécnico Nacional de México Centro Interdisciplinario de Ciencias del Mar (CICIMAR), y del Centro Ostrícola Tecnológico de Tabasco (COTET). A todos aquellos colegas, investigadores y productores, que se han esforzado, y los que se esfuerzan aún, por un desarrollo sostenible y expansión de la ostricultura en Cuba.

PRÓLOGO

El archipiélago cubano cuenta con 5746 kilómetros de litoral y es valioso en términos ecológicos por la gran diversidad de ecosistemas marinos en bahías y cayerías, mismas que han atraído el desarrollo de importantes actividades económicas como el turismo internacional a modo de una de las principales fuentes de ingresos de divisas de Cuba. Sin embargo, en el aspecto social y económico del sector pesquero se ha olvidado su potencial en gran medida, la falta de planificación de un manejo socio-ecológico integral de los ecosistemas ha dejado fuera a muchas comunidades con vocación a la acuicultura donde el principal mercado de sus productos sería el mismo turismo internacional.

Ha sido abundante la literatura científica y divulgativa precedente relacionada con las pesquerías y el cultivo de moluscos bivalvos, y en Cuba en específico las relativas al ostión. Sin embargo, no siempre todo está dicho y este recurso pesquero, en existencia en casi todas las provincias de la isla, no es manejado de forma sostenible al mantener un mayor esfuerzo pesquero sobre la biomasa silvestre que en el desarrollo del cultivo. Amén de lo publicado, nuevas investigaciones siempre están en curso, y las tradiciones y condiciones regionales y locales imprimen particularidades que deben ser descritas, con objetivo de poner a disposición nuevos resultados.

La búsqueda de alternativas y soluciones para alcanzar una soberanía alimentaria debe partir del análisis de la potencialidad real en las condiciones actuales de cada nación, y en función de identificar no solo aquellos alimentos naturales con los que se puede garantizar una distribución mayoritaria a partir de un incremento productivo, sino también aquellos que pueden satisfacer demandas específicas y con posibilidad de diversificación y sostenibilidad de la oferta. Es por ello que, como parte de la formulación para la Estrategia Nacional de Desarrollo Sostenible de la Maricultura de Cuba, entre las especies marinas potenciales, y entre los moluscos bivalvos autóctonos, el ostión se define como una especie comercial con factibilidad de expansión por concepto de cultivo.

Exponer los procedimientos para una ostricultura artesanal, según Buenas Prácticas en la selección de sitios de cultivo, la captación de “semilla” de ostión del medio natural y de su engorde hasta la cosecha, según metodologías de tradición en el cultivo de ostión en Cuba, son el objetivo principal que se persigue al escribir y editar este Manual. Continuidad de otras publicaciones, esta, va dirigida a decisores y trabajadores del sector pesquero cubano, aunque factible para todos aquellos que muestren interés por el desarrollo de una ostricultura comunitaria como vía de ingresos y de producción de alimento.

Con intención de dejar una memoria de los esfuerzos científicos y productivos que se han hecho en Cuba, relativos al ostión, la obra que a continuación se pone en manos del lector está dividida en cinco capítulos, que de manera resumida brindan información para estimular el desarrollo y expansión de su cultivo. Se describen las especies de ostiones comerciales de la Isla de Cuba, su distribución por localidades, regulaciones pesqueras, y potencialidad. Se enfatiza en la protección del ecosistema, y se muestran acciones encaminadas para incluir un valor ecológico, según bienes y servicios ambientales (BSA), en el sistema de evaluación económica de la producción ostrícola según pesca y cultivo. Como colofón, se reseñan procedimientos del proceso industrial y proceder de comercialización y presentación para su consumo.

Los autores, la mayoría con más de 35 años de experiencia en el sector científico marino y pesquero, se sumaron en este esfuerzo para resumir el conocimiento adquirido, y plasmar las temáticas que a consideración son de importancia para direccionar acciones de pesca y cultivo de buenas prácticas. Expresan, con claridad, la importancia y potencialidad de incrementar la producción de ostión, utilizando técnicas y metodologías que conserven y beneficien al ecosistema, que a la postre, beneficia con sus servicios ecosistémicos las poblaciones de ostras y a la biodiversidad en su conjunto.

Reciba usted lector, con beneplácito, esta documentación científico-técnica, que, para ostricultor o productor pesquero, será valiosa en su empeño por alcanzar una ostricultura sostenible, con énfasis en la protección del ambiente.

Dr. Arturo Tripp Quesada

Investigador Titular
Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas
(CICIMAR), BCS, México

GLOSARIO Y ABREVIATURAS

Acuicultura:

Actividades y técnicas para el cultivo de especies acuáticas vegetales y animales.

Aleatoria:

Al azar. (Muestra aleatoria o muestreo aleatorio). En este caso, sin seleccionar o escoger los ostiones (por tamaño u otro tipo de selección), para muestreo o análisis.

Anoxia:

Falta de oxígeno.

Anteroposterior:

Medición del largo o longitud del ostión por la parte dorsal (superior), paralela al eje de articulación. Distancia máxima de la concha, desde la parte externa del umbo (extremo donde se ubica el área de articulación) hasta el borde posterior de la concha. Medida establecida en Cuba.

Antrópico:

De origen humano. Se refiere a las acciones o efectos de la actividad humana. Factores antrópicos: el represamiento de los ríos, la contaminación agrícola, doméstica e industrial, las urbanizaciones costeras, obras marítimas, etc.

Bajamar:

Nivel más bajo que alcanza el agua del mar durante el ciclo de mareas. Marea baja. Una voz local para indicar que está bajando la marea es “vaciante”.

Biofiltradores:

Organismos que se alimentan de plancton, mediante la filtración.

Buenas Prácticas:

Procedimientos aplicados en la producción acuícola cuyo objetivo es alcanzar una producción saludable y aceptable en términos de manejo, inocuidad, precio y calidad, sin comprometer negativamente el ambiente.

Calidad del agua:

Composición fisicoquímica del agua que permita el desarrollo adecuado de la flora y fauna acuática. Se refiere también a los límites tolerables por la salud humana de las diversas sustancias contenidas en el agua.

Capacidad de carga:

Cantidad máxima de organismos (biomasa) de una especie dada que puede soportar el ambiente.

CITMA:

Ciencia Tecnología y Medio Ambiente (Ministerio o instituciones del CITMA), en Cuba.

Colecta:

Colectar, reunir, congregar. Colecta de larvas (“semillas”) de ostión a partir de su fijación en colectores.

Cultivo Intensivo:

Cultivo de organismos acuáticos en los cuales hay un control del ambiente y es altamente tecnificado.

Depredador:

Interacción biológica en la que un individuo de una especie (el predador o depredador), caza y mata a otro individuo (la presa) generalmente de otra especie, para subsistir.

Depuración:

Proceso en el cual se coloca a un molusco bivalvo en un sistema de circulación de agua filtrada y sin alimento, que permite que el molusco elimine sus heces y pseudoheces, bajando la carga bacteriana.

Ecosistémico:

Relativo a los ecosistemas. Que procede del ecosistema o lo protegen.

Engorde:

Periodo de crecimiento en cultivo hasta alcanzar la talla de comercialización.

Pre-engorda (pre-cría), proceso previo, que se refiere, en este caso, al manejo de las ostrillas (semillas) post-fijación y antes de pasar a las zonas de crecimiento o engorde final.

Epibiontes:

Organismos que viven sobre otro de mayor tamaño al menos durante una fase de su ciclo de vida (epibiosis).

Especie nativa:

Originaria del lugar (autóctona). Especies que han evolucionado dentro de un ecosistema, y pueden estar tan adaptadas a tales condiciones que difícilmente prosperan fuera de él. Pueden tener un bajo potencial de adaptación a condiciones fuera de sus áreas naturales.

Especie exótica:

Foránea. Especie foránea o introducida, ya sea de manera accidental o intencional. En este caso, que no se encuentra de manera natural en la zona o región en la cual se pretende realizar su cultivo.

Factores endógenos: (Internos)

Pueden clasificarse en factores genéticos, la herencia genética de cada individuo que marca o condiciona determinadas características biológicas o fenotípicas, que identifican a la especie.

Factores exógenos: (Externos)

Aquellos determinados por la interacción del individuo con el entorno. Factores ambientales que influyen o determinan las respuestas biológicas y poblacionales (temperatura, salinidad, alimento, competidores, etc.).

Fenotipo:

Conjunto de manifestaciones o características observables en un individuo o especie. Características fenotípicas.

Fijación natural:

Proceso de asentamiento o sujeción de las larvas silvestres de ostión u otros moluscos bivalvos, sobre un sustrato en el medio natural.

FTU: (del inglés)

Unidad de Turbidez de la Formacina, equivalente a Unidad de Turbidez Nefelométrica (NTU). Unidades para medir la turbidez

Gametos:

Célula masculina (espermatozoide) y femenina (ovocitos) que se transportan o expulsan por separado antes de la fecundación (gametogénesis).

GEIA: Grupo Empresarial de la Industria Alimentaria en Cuba (en este caso referido al sector pesquero del GEIA).

Hatcheries: (del inglés)

Factorías, Fábricas, Industrias. En este caso se refiere a la industria de producción tecnificada de ostión en laboratorios, que implica cultivo controlado e intensivo de microalgas (fitoplancton) para alimento de ostiones, mantenimiento e inducción al desove de reproductores, cría controlada de larvas de ostión, y pre-cría de ostión hasta traslado a granjas de engorde en el medio natural. Permite producir millones de larvas/semillas con alta sobrevivencia.

Hedónico:

Cuyo valor está en satisfacer necesidades no materiales. Referentes al deleite, el gusto, el placer.

Hermafrodita:

Organismo que tiene ambas gónadas sexuales, masculinas y femeninas, con capacidad de producir gametos masculinos y femeninos a lo largo de su vida.

Inocuidad:

Sin riesgo para el consumo humano. Se asocia con las medidas de control para garantizar el consumo de alimentos no contaminados con microorganismos, compuestos químicos o tóxicos.

Intermareal:

Intertidal. Zona o período entre la marea baja y la marea alta durante un ciclo de marea. El área entre la tierra y el mar que está expuesta regularmente al aire por el movimiento de la marea.

Long-line: (del inglés).

Línea larga de un cabo o cordel resistente con boyas para mantener flotabilidad. En este caso, línea flotante fijada al fondo por los extremos, de donde se suspenden canastas o colectores con ostiones, para cría o depuración natural.

Moluscos bivalvos:

Molusco pelecípodo (almejas, ostras u ostiones, mejillones) con dos conchas (valvas) ligadas o unidas por una charnela (bisagra, articulación).

Monitoreo:

Registro periódico de datos. En este caso estudios biológicos y ambientales (parámetros fisicoquímicos) para vigilancia y control de la población de ostión y su hábitat.

Patógenos:

Organismos perjudiciales. Microorganismos dañinos (bacterias y virus).

PESCATUN:

Empresa Pesquera Provincial de Las Tunas, Cuba.

Plancton:

Generalmente organismos que flotan en el agua y están a merced de las corrientes. Se dividen en plancton animal, o zooplancton, y plancton vegetal, o fitoplancton (algas microscópicas). El fitoplancton es el alimento esencial del ostión.

Pleamar:

Momento en que el agua del mar alcanza su máxima altura dentro del ciclo de las mareas. Marea alta. Una voz local para indicar que está subiendo la marea es "llenante".

Protándrico:

Organismo (animal) con maduración más temprana del sexo masculino, y posterior femenino.

Recolecta:

Recolectar: recoger, arrancar, cosechar. Recolecta de ostiones (recoger o acopiar ostiones silvestres). Cosecha de ostiones (recolectar ostiones procedentes del cultivo).

Resiliencia:

En términos de la ecología, es la capacidad que poseen los ecosistemas para enfrentar y acomodarse a factores perturbadores y mantener sus funciones pese a las alteraciones. Es decir, la capacidad de soportar diferentes factores de perturbación antes de modificar de manera radical sus estructuras y funcionamiento.

Sésiles:

De poca o ninguna movilidad. Referido a animales marinos de poca o ninguna movilidad. En este caso los ostiones.

Stock:

Conjunto de supervivientes de una generación o de la población de un recurso pesquero, en un cierto instante o período de tiempo. Puede referirse a la biomasa en peso o al número de individuos.

UEB:

Unidad Empresarial Básica (en este caso establecimientos pesqueros municipales), en Cuba.

UPS:

Unidades Prácticas de Salinidad (equivalente ppm o ‰).

CAPÍTULO

01

EL OSTIÓN CUBANO: ELEMENTOS BIOECOLÓGICOS, DIAGNÓSTICO Y POTENCIALIDAD.

Abel Betanzos-Vega

Centro de Investigaciones Pesqueras (CIP),
Ministerio de Industria Alimentaria (MINAL),
La Habana, Cuba

INTRODUCCIÓN

Entre los moluscos bivalvos se ubican las ostras y ostiones (*Ostrea* y *Crassostrea*), reconocidos como un alimento de gran valor nutricional. Una docena de ostras nos proporciona 150 calorías, 0 gramos en colesterol y 1 gramo de grasa, y ayuda a fortalecer el sistema inmunológico (CONAPESCA, 2008). El ostión tiene fama de alimento afrodisíaco, y se cree estimula la sexualidad en los hombres, lo que puede relacionarse a su alto contenido de zinc, un nutriente fundamental para el buen funcionamiento del órgano reproductivo, y la producción y equilibrio de testosterona.

En Cuba habitan dos especies de ostión, el ostión de mangle Antillano (Figura 1) y el ostión Americano (Figura 2), y su crecimiento y proliferación está sujeto a diferentes factores endógenos y exógenos. En el ostión de fondo *Crassostrea virginica* la talla máxima es mayor que en ostión de mangle *Crassostrea rhizophorae*, pero su distribución en Cuba es más limitada.



Figura 1. Ostra del Caribe u Ostión de mangle Antillano (*Crassostrea rhizophorae* Guilding, 1828).
(Fotos: Abel Betanzos-Vega).

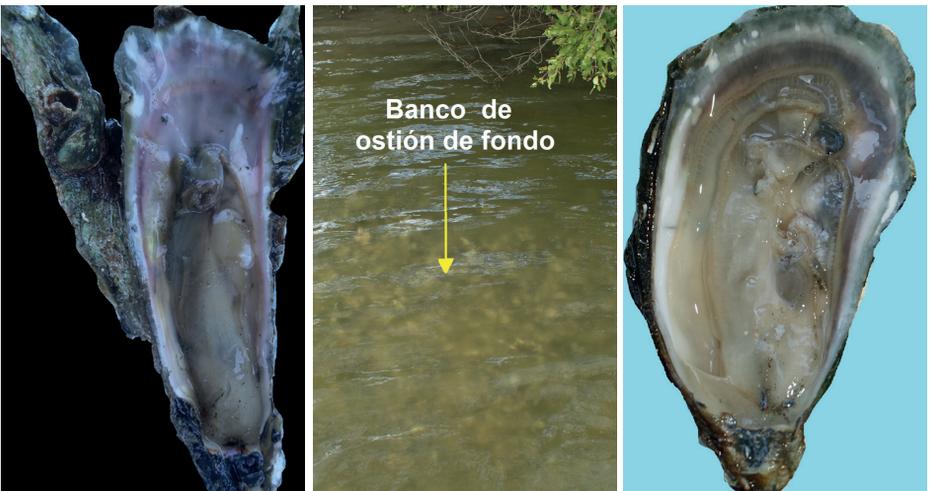


Figura 2. Ostión Americano u Ostión de fondo (*Crassostrea virginica* Gmelin, 1791).
(Fotos: Abel Betanzos-Vega)

ELEMENTOS BIOECOLÓGICOS

Los ostiones son organismos sésiles, y a diferencia de los peces y los crustáceos que pueden migrar a zonas más favorables cuando el ambiente les resulta negativo, estos no pueden evadir los impactos que les son desfavorables. Esta característica tiene que ser tomada en cuenta desde el punto de vista higiénico-sanitario, y en la selección del sitio de cultivo.

El ostión, como parte de los moluscos bivalvos, presenta dos conchas o valvas laterales, generalmente simétricas, que se cierran por acción de uno o dos músculos aductores. Son filtro-alimentadores, filtran el alimento del agua circundante (microalgas y otras partículas orgánicas). Según especies, los ostiones filtran entre 2 y 10 litros de agua en una hora (Mazón-Suástegui, 2018).

Las poblaciones naturales juegan un papel ecológico y funcionan como depuradores de las aguas en que habitan. Si bien estos organismos en el medio natural contribuyen al mantenimiento del ecosistema costero al realizar una labor de filtración, en condiciones de cultivo el efecto puede ser desfavorable si no se llevan a cabo buenas prácticas. El cultivo intensivo de ostión genera una gran cantidad de heces y otros desechos orgánicos, que en sitios de baja intensidad de las corrientes pueden acumularse en el sedimento y producir anoxia y afectación del ambiente (Cáceres-Martínez y Vásquez-Yeomans, 2014).

Las variaciones ambientales inciden en el desarrollo y sobrevivencia del ostión. Salinidades <10 UPS y >40 UPS afectan la fijación de las larvas de ostión a sustrato, y pueden conducir a una mortalidad masiva (hasta un 50% de la población larval y juvenil) si se mantienen por largos periodos. También es dañina una alta turbidez del agua (>10 FTU), que puede ser generada por contaminación o por escurrimientos terrígenos durante las lluvias, muy especialmente para las larvas y los juveniles (Betanzos-Vega *et al.* 2020). Las altas temperaturas (>30°C) pueden ser perjudiciales para las ostrillas (“semillas”) de ostiones que habitan en la zona intermareal (entre la marea alta y la marea baja) por insolación, si quedan expuestas durante horas a una alta radiación solar. Por lo que en el cultivo, los colectores colocados en régimen intermareal, con las ostrillas recién fijadas, deben permanecer a la sombra hasta endurecer y engrosar su concha. Siendo otra opción de cultivo, su colocación en sistema submareal, siempre sumergidos, hasta pasar a las granjas de engorde.

La temperatura y salinidad son factores muy importantes en el desove, en la fijación y crecimiento de las larvas, y en la fisiología general del ostión. Aunque *C. virginica* habita en Cuba en salinidades promedio de entre 20 y 34 UPS y *C. rhizophorae* lo hace en sitios con salinidades promedio de entre 24 y 37 UPS, una salinidad promedio de entre 26 y 32 UPS con temperatura media del agua entre 25 y 28°C son óptimos para el crecimiento y desarrollo de ambas especies de ostión.

El contenido de oxígeno disuelto en el agua es un factor transcendental en la fisiología y sobrevivencia del ostión. Los óptimos para seleccionar el sitio de cultivo deben fluctuar entre 5 y 9 mgO₂/L. En las zonas de bancos naturales de ostión y en zonas de cultivo intensivo con pobre intensidad de las corrientes marinas (<3.0 cm/s), el oxígeno puede disminuir por consumo a concentraciones inferiores a 1 mgO₂/L, que pueden ser letales si se mantienen por largos periodos. Es recomendable la colocación de las granjas de engorde en zonas de mayor intensidad de la corriente (10-30 cm/s). El pH del agua no debe ser inferior a 7 ni superior a 9.

CRECIMIENTO

Uno de los factores que afecta el crecimiento del ostión, se relaciona con las características del hábitat respecto al régimen de la marea. Los ostiones que habitan siempre sumergidos (hábitat submareal) tienen mayor tiempo de alimentación que los que habitan en la zona intermareal, al permanecer estos últimos expuestos al aire por un periodo de tiempo sin alimentarse. La alimentación es un factor esencial en el crecimiento y reproducción de los ostiones. La maduración de la gónada se retarda principalmente en función de factores externos como el alimento (cantidad y calidad del fitoplancton) y la temperatura, que en Cuba es menor al occidente.

Para Cuba, el ostión de mangle en cultivo alcanzaba tallas ≥ 50 mm entre 5 y 6 meses de edad, y entre 70 y 90 mm de longitud anteroposterior en 8 meses (Sáenz, 1965; Nikolic y Bosch, 1975). Sin embargo, estudios más recientes en el Puerto de Sagua la Grande en Villa Clara, Cuba (Mazón-Suástegui *et al.*, 2017) reportan una edad de 7 meses para alcanzar la talla comercial en Cuba de *C. rhizophorae* (≥ 40 mm), lo que se explicó en la disminución de escurrimientos fluviales por represamiento de los ríos, y su efecto en un menor aporte de nutrientes y aumento en la salinidad. Para esa misma región y especie, se señala una tasa de crecimiento promedio hasta talla media de primera maduración (30 mm) de 0.25 mm/día (Rivero-Suárez, 2012), menor al encontrado por Sáenz (1965) de 0.42 mm/día. Todo lo cual indica afectaciones en el medio ambiente y la necesidad de seleccionar sitios de cultivo con calidad para satisfacer sus requerimientos biológicos y ambientales.

El crecimiento en ostiones silvestres se afecta de forma natural por la competencia con otros organismos. En cultivo, el crecimiento es más acelerado en los primeros 8 meses de vida, por lo que la selección de sitios idóneos facilita un mayor crecimiento que el del ostión silvestre, en igual periodo de tiempo.

En el cultivo tecnificado, controlando maduración gonádica, desove, fijación y pre-cría en laboratorios, se garantiza una mayor sobrevivencia y crecimiento en las larvas/semillas hasta pre-cría, que en el proceso natural de desove y fijación en condiciones silvestres. En Cuba se utilizaron diferentes métodos de fijación en sistema controlado, incluido para semilla suelta con destino a engorde de ostión individual, concluyendo que el ostión de mangle *C. rhizophorae* no es una opción ideal para este destino debido a menor talla media que otras especies del mismo género (Frías y Rodríguez, 1991).

MADURACIÓN SEXUAL Y RENDIMIENTO EN CARNE

El ostión es hermafrodita protándrico, madurando comúnmente primero como machos y posteriormente como hembras (Pauley *et al.*, 1988) En la proporción de sexos influye principalmente la edad y las condiciones ambientales del entorno. Sin embargo, en poblaciones naturales no explotadas o poco explotadas, y con buena disponibilidad de alimento (fitoplancton), las hembras dominan la proporción sexual, lo que favorece la abundancia.

Se ha demostrado que en poblaciones en explotación comercial, si se aplica un enfoque precautorio (captura menor del 40% de la población adulta con talla comercial) se puede alcanzar una paridad de hembras y machos. Mientras que en áreas con menor disponibilidad de alimento y alta explotación pesquera de los bancos naturales, sin cumplir estrictamente la talla comercial, predominan los machos y disminuye la abundancia (Galtsoff, 1964; Montes-M *et al.*, 2007; Lenz y Boehs, 2010; Mazón-Suástegui, 2018). Esta es una de las causas de la disminución de la abundancia de ostión en Cuba, debido a máxima explotación de los bancos naturales, con mayor efecto al occidente del país donde la productividad de las aguas es menor. Esto también justifica la mayor abundancia y producción ostrícola en la cuenca y sistema lagunar del río Cauto, debido a condiciones estuarinas, mayor concentración de nutrientes y disponibilidad de alimento (González-Sansón y Aguilar, 1984; Betanzos-Vega *et al.*, 2012).

La fecundación del ostión es externa, ya que los gametos son expulsados al ambiente en donde se lleva a cabo la fertilización. A partir de esta, surge una larva llamada trocófora que se transforma en una larva véliger en cuya vida planctónica (20 o 25 días) se va desarrollando hasta un estadio llamado pedivéliger (larva con pie para fijación), que es cuando está lista para fijarse al sustrato, y pierde totalmente la capacidad de vivir en el plancton; momento aprovechado para colocar los colectores para fijación en el cultivo artesanal. Este proceso en los moluscos bivalvos se conoce como de asentamiento o fijación y puede ser definitivo, como en el caso de los ostiones que solo se pueden fijar una vez (Galtsoff, 1964).

Una vez fijado a un sustrato de forma definitiva, el ostión comienza a desarrollarse hasta alcanzar su maduración gonádic, inicio de la reproducción sexual. El ostión de mangle antillano alcanza su primera madurez sexual aproximadamente a los 30 mm de longitud anteroposterior (Mikkelsen y Bieler, 2008; Lenz y Boehs, 2010). Mientras que el ostión americano lo hace alrededor de los 40 mm (Galtsoff, 1964). La talla promedio de maduración gonádic, es comúnmente utilizada para definir la talla mínima legal (TML) para comercialización, que deberá ser superior para permitir que puedan desovar y garantizar la sucesión de la especie.

En Cuba ocurren dos periodos de reproducción y desove masivo, en ostión de mangle *C. rhizophorae*, de marzo a junio y de septiembre a noviembre, con máxima maduración gonádica en marzo, junio y septiembre, aunque se encuentran ostiones maduros todo el año (Nikolic y Soroa-Boffill, 1971), similar ocurre en ostión de fondo *C. virginica*. Estos criterios son equivalentes a la variación anual de los máximos mensuales del rendimiento en carne o condición del ostión en Cuba, de marzo a junio, y septiembre (Mazón-Suástegui *et al.*, 2019), por lo que existe una relación entre los meses de máximo rendimiento en carne y los de máxima maduración gonádica. Esta información se puede utilizar para un mejor manejo de la pesquería.

El Rendimiento en Carne (peso de la carne de ostión obtenida/peso del ostión en su concha x 100), es un indicador de condición y productividad del ostión, con límite mínimo aceptable de eficiencia productiva en Cuba de 4.9% para los lotes entregados a proceso de desconchado. Este porcentaje es equivalente al límite máximo admisible (20.4) del Índice de Insumo industrial para el ostión en Cuba, siendo ambos inversamente proporcional. El índice de insumo industrial se calcula según peso total del lote de ostión en concha entregado a proceso/peso total de la carne de ostión obtenida para comercialización, y es un indicador de gastos y eficiencia productiva (GI-67, 2012).

El peso húmedo promedio del cuerpo de los ostiones es aproximadamente 1/8 de su peso total. El peso de las gónadas puede ser superior al 50% del peso húmedo del animal. Por lo general, el peso de las valvas (conchas) de los ostiones de mangle en Cuba es de 4-6 veces mayor que el peso húmedo de los mismos, constituyendo en promedio un 60% del peso total. Estando las valvas cerradas, el agua que se queda entre ellas constituye un 80% del peso húmedo del cuerpo o un 20% del peso total de estos moluscos.

EPIBIOSIS Y ENFERMEDADES

A diferencia de otros animales acuáticos, la concha de los moluscos bivalvos es un excelente sustrato para el establecimiento de un sinnúmero de organismos. De manera natural esta epibiosis (fauna acompañante) se auto regula en la zona intermareal donde las exposiciones periódicas al ambiente aéreo sirven para eliminar o limitar la epibiosis o, por el equilibrio natural entre depredadores y presas (Cáceres-Martínez, 2003). El ostión de mangle silvestre queda expuesto a la intemperie en marea baja y sumergido en marea alta, esto no ocurre con el ostión de fondo en Cuba, constantemente sumergido. En condiciones de cultivo, y en dependencia del método seleccionado (intermareal o submareal), se exponen a una menor o mayor colonización de organismos que puede extenderse hasta las propias artes de cultivo. Entre los epibiontes se conocen, esponjas, briozoos, gasterópodos, poliquetos, cirripedios (*Balanus*) anfípodos, entre muchos otros organismos (Carraro *et al.*, 2012; Mazón-Suástegui, 2018).

El efecto de una abundante epibiosis es el de la competencia por espacio, alimento y oxígeno, el aumento de desechos en el entorno inmediato; así como el deterioro de la concha y hasta el impedimento para abrir las valvas.

De hecho, algunos epibiontes llegan a comportarse como verdaderos parásitos para el ostión, tal es el caso de los gusanos perforadores de la concha, como *Polydora spp*, en el que el ostión es su hospedero. Es común encontrar copépodos asociados como parásitos en la concha de los ostiones.

Los ostiones también juegan un papel fundamental en la transmisión de enfermedades ya que su capacidad de filtración y acumulación de materia orgánica favorece la presencia de bacterias en su interior. Se ha comprobado la presencia de bacterias del género *Vibrio*, como el *Vibrio cholerae* causante de la enfermedad conocida como “el cólera”, por lo que la vigilancia higiénico-sanitaria en zonas de riesgo debe ser una prioridad en la producción y comercialización de moluscos bivalvos. El cultivo de ostiones propicia un sustrato adicional para especies que se encuentran en el ambiente (epibiontes). La profundidad y calidad de las aguas en que se coloquen los ostiones en cultivo, y el control y limpieza sistemática de ostiones y artes de cultivo reducen el efecto de los organismos colonizadores.

Como biofiltradores, los ostiones también acumulan ciertos compuestos que se pueden encontrar en el agua de mar, tales como metales pesados, pesticidas, fenoles o toxinas que, pueden tener efectos en los propios ostiones o, peor aún, en el consumidor. Otro aspecto fundamental derivado de la forma de alimentación de los moluscos bivalvos, es la acumulación de biotoxinas producidas por microalgas (algas tóxicas), algunas sólo afectan al molusco pero otras pueden ser nocivas para el ser humano (Arencibia Carballo y Betanzos-Vega, 2018). Por lo que el monitoreo de fitoplacton y control higiénico sanitario debe ser una premisa, en diferentes etapas, antes de la comercialización para el consumo de ostiones.

La aplicación obligatoria de buenas prácticas para la producción y comercialización de los ostiones es imprescindible para garantizar su consumo, sobre todo cuando su consumo mayoritario es en crudo o poco cocido. El cultivo es una opción natural de control sanitario, debido a la oportunidad de seleccionar los sitios de engorde, en aguas de mayor calidad y distancia de la costa, lo que permite, además, una autodepuración natural y la posibilidad de trasladar los colectores con ostiones a otras zonas en caso de contingencia.

Otra ventaja de alejar los sitios de engorde de la zona litoral costera, se refleja en las características sensoriales, sobre todo en el sabor y olor del ostión. Esto debido a las variaciones hidrológicas que ocurren en la zona costera, y mayor influencia de las aguas de escurrimientos terrígenos. El ostión con sabor más reconocido y preferido por los consumidores habituales de ostión en Cuba, es el de los ostiones de mangle de Isabela de Sagua (en Sagua La Grande, Villa Clara), que responde al hecho de que los bancos naturales de ostión se ubican en los cayos a más de una milla de la costa. Sin descartar, que el represamiento del río Sagua la Grande ha generado cambios en las características actuales de ese ostión y en su hábitat.

EL CULTIVO DE OSTIÓN COMO ALTERNATIVA DE PRODUCCIÓN PESQUERA

La importancia para desarrollar y expandir la ostricultura en Cuba, viene dada por:

- Abundancia natural de ostiones, básicamente asociado a sistemas estuarinos, con mayoritaria presencia en zonas donde el mangle rojo (*Rhizophora mangle* Linnaeus, 1753) bordea el litoral.
- Ocurre una fuerte presión por la pesca extractiva de ostión silvestre en las poblaciones de bancos naturales, con consecuencia negativa en la biomasa.
- El cultivo artesanal de ostión no implica altos costos de inversión al no necesitar otro alimento adicional del que obtienen del medio natural. El cultivo tecnificado, con una primera etapa en laboratorios con manejo controlado, garantiza una mayor sobrevivencia de larvas/semillas para el cultivo.
- Los ostiones muestran un rápido desarrollo pudiendo alcanzar tallas de 5 a 8 cm entre 6 y 10 meses de edad, según especie y calidad del hábitat. El ostión de cultivo muestra una mayor tasa de crecimiento y rendimiento en carne que el de los bancos naturales.
- Existe una creciente demanda internacional de moluscos bivalvos, incluido ostiones, e insuficiente oferta en Cuba para satisfacer el mercado nacional, incluido el mercado de divisas en frontera (turismo), lo que puede solucionarse con el desarrollo de una ostricultura sostenible.
- La versatilidad del ostión para diferentes modos de preparación, garantiza una mayor aceptación e incremento de los precios de comercialización según formas de presentación al consumidor, y con mayor beneficio nutricional en el ostión 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 se obtiene por ambas variantes, pesquería y cultivo artesanal; mientras que el ostión americano, denominado en Cuba como “ostión de fondo” no se incluye en la ostricultura.

Las variantes de cultivo se diferencian según nivel de tecnología aplicada: (a) el cultivo artesanal, con captación de “semilla” del medio natural y pre-cría cerca de los bancos de ostión silvestre, y posterior traslado a zonas de engorde en granjas relativamente alejadas de los bancos naturales; y (b) el método de cultivo tecnificado, con inducción de desove en ambiente controlado, cría de semilla suelta o fijación de semilla a colector, con pre-engorde en cautiverio (laboratorios e instalaciones remotas de pre-cría), y cría final o engorde hasta cosecha en el medio natural.

DIAGNÓSTICO Y POTENCIALIDAD DE LA PRODUCCIÓN DE OSTIÓN EN CUBA

Independiente de los factores ambientales y antrópicos que afectan a los bancos naturales de ostión en Cuba (Arencibia Carballo y Betanzos-Vega, 2018), más del 80% de la producción actual (2010-2020), se sustenta en la pesca extractiva de ostiones silvestres (entre 800 y 1000 t al año), y no se pueden esperar incrementos productivos sin la generalización de la ostricultura, sino más bien disminuciones. El cultivo de ostión, aunque llegó a garantizar casi el 50% de la producción nacional (en promedio unas 1200 t anuales de una producción total de 2500 t) durante 1980-1990, a la fecha, solo aporta entre el 15 y el 20% de la producción total anual de ostión, que ronda las 1300 t anuales (Mazón-Suástegui *et al.*, 2019).

El ostión de mangle antillano (*C. rhizophorae*) sustenta entre el 70 y 75% de la producción nacional anual de ostión, en dependencia de las variaciones anuales de su abundancia silvestre y de los aportes por cultivo artesanal. El ostión de fondo (*C. virginica*) se añade a la captura comercial posterior a 2006, y muestra mayor talla y peso promedio de la masa o carne de ostión que el ostión de mangle antillano (Betanzos-Vega *et al.*, 2016).

Todas las empresas pesqueras que en Cuba realizan actividad extractiva de ostión silvestre (14 establecimientos de 8 empresas provinciales) pueden duplicar su producción actual, por vía del cultivo artesanal, siempre que la recolecta de ostión en los bancos naturales se limite a los ostiones con talla comercial. Esto para posibilitar mayor oportunidad de desoves, y garantizar las larvas (semillas) necesarias para el cultivo artesanal. El potencial nacional se establece en un mínimo de 2000 t anuales (Isla-Molleda *et al.*, 2016). Una producción superior y sostenible, solo es posible a partir de larvas/semillas obtenidas en laboratorios (cultivo tecnificado).

Teniendo en cuenta la metodología de las granjas artesanales para el cultivo de ostión en Cuba, tipo empalizadas, de un solo poste y cruceta superior (tipo T), con dos varas de madera entre postes para colgar colectores (Figura 3), se puede alcanzar una producción mínima de 1.2 t de ostión en concha por cada 1000 colectores confeccionados con ramas de mangle. De construirse granjas con capacidad para 50 mil colectores, se prevé una producción mínima anual de 60 toneladas de ostión en concha por granja (Tabla 1).

Con el uso de colectores de mayor rendimiento, confeccionados con conchas de ostión, alambre de aluminio y otros sustratos artificiales la producción puede ser superior.

Tabla 1. Productividad mínima anual estimada según granja de 50 mil colectores: unidad con línea de 11 postes (tipo T), parque ostrícola de 100 unidades, y granja de 5 parques.

Producción mínima estimada de una línea (unidad) de engorde				
Cantidad de postes	Distancia entre postes (m)	Colectores entre postes	Cantidad total de colectores	Rendimiento kg/colector
11	2.5	10 (5 por vara)	100	1.2

Producción mínima estimada de un parque ostrícola			
Cantidad de líneas	Cantidad de postes	Cantidad de colectores	Estimado de producción ostión en concha (t)
100	1100	10 000	12

Producción mínima estimada de una granja ostrícola para 50 000 colectores			
Número de parques	Cantidad de postes	Cantidad de colectores	Estimado de producción ostión en concha (t)
5	5500	50 000	60 t

Este tipo de granja es factible en cualquiera de las zonas ostrícolas naturales actualmente en explotación (con profundidades de 1.5 m hasta 3 m). De colocarse 12 colectores por línea entre postes (60 mil colectores), la producción mínima total de una granja se incrementaría a 66 t. La cantidad de postes de la granja puede disminuirse casi a la mitad (3000 postes), si cada unidad de engorde de 11 postes se reduce a 6 postes, alargando la distancia entre estos pilotes a 5 m, pero se dificulta conseguir las varas (de 5.5 a 6 m) para colgar los colectores, siendo más factible sustituir las varas por el uso de cables resistentes.

En zonas de bancos naturales de alta producción de larvas/ostrillas (semillas), aplicando una cultura correcta de cultivo y utilizando colectores más eficientes, se puede duplicar la producción con la misma cantidad de colectores. Independientemente del diseño de la granja, existe capacidad de carga en el medio natural, en aguas costeras



Figura 3.

Unidad de engorde de la granja ostrícola artesanal de Morrillo (Bahía honda, Artemisa). Unidad de 21 postes por línea (tipo T), y 40 varas (paralelas) para sostén de 200 a 240 colectores, colocados en sistema intermareal.

adyacente a los bancos naturales, para alcanzar una producción nacional superior a 1200 t por cultivo artesanal, con aproximadamente un millón de colectores. Este potencial por ostricultura puede ser mayor (2000 t), si se utilizan otros sistemas de engorde, en balsas flotantes y *long-line*, en zonas de la plataforma de mayor profundidad (3–10 m), y características meso-tróficas. Para esta expansión de la ostricultura artesanal es imprescindible aplicar un cultivo de buenas prácticas. La incorporación en las granjas de unidades ostrícolas para usar como banco de reproductores y proveedoras de larvas/semillas de ostión, es otra opción para incrementar la biomasa desovadora, y aumentar el potencial para fijación en colectores con destino comercial.

Es necesario un ordenamiento territorial según productividad de las áreas ostrícolas, para direccionar mayores recursos materiales a las zonas más productivas y a las empresas que puedan garantizar un incremento sostenido de la ostricultura.

Las mayores capturas de ostión procedente de bancos silvestres, así como la mayor abundancia, ocurre hacia el este y sur de Cuba (Camagüey, Las Tunas, y Granma). Lo que pudiera estar relacionado con la proporcional distribución de la temperatura ambiental en Cuba, mayor amplitud de la marea hacia el este, y mayor aporte de escurrimientos fluviales y productividad primaria en la plataforma suroriental (Golfos de Guacanayabo y Ana María, con prioridad en ese orden). Ocurre además, una mayor abundancia de ostión de fondo (*C. virginica*) en la captura de las empresas que actúan en el golfo de Guacanayabo, con acceso a la cuenca del río Cauto (Mazón-Suástegui *et al.*, 2019). Contradictoriamente, los establecimientos pesqueros (Unidad Empresarial Básica=UEB) que se dedican a la actividad ostrícola en las zonas más productivas de ostión silvestre (Playa Florida, Guayabal, Manzanillo), en la región suroriental de Cuba, hasta la fecha no realizan actividad de ostricultura.

DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA SEGÚN ESPECIES DE OSTIONES EN CUBA

Con objetivo de manejo, y para dar cumplimiento a las regulaciones de talla comercial según especies de ostiones en Cuba, y como resultado de estudios antecedentes, fenotípicos y en algunos casos de caracterización genética (Sáenz, 1965; Nikolic y Alfonso, 1968; Fernández-Milera y Argüelles, 1978; Betanzos-Vega *et al.*, 2016; Mazón-Suástegui *et al.*, 2016; Betanzos-Vega *et al.*, 2018), se ha podido establecer, con bastante certeza, las especies de ostión según regiones y localidades:

Son ostiones de mangle de la especie *Crassostrea rhizophorae* (ostión antillano u ostra del Caribe): Aquellas poblaciones naturales de ostión de mangle al norte de Cuba, en Puerto Esperanza (norte de Pinar del Río), en bahía Honda, bahía de Ortigosa y bahía de Cabañas (Artemisa); el ostión de Varadero, bahía de Cárdenas y Martí (Matanzas); el ostión de las bahías Puerto de Sagua, Novillo y Nazabal (Villa Clara); el de bahía de Nuevitás (Camagüey); de las bahías de Manatí y Puerto Padre (Las Tunas); y el ostión de Holguín (Naranjo, Jururú, Bariay, Nipe); y pequeñas poblaciones en Baracoa (Guantánamo). Al sur de Cuba, son también ostiones de la especie *C. rhizophorae*, los ostiones de Caimanera (bahía de Guantánamo); los del Masso en Guamá y pequeñas poblaciones en ensenadas de la provincia de Santiago de Cuba; los ostiones de la laguna Marea

del Portillo en Pilón (sur de Granma); los de la costa oeste de la provincia de Granma, golfo de Guacacanayabo (desde Niquero a ensenada de Guá y estero Buey), y la mayoría de los ostiones de las lagunas del sistema lagunar del Cauto: Jutia, Tablones, Carena, aunque con cierto grado de incertidumbre. Se reconocen también como *C. rhizophorae* los de las lagunas Jobabo, Buenaventura, Sevilla, y otras pequeñas poblaciones en ensenadas y esteros al sur de la provincia Las Tunas. Así como las poblaciones de ostión de mangle al noreste del golfo de Ana María, en la laguna de Santa María, y esteros y lagunas de la zona costera adyacente a la Ciénaga Litoral del Sur (Florida, Camagüey). Son *C. rhizophorae* los ostiones de mangle entre Tunas de Zaza y Casilda (sur de Sancti Spiritus); y al sur de Pinar del Río, aquellas poblaciones naturales de Punta Cartas y Boca de Galafre.

Son ostiones *Crassostrea virginica* (ostión americano): Todo el ostión de fondo y de mangle del río Cauto (desde su desembocadura hasta Guamo Embarcadero); el ostión de fondo de la ensenada de Guanaroca (bahía de Cienfuegos). Al sur de Pinar del Río, todo el ostión de fondo y de mangle de la laguna El Cheve en Bailén, y las poblaciones en la desembocadura del río Cuyaguaje.

En razón de la biomasa (t) silvestre y densidad (>1 kg de ostión/m²) de los bancos naturales, por la costa norte de Cuba, es factible la introducción de la ostricultura artesanal en: 1) Puerto Esperanza, Pinar del Río; 2) su expansión en las bahías, Honda y de Cabañas, de Artemisa; 3) Isabela de Sagua, Villa Clara; 4) bahías de Manatí y Puerto Padre, en Las Tunas; 5) bahías de Naranja, Jururú, Bariay, en Holguín. En la costa sur de Cuba, es factible el cultivo artesanal, en: 6) laguna Marea del Portillo, en Pilón, Granma; 7) lagunas del sistema lagunar del Cauto, y 8) en el río Cauto desde el “desvío” del río Cauto hasta la desembocadura, Manzanillo, Granma; 9) laguna Buenaventura, en Guayabal, sur de Las Tunas; 10) laguna de Santa María, Playa Florida, Camagüey; 10) laguna El Cheve, en Guane, Pinar del Río. Otras áreas son ambientalmente factibles para el ostricultivo pero con cultivo tecnificado a partir de semilla de ostión obtenida en laboratorios, debido a su lejanía de los bancos naturales o por bancos silvestres con pobre biomasa.

REGULACIONES PARA EL OSTIÓN EN CUBA

A fines de 1980 se concertó una veda reproductiva para los bancos silvestres de ostión de mangle *Crassostrea rhizophorae*, 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; Resolución No. 336, 1995). Se le asignó una talla mínima comercial de 40 mm de largo anteroposterior a *C. rhizophorae* que se ratifica en la Resolución 126/2009, y que debido a criterios antecedentes relativos a que *C. rhizophorae* es una sinonimia de *C. virginica* se describe para “ostión de mangle *Crassostrea virginica*” (Gaceta Oficial No. 022, 2009). Diferenciadas fenotípica y genéticamente, se validan ambas especies en Cuba (Fernández-Milera y Argüelles, 1978; Betanzos-Vega *et al.*, 2016 y 2018). En la actualidad, no se ha ratificado una regulación de veda reproductiva para el ostión de mangle antillano *C. rhizophorae*, ocurriendo captura de ostiones silvestres durante todos los meses del año.

El denominado en Cuba “ostión de fondo” (*C. virginica*), forma parte de la captura comercial desde 2007, y su producción promedio anual (280 t), a base de su recolecta silvestre, contribuye con más del 20% a la producción nacional de ostión. La talla comercial de *C. virginica* (≥ 60 mm) se regula desde septiembre de 2019, y se le aplicó veda anual de 3 meses: del 15 de abril al 15 de junio y del 15 de septiembre al 15 de octubre (Resolución No. 79, 2019), y cuota total de captura bruta de 327 t anuales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Arencibia, G. y Betanzos-Vega, A. (2018). Principales factores de impacto en la actividad ostrícola. En A. Betanzos-Vega., J. M. Mazón-Suástegui y G. Arencibia-Carballo (Eds.), *La Ostricultura: una alternativa de desarrollo pesquero para comunidades costeras en Cuba*. (pp 43-55). Universidad Autónoma de Campeche, México. <https://www.redicomar.com/wp-content/uploads/2018/11/OSTR-Cuba-1.pdf>

Betanzos-Vega, A., Garcés Rodríguez, Y., Delgado miranda, G. y Pis Ramírez, M. A. (2012). Variación espacio-temporal y grado de eutrofia de sustancias nutrientes en aguas de los golfos de Ana María y Guacanayabo, Cuba. *Revista de Investigaciones Marinas y Costeras*, 4: 117-130. ISSN 1659-455X.

Betanzos-Vega, A., Lodeiros, C., Espinosa-Sáez, J. y Mazón-Suástegui, J. M. (2016). Identificación de la ostra Americana *Crassostrea virginica* como recurso natural en las Antillas Mayores: Cuba. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 87(4): 1342-1347. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rmb.2016.09.005>

Betanzos-Vega, A. Latisnere-Barragan, H. y Mazón-Suástegui, J. M. (2018). Identificación genética de *Crassostrea virginica* (Gmelin, 1791), como ostión de mangle y de fondo en río Cauto, Cuba. Potencial para ostricultura. *Memorias del III taller internacional PESCA CONYMA 2018, La Habana, del 2 al 6 de abril de 2018*.

28

Betanzos-Vega, A., Arencibia-Carballo, G. Latisnere-Barragán, H. y Mazón-Suástegui, J. M. (2020). Influencia de factores ambientales y antrópicos en la población de ostión *Crassostrea virginica* (Bivalvia: Ostreidae), en río Cauto, Cuba. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 91: e912843. <https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2020.91.2843>

Cáceres-Martínez, J. (2003). Gusanos perforadores de los géneros *Polydora* y *Brocardia* y su impacto en el cultivo de moluscos. *Boletín del Programa Nacional de Sanidad Acuicola y la Red de Diagnóstico*, 4(24): 1-6.

Cáceres-Martínez, J. y Vásquez-Yeomans, R. (2014). *Manual de Buenas Prácticas para el Cultivo de Moluscos Bivalvos*. OIRSA-OSPESCA. 117 p.

Carraro, J. L., Rupp, G. S., Mothes, B., Lerner C., y Würdig, N. L. (2012). Caracterización de la comunidad de macroinvertebrados incrustantes sobre la Vieira *Nodipecten nodosus* (Mollusca, Pectinidae), cultivada en Santa Catarina, Brasil. *Ciencias Marinas*, 38(3): 577-588.

CONAPESCA (2008) Programa maestro sistema producto ostión, Baja California. Consultores Acuícolas pesqueros, S. C., CONAPESCA, B. C. S., México. 255pp

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, La Habana, Cuba

Fernández-Milera, J. y Argüelles, L.M. (1978). Distribución y variaciones conquiológicas de *Crassostrea virginica*, Gmelin, en la Bahía de Cienfuegos. Memorias II Seminario Nacional sobre Cultivos de Moluscos, La Habana. 8 p.

Frías, J.A. y Rodríguez, J. (1991). Oyster culture in Cuba: Current state, techniques and industry organization. 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. 51–74 pp.

Galtsoff, P. S. (1964). The American oyster *Crassostrea virginica* Gmelin. U. S. Fish Wildlife Serv. Fish. Bull., 64: 480.

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 pp.

González-Sansón, G. y Aguilar, C. (1984). Ecología de las lagunas costeras de la región suroriental de Cuba. *Rev. Invest. Mar.*, 5(1), 127-171

Isla-Molleda, M., Arencibia Carballo, G. y Betanzos Vega, A. (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

Lenz, T. y Boehs, G. (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.

Mazón-Suástegui, J.M., Trabal, F.N., Leyva, V.I., Cruz-Hernández, P. y Latisnere-Barragán, H. (2016). 28S rDNA as an alternative marker for commercially important oyster identification. *Food Control*, 66: 205-214. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodcont.2016.02.006>

Mazón-Suástegui, J. M., Rivero-Suárez, S. E., Betanzos-Vega, A., Saucedo, P. E., Rodríguez-Jaramillo, C. y Acosta-Salmón, H. (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. <https://doi.org/10.3856/vol45-issue1-fulltext-24>

Mazón-Suástegui, J. M. (2018). Bioecología y manejo acuícola-pesquero de moluscos del género *Crassostrea*: Caso ostión americano *C. Virginica* (Gmelin, 1791). En: A. Betanzos-Vega, J. M. Mazón-Suástegui, y G. Arencibia-Carballo (Eds.), *La Ostricultura: una alternativa de desarrollo pesquero para comunidades costeras en Cuba*. (pp 25-41). Universidad Autónoma de Campeche. Campeche, México. <https://www.redicomar.com/wp-content/uploads/2018/11/OSTR-Cuba-1.pdf>

Mazón-Suástegui, J.M., Tripp-Quezada, A. y Betanzos-Vega, A. (2019). Diagnóstico de la producción de ostión (*Bivalvia: Ostreidae*) en Cuba, ventajas de *Crassostrea virginica* (Gmelin, 1791) para la ostricultura. *Revista de Investigaciones Marinas*, 39(2): 105-118. <http://www.cim.uh.cu/rim/Centro>

Mikkelsen, P.M. y Bieler, R. (2008). *Seashells of Southern Florida. Living marine molluscs of the Florida Keys and adjacent regions: bivalves*. Princeton: University Press

Montes-M, A., Prieto-Arcas, A. y Ruiz, L.J. (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 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 Soroa-Boffill, J. (1971). El ostión de mangle *Crassostrea rhizophorae*, Guilding, 1828. Algunas observaciones sobre sus dimensiones, pesos y sexos. FAO, Fish. (Roma).

Pauley, G. B., van Der Raay, B. y Troutt, D. (1988). Species profiles: life histories and environmental requirements of coastal fishes and invertebrates (Pacific Northwest)—Pacific oyster. U. S. Fish Wildl. Serv. Biol. Rep., 82(11.85). U. S. Army Corps of Engineers, TREL- 82.4. 28 pp.

Resolución no. 336. (1995). Período de veda de la especie denominada “Ostión de Mangle”, *Crassostrea rhizophorae*, en Cuba. Asesoría Jurídica del Ministerio de la Industria Pesquera. La Habana, Cuba, Resolución No. 79 del 1 de mayo de 1995.

Resolución no. 79. (2019). Regulaciones para “Ostión de Fondo” *Crassostrea virginica* en Cuba. Asesoría Jurídica del Ministerio de la Industria Alimentaria. La Habana, Cuba, Resolución No. 79 del 5 de septiembre de 2019.

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 presentada en opción al grado académico de Máster en Biología Marina y Acuicultura). Centro de Investigaciones Marinas, Universidad de La Habana, Cuba

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

CAPÍTULO 02

**LA APLICACIÓN DE BUENAS PRÁCTICAS
DE ACUICULTURA (BPA)
Y EL ENFOQUE ECOSISTÉMICO
EN LAS PESQUERÍAS (EEP)
Y EL CULTIVO DE OSTION
EN CUBA**

Gustavo Arencibia Carballo
Rafael Tizol Correa

Centro de Investigaciones Pesqueras (CIP),
Ministerio de Industria Alimentaria (MINAL),
La Habana, Cuba

INTRODUCCIÓN

Las Buenas Prácticas en Acuicultura (BPA) son una serie de consideraciones, procedimientos y protocolos designados para alcanzar una producción y expansión de la acuicultura eficiente y responsable que ayude a asegurar la calidad e inocuidad del producto final, así como la sostenibilidad del medio ambiente durante ese proceso. Las BPA incluyen consideraciones sobre la selección del lugar, el diseño del sistema de producción, la fuente de la semilla, la bioseguridad de las instalaciones, el manejo del alimento y su fuente de adquisición y almacenamiento, las técnicas de cultivo que maximicen la salud de los organismos cultivados, la cosecha, así como el sistema básico de sanidad y limpieza que garantice la calidad final del producto y su inocuidad.

La acuicultura es una de las vías más eficientes desde el punto de vista ambiental para la producción de proteína animal sin embargo los impactos ambientales constituyen uno de los retos más importantes. Las nuevas tecnologías y sistemas de producción permiten hoy en día incrementar la producción con un menor impacto ambiental, a través de las grandes oportunidades de inversión en la acuicultura sostenible (Tizol, 2020).

Según la ONU, la sostenibilidad consiste en seguir produciendo los beneficios para la sociedad que los sistemas naturales proporcionan a largo plazo. Para la pesca, dichos beneficios son principalmente el alimento, el empleo, los ingresos y la nutrición. Los aspectos sociales de la sostenibilidad engloban el mantenimiento de las comunidades de pescadores, la igualdad de ingresos y de género, y los derechos humanos fundamentales. En consecuencia, el primer aspecto de la sostenibilidad lo constituyen los beneficios para la sociedad.

Los recursos que existen en el medio acuático no son inagotables y la presión pesquera que se hace sobre ellos es cada vez mayor, y no siempre se consideran los trastornos ecológicos que genera la actividad extractiva pesquera. Los administradores y los científicos pesqueros reconocen que el problema de la alimentación mundial no se puede resolver incrementando la captura o perfeccionando los artes de pesca, sino promoviendo el paso de la “pesca-recolección”, hacia el cultivo de los organismos que viven en los cuerpos de agua (CONAPESCA, 2008). La acuicultura ha ido contribuyendo con la producción de recursos pesqueros hasta alcanzar producciones superiores a la de la pesca extractiva en algunas especies, como es el caso de los moluscos bivalvos, y en el caso del ostión, la acuicultura sustenta más del 80% de la producción total mundial (FAO, 2018).

Cuba es altamente vulnerable a los efectos del cambio climático, que incluye el aumento en la intensidad y frecuencia de los fenómenos meteorológicos extremos, las inundaciones costeras, la intrusión salina en los acuíferos, los cambios de temperatura y variaciones en los regímenes de precipitaciones, y el aumento del nivel del mar (Fernández-Márquez y Pérez de los Reyes, 2009; Hernández-Zanuy *et al.*, 2009). Sumado a ello, la contaminación cultural y otras actividades humanas que hacen uso directo o indirecto de los ecosistemas y afectan el medio ambiente, obligan a tomar medidas precautorias e implementar acciones de producción amigables con el entorno. Por tanto, la aplicación de un sistema de buenas prácticas en el manejo de las actividades productivas redundaría en beneficios ambientales y económicos.

La introducción y expansión de la acuicultura marina es una opción para alcanzar incrementos productivos sostenibles. 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. En la actualidad, solo se realiza el cultivo artesanal a partir de la colecta de las larvas de ostión del medio natural, y las prácticas habituales de construcción y manejo de las granjas de ostricultura no siempre son amigables con los ecosistemas.

El análisis de la actividad ostrícola en Cuba, es una oportunidad para evaluar el desempeño de las Buenas Prácticas en la ostricultura y la aplicación de un enfoque ecosistémico en la pesca extractiva de ostión silvestre. Entendiendo, que el enfoque ecosistémico incluye los aspectos sociales, económicos y ambientales teniendo en cuenta los valores de todo tipo que nos ofrecen los ecosistemas. Su valoración económica permite que los tomadores de decisiones tengan en cuenta desde su valoración monetaria los servicios que nos brinda el medio que nos rodea. Es una visión integral, que tiene en cuenta la sostenibilidad en términos ecológicos, sociales y económicos y a su vez considera los factores para su desarrollo.

PRÁCTICAS NO SOSTENIBLES EN LA ACTIVIDAD OSTRÍCOLA

Algunas consideraciones de malas prácticas en la actividad ostrícola, han sido señaladas para la región del Gran Caribe incluyendo Las Antillas (Lovatelli *et al.*, 2008; Betanzos-Vega y Mazón-Suástegui, 2018):

- Mayor esfuerzo en la pesca extractiva de ostión silvestre que en ostricultura. La pesca extractiva de ostión silvestre es poco selectiva, debido a la secuencial fijación de larvas en ostiones adultos o sobre-fijación. Esto incide en una menor talla media del ostión de los lotes comerciales, y en el rendimiento en carne, que es menor en los ostiones procedentes de los bancos naturales, en relación a los ostiones procedentes del cultivo.
- Ocurre una explotación no precautoria de los bancos naturales de ostión, sin cuotas de captura. Esto no solo afecta la biomasa silvestre, sino que además impide un desarrollo sostenible del cultivo artesanal, debido a su efecto en la población silvestre con edad reproductiva, y por lo tanto en la producción natural de larvas para este tipo de cultivo.
- En varios países de la región no se aplica veda reproductiva sobre los bancos de ostión, y se captura ostión silvestre en todos los meses del año. No se verifica la maduración gonádica antes de la recolecta o cosecha para comercialización, y esto influye en la producción de larvas y en el rendimiento en carne debido a disminución del peso del animal, si ocurrió desove masivo en los ostiones.
- En la construcción de granjas artesanales de ostricultivo, se utiliza madera del manglar. Ocurren otras acciones que son agresivas al ecosistema, como corte de ramas y raíces de mangle para acceder al ostión de mangle. Remoción de sedimentos y disturbio en la zona costera adyacente a los bancos

naturales, que constituyen áreas de cría o refugio de otras especies.

- No siempre se realiza verificación de calidad higiénico-sanitaria de ostiones, antes de recolectar o cosechar con destino comercial, poniendo en riesgo la inocuidad para su consumo. Esto provoca, que en caso de detectarse contaminación después de entregado el lote este debe ser desechado en su totalidad, o en su defecto puede incidir negativamente en la salud de los consumidores.
- En el proceso para comercialización del ostión, en modalidad de masa o carne en salmuera, no siempre se siguen las buenas prácticas, en ocasiones ocurre contaminación bacteriana del producto por la manipulación durante el proceso de desconchado, o por limpiar y envasar el ostión con la misma agua marina de las zonas costeras o de las aguas adyacentes a las áreas de proceso.

LAS BUENAS PRÁCTICAS EN LA SELECCIÓN DE LA ESPECIE Y MANEJO DEL CULTIVO

Dentro del concepto de buenas prácticas, la selección de la especie a cultivar y del sitio donde se desarrollará el cultivo juega un papel preponderante en el éxito o el fracaso del cultivo. En la acuicultura, muchas especies exóticas son seleccionadas por su resistencia y adaptabilidad a los cambios ambientales o las enfermedades, a su rápido crecimiento y a su mayor rentabilidad económica en el cultivo en lugar de las especies locales. Generalmente se recomienda el cultivo de especies nativas y no exóticas, ya que la introducción de especies exóticas puede generar afectaciones a la biodiversidad local e introducción no deliberada de patógenos. Sin embargo, la creencia de que el manejo del cultivo será muy fácil y exitoso con las especies nativas, debido a su presencia natural, es cuestionable. Es conveniente analizar estos dos criterios, selección y manejo, con objetivo de tomar una decisión adecuada sobre la especie, el sitio, y sistema de cultivo a elegir.

La mera presencia natural de una especie no significa que se adapten a cualquier situación ambiental y de cultivo. Por ejemplo, la abundancia natural de *Crassostrea virginica* (ostión de fondo) en Cuba, de mayor talla media pero de menor distribución que *Crassostrea rhizophorae*, no puede ser el argumento para seleccionar a *C. virginica* como especie objetivo a generalizar en la ostricultura en Cuba. Es necesario evaluar los requerimientos ambientales de cada especie y hacer una correcta selección de los sitios para su cultivo, con características similares a las de su hábitat natural. Así como definir las metodologías de cultivo, tras ensayos o cultivos a escala piloto, para definir la opción más eficiente. Lo cual no siempre es una garantía de un mayor éxito en la operación comercial.

TRAZABILIDAD EN LAS BUENAS PRÁCTICAS

Entre las buenas prácticas de manejo del cultivo artesanal de ostión, posterior a la fijación de larvas a colectores, se requiere del cumplimiento de los procedimientos operativos establecidos y de un manejo diferenciado que permita darle seguimiento a cada lote hasta la cosecha. Los ostiones deben distribuirse en las zonas de engorde en función de una misma cohorte (camada) con similares tallas, para evitar diferencias significativas durante la cosecha; así como evaluar la calidad de las aguas y ostiones durante el cultivo. Posterior a la cosecha, una vez que el producto llega al mercado es importante, no solamente que llegue en óptimas condiciones para su comercialización, sino que es indispensable conocer su trazabilidad; que permite rastrear la cadena de producción y otorga a los productores la posibilidad de colocar sus productos en mercados específicos más rentables, que exigen la certeza del origen y de las distintas etapas del proceso productivo (Cáceres-Martínez y Vásquez-Yeomans, 2014).

Es importante considerar siempre la trazabilidad del producto durante el proceso productivo, pues es el conjunto de acciones, medidas y procedimientos técnicos que permiten identificar y registrar cada producto desde su origen hasta el final de la cadena de comercialización.

EL ENFOQUE ECOSISTÉMICO

El enfoque ecosistémico se basa en la aplicación de metodologías científicas adecuadas centradas en niveles de organización biológica que comprenden los procesos, funciones e interacciones esenciales entre los organismos y su entorno incluyendo los aspectos sociales y económicos.

35

El enfoque ecosistémico parte del hecho de que los ecosistemas se degradan como consecuencia de las actividades humanas, lo que afecta su capacidad de proveer servicios claves para el hombre, incluyendo alimento. Los recursos pesqueros constituyen Sistemas Social-Ecológicos (SSE) complejos, cuyo manejo se dificulta por la complejidad inherente a cada subsistema y por las numerosas fuentes de incertidumbre que los afectan, y que se relacionan con el ecosistema, el recurso, los usuarios y el modo de gobernanza, que interactúan entre sí y afectan al sistema como un todo (FAO, 2015). Es por ello, que el enfoque ecosistémico debe incluirse en los planes de manejo de las pesquerías y de los cultivos, que hacen uso directo o indirecto de los ecosistemas. El objetivo es mantener saludable todo el ecosistema y cada una de sus partes, incluyendo el uso responsable de los recursos pesqueros y el medio natural objeto de explotación, siendo inherente al mismo el uso de buenas prácticas.

Es vital tener muy en cuenta que la explotación del recurso ostión de mangle se desarrolla en el ecosistema de manglar, y que estas acciones de alguna forma generan alteraciones en el medio natural, que afectan de algún modo el correcto funcionamiento de los manglares y su alta capacidad de ofrecer mejores servicios ecosistémicos (Corredor *et al.*, 2012). Sin embargo, los servicios ecosistémicos en los humedadales o manglares en específicos, deben considerarse de un modo particular dada la alta variedad de los mismos, como protección de la línea de costa, refugio de aves, criaderos de especies marinas, entre otros muchos que lo catalogan de ecosistemas socio-ecológicos altamente dinámicos, y de gran importancia en temas de explotación de recursos (Vilardy, 2014).

El Enfoque Ecosistémico Pesquero (EEP) analiza las pesquerías considerando las interdependencias ecológicas entre las especies que tienen lugar en el ecosistema y su relación con el ambiente, así como las interdependencias tecnológicas del manejo pesquero (artes y técnicas de pesca) y su impacto en los hábitats y en el propio recurso.

PLAN DE MANEJO BAJO ENFOQUE ECOSISTÉMICO PESQUERO

La poca efectividad de las medidas operacionales de manejo en la mayoría de las pesquerías se debe al uso de medidas tradicionalmente enfocadas al control de la captura y del esfuerzo pesquero (cuotas, vedas temporales) de las especies objetivo (Figura 1), minimizando los aspectos ecosistémicos e ignorando los modos de gobernanza según el SSE.

La figura 1 representa el componente básico o tradicional, el enfoque se basa en la pesquería y su ordenación, en función del recurso pesquero o especie objetivo (FAO, 2003; FAO, 2006), y cómo estas interacciones conforman un conjunto de complejas relaciones.

En un concepto ampliado del paradigma de ordenación pesquera convencional, se agrega al EEP acciones de análisis y ordenación con una óptica más extensa y holística dentro de los SSE. Se concibe, como una nueva dirección para la administración de la actividad pesquera, orientada a invertir el orden de las prioridades en la gestión, comenzando con el ecosistema en lugar de las especies objetivo (Figura 2). El nuevo EEP no contradice ni sustituye la ordenación pesquera convencional, sino que busca mejorar su aplicación y reforzar su pertinencia ecológica a fin de contribuir al desarrollo sostenible (FAO, 2010; FAO, 2015).

36



Figura 1. Componentes básicos de un plan de manejo convencional de Enfoque Ecosistémico Pesquero (EEP). Tomado de FAO (2015).

Según lo propuesto en la figura 2 es necesario tener en cuenta que esto implica considerar no solo al recurso explotado, sino también al ecosistema (incluyendo las interdependencias ecológicas entre especies y su relación con el ambiente), y a los aspectos socioeconómicos vinculados con la actividad.

No hay un camino único para la implementación del EEP. Puede enfatizarse en el concepto de gestión basada en el sitio, teniendo en cuenta las variables ecológicas, las pesqueras, las supeditadas a la jurisdicción y a tradiciones locales. El EEP ofrece una oportunidad única para potenciar la sinergia entre aspectos de uso sostenible (largo plazo) y sustentable (socioeconómicamente rentable) con la conservación de la biodiversidad y de los ecosistemas que la contienen. Dependiendo del caso, puede sugerirse una combinación estratégica que incluya la evaluación del manejo pesquero según productividad pesquera en áreas de explotación, la protección de la biodiversidad, y el mantenimiento en el tiempo de los Bienes y Servicios Ambientales (BSA) a través del reconocimiento del valor económico que representan en los ecosistemas, todo ello como parte de una gestión socio-económica y ambiental (Figura 3). Es decir, un manejo pesquero basado en el ecosistema incluyendo su interacción social y económica.

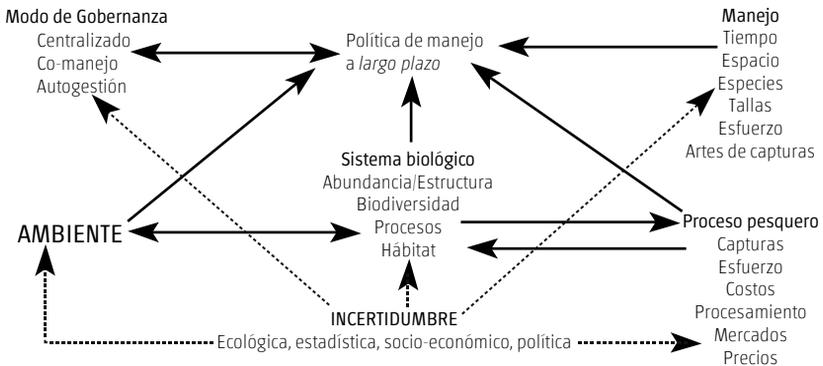


Figura 2. Diagrama de un Enfoque Ecosistémico Pesquero (EEP) en un manejo con Sistema Social-Ecológico (SSE), junto con las herramientas de gestión más utilizadas y diferentes modos de gobernanza. Tomado de FAO (2015).

APLICACIÓN DEL ENFOQUE ECOSISTÉMICO PESQUERO EN UN ESTUDIO DE CASO

En el análisis tradicional, para evaluar los resultados de un plan de manejo con EEP, se emplean diferentes tipos de indicadores relacionados con el ambiente y el estado de la población objeto de explotación. Un indicador puede ser definido como la variable de un sistema pesquero que puede ser objeto de seguimiento para medir el estado del sistema en un momento determinado (FAO, 2006). Estos indicadores se utilizan para evaluar el modo en que se cumplen los objetivos, como los relativos al estado de la población explotada en el tiempo y deben estar vinculados a objetivos específicos y a los correspondientes puntos de referencia. Para ello debe realizarse un monitoreo sistemático de los recursos pesqueros, del esfuerzo de pesca, el hábitat, y la biodiversidad. La evaluación del desempeño del plan de manejo puede ser realizada según puntos de referencias -metas y límites sostenibles de la población o el ecosistema- por medio



Figura 3. Esquema conceptual general a tener en cuenta en un Enfoque Ecosistémico Pesquero (EEP), ofrece una oportunidad importante para balancear la conservación de la biodiversidad y los ecosistemas, con el manejo de recursos explotados (modificado de FAO 2015).

de variables indicadoras y métodos científicos apropiados. Un ejemplo, basado en las variaciones de la abundancia del ostión de fondo (*C. virginica*) del río Cauto, Cuba (Betanzos-Vega *et al.*, 2018), es utilizado aquí para evaluar el desempeño del manejo de esa pesquería (Tabla 1).

38

Según el análisis del desempeño de la pesquería de ostión de fondo del río Cauto (Tabla 1), que correspondió al estado de la pesquería durante el periodo 2010–2014, la biomasa total de ostión de fondo en explotación debía mantenerse entre 1000 y 1400 t y la densidad entre 100 y 200 ind./m² (explotación sostenible), con estos indicadores se aseguraba una captura máxima sostenible (CMS) de 300 t anuales de ostión en su concha (Betanzos-Vega *et al.*, 2018), y así se mantuvo de 2010 a 2012. Sin embargo, en 2013 la captura anual (556 t) sobrepasó en 256 t a la CMS, lo que demuestra que la pesquería no siguió un enfoque precautorio, ni ecosistémico.

Los valores de biomasa y densidad inferiores al límite (Tabla 1), que evidenciaron una sobreexplotación del recurso, se registraron desde finales de 2013 hasta diciembre de 2014, lo que motivó una moratoria de captura de la especie, que se hizo efectiva de enero de 2015 a diciembre 2016 (2 años), cuando se alcanzaron nuevamente los indicadores favorables, cercanos o superiores al límite establecido. Paralelamente a los estudios poblacionales y de referentes de la pesquería, se realizó un estudio de evaluación ambiental para determinar si las causas de la disminución de la abundancia y de la captura, era únicamente responsabilidad de un mal manejo de la pesquería. Se demostró que adicional a una sobreexplotación del recurso en 2013, ocurrió un impacto por aguas residuales de la industria azucarera (mayo de 2014) y escurrimientos fluviales significativos (junio-septiembre de 2014), que actuando en sinergia, afectaron la sobrevivencia e incidieron en la disminución de la abundancia (biomasa y densidad) del ostión del río Cauto en 2014 y hasta 2015, por afectación del hábitat (Betanzos-Vega *et al.*, 2020).

Puntos de referencia	Indicador Biomasa (t)	Indicador (densidad ind./m ²)	Estado del recurso	Acciones
	1600 (biomasa inicial)	>200	Subexplotado	Evaluar e implementar Plan de Manejo
Objetivo	1400	200		
	1001-1399	101-199	Explotación sostenible	No aumentar captura ni esfuerzo
Límite	1000	100		
	601-999	51-99	Máxima explotación	Disminuir esfuerzo y temporada de captura
	<600	<50	Sobre explotación	Moratoria de captura. Veda temporal

Tabla 1. Uso de indicadores de abundancia (biomasa y densidad) para evaluar el desempeño de un plan de manejo basado en EEP (modificado de FAO, 2015). Según datos poblacionales (2010 - 2014) de ostión de fondo del río Cauto, Cuba (Betanzos-Vega *et al.*, 2018).

La evaluación del estado de la pesquería (Betanzos-Vega *et al.*, 2018) y la tipificación de los factores de impacto ambiental que afectan su sobrevivencia (Betanzos-Vega *et al.*, 2020), permitieron identificar las causas según malas prácticas en el manejo de la pesquería de ostión de fondo del río Cauto, y los rangos idóneos según variables fisicoquímicas y biológico-poblacionales. Esto permitió recomendar acciones de manejo sostenible (cuota de captura según captura máxima sostenible, veda reproductiva, talla mínima legal, y propuesta de cultivo artesanal), y de gestión sostenible (potenciar una gobernanza que integre a todos los usuarios de la cuenca hidrográfica del río Cauto, con objetivos específicos de co-manejo dirigidos a su uso y protección). El estudio corroboró la importancia del manejo con EEP, al observarse una recuperación de la población de ostión de fondo del río Cauto a partir de 2016, posterior a una moratoria de pesca extractiva del ostión silvestre por más de 1 año.

El manejo de una pesquería no depende solo de los administradores de la pesquería, se necesita de una gobernanza que promueva y haga efectiva la participación de todos los usuarios de la biodiversidad y de los ecosistemas (comunidades del área de intervención, productores, conservacionistas, economistas, y sociólogos) en el manejo de los recursos (co-manejo). El co-manejo o co-gestión es concebido como un modo de gobernanza, dirigido a aprovechar las capacidades de las comunidades pesqueras (sean artesanales o industriales) y del gobierno, y al mismo tiempo compensar las debilidades propias de ambos. El co-manejo se inserta claramente en el EEP, incluyendo al hombre como actor clave en el estudio y manejo de los recursos pesqueros y en la protección del ecosistema que los sustenta (FAO, 2015).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Betanzos-Vega, A. y Mazón-Suástegui, J. M. (2018). Ostricultura vs pesquería de ostras. En: A. Betanzos-Vega., J. M. Mazón-Suástegui y G. Arencibia-Carballo (Eds.), La Ostricultura: una alternativa de desarrollo pesquero para comunidades costeras en Cuba. (Capítulo 1, pp 1-9). Universidad Autónoma de Campeche, México. <https://www.redicomar.com/wp-content/uploads/2018/11/OSTR-Cuba-1.pdf>

Betanzos-Vega, A., Mazón-Suástegui, J. M., Puga, R., Avilés-Quevedo M. A. y Formoso, M. (2018). Status of the American oyster *Crassostrea virginica* (Mollusca: Ostreidae) resource in Cauto river, Cuba. Revista Bio Ciencias, 5. 17pp. <http://dx.doi.org/10.15741/revbio.05.2018.06>

Betanzos-Vega, A., Arencibia-Carballo, G. Latisnere-Barragán, H. y Mazón-Suástegui, J. M. (2020). Influencia de factores ambientales y antrópicos en la población de ostión *Crassostrea virginica* (Bivalvia: Ostreidae), en río Cauto, Cuba. Revista Mexicana de Biodiversidad, 91: e912843. <https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2020.91.2843>

Cáceres-Martínez, J. y Vásquez-Yeomans, R. (2014). Manual de Buenas Prácticas para el Cultivo de Moluscos Bivalvos. OIRSA-OSPECSA. 117 p.

CONAPESCA (2008) Programa maestro sistema producto ostión, Baja California. Consultores Acuícolas pesqueros, S. C., CONAPESCA, B. C. S., México. 255pp.

Corredor, E. S., Fonseca, J. A. y Páez, E. M. (2012). Los servicios ecosistémicos de regulación: tendencias e impacto en el bienestar humano. Revista RIAA. 3(1), 77-84.

FAO. (2003). La ordenación pesquera. 2. El enfoque de ecosistemas en la pesca. FAO Orientaciones Técnicas para la Pesca Responsable. No. 4, Supl. 2. Roma. FAO 133 p

FAO. (2006). Aplicación práctica del enfoque de ecosistemas en la pesca. Roma, FAO. 85 pp.

FAO. (2010). La ordenación pesquera. 2. El enfoque ecosistémico de la pesca. 2.2 Dimensiones humanas del enfoque ecosistémico de la pesca. FAO Orientaciones Técnicas para la Pesca Responsable. No 4, Supl. 2, Add. 2. Roma, FAO. 94 pp.

FAO. (2015) Enfoque ecosistémico pesquero: Conceptos fundamentales y su aplicación en pesquerías de pequeña escala de América Latina, por Omar Defeo. FAO Documento Técnico de Pesca y Acuicultura No. 592. Roma, Italia.

FAO. (2018). El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2018. Cumplir los objetivos de desarrollo sostenible. Roma. Licencia: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.

Fernández-Márquez, A. y Pérez de los Reyes, R. (2009). GEOCUBA, Evaluación del Medio Ambiente Cubano, CITMA, PNUMA, AMA, 293 p.

Hernández-Zanuy, A., Alcolado, P. M., Puga, R., Martínez- Daranas, B., Fernández-Vila, L. J., Piñeiro, R., Capetillo, N., de León M. E., Cobas, L. S., Lorenzo, S., Busutil, L., Caballero, H., Esquivel, M., Guerra, R., Sosa, M., Hidalgo, G. y Perera, S. (2009). Evaluación de las posibles afectaciones del cambio climático a la biodiversidad marina y costera de Cuba, 145 pp. Informe Científico-Técnico del Resultado Número 2, Instituto de Oceanología, La Habana. <http://www.redciencia.cu>

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

Tizol, R. (2020). Acuicultura y sostenibilidad, principales líneas para la inversión. Conferencia. Memorias del I Taller de ostión, ECOVALOR, técnicas de cultivo y capacitación. Las Tunas, Cuba, del 27 al 30 de enero de 2020. CD-ROM.

Vilardy, S. P. (2014). Evaluación de los servicios de los ecosistemas en la Reserva Arqueológica de Mazinga Sierra Nevada de Santa Marta (Colombia). Santa Marta: Universidad del Magdalena.

CAPÍTULO 03

**EL VALOR ECOLÓGICO Y EL
ENFOQUE ECOSISTÉMICO
EN EL CULTIVO DE OSTIÓN DE MANGLE:
CASO DE ESTUDIO
PUERTO PADRE, LAS TUNAS.**

Abel Betanzos-Vega¹
Esnoldo Macías Aguilera²

¹Centro de Investigaciones Pesqueras (CIP),
Ministerio de Industria Alimentaria (MINAL),
La Habana, Cuba

²Unidad Empresarial Básica (UEB) del puerto pesquero
de Puerto Padre, Las Tunas, Cuba

INTRODUCCIÓN

El sector pesquero necesita de los servicios y beneficios ambientales de los ecosistemas marinos, debido a que en dependencia de su estado de salud así será la contribución de estos a la abundancia de recursos pesqueros, y al beneficio socio-económico. Los ecosistemas marinos de mayor aporte a la biodiversidad y abundancia de especies marinas en Cuba, son los arrecifes coralinos, pastos marinos (seibadales) y manglares (Baisre, 1985 y 2004; Alcolado *et al.*, 2007). Disímiles pesquerías hacen uso directo e indirecto de estos ecosistemas, y su afectación por la pesca es reconocida como un factor de impacto adicional. Es importante valorar el efecto de estos usos en los ecosistemas y en las especies que en ellos habitan, no solo por su consecuencia en la biodiversidad sino además por su impacto socio-ecológico.

Un mecanismo financiero que otorgue un valor ecológico (ECOVALOR) a los Bienes y Servicios Ambientales (BSA) o ecosistémicos (BSE) contribuiría a la conservación y uso sostenible de la biodiversidad, y a la percepción del riesgo por uso no sostenible. Un enfoque, es el de contribuir económicamente (pagar) por el uso de los ecosistemas, al dirigir parte de los beneficios económicos de la producción, generados por el uso de los BSA, para la conservación y uso sostenible de esos ecosistemas (Barsev, 2008; Gómez-País *et al.*, 2014), el mecanismo que se propone se conoce como Pago por Servicios Ambientales (PSA). Otro de los mecanismos es la valoración económica de servicios ecosistémicos, e incluir en los análisis económicos de costo beneficio de una actividad productiva, el costo por daño e ingresos por beneficio ambiental (Betanzos-Vega *et al.*, 2014; Gómez-País *et al.*, 2014).

Daño ambiental es toda pérdida, disminución, deterioro o menoscabo significativo inferido al medio ambiente en su conjunto o a uno o más de sus componentes. El daño ambiental está relacionado con el componente denominado medio físico o natural (Gómez-País *et al.*, 2014).

EL PAGO POR BIENES Y SERVICIOS AMBIENTALES (BSA) Y SU COMPLEJIDAD ACTUAL

Existen diferentes fuentes de financiamiento para la conservación de los BSA, cuya captación depende del uso de mecanismos financieros. El énfasis del proceso está en determinar un valor económico según los BSA que ofrecen los ecosistemas y en consecuencia establecer mecanismos financieros de cobro (PSA) por el aprovechamiento de estos BSA, y que deben representar el monto mínimo necesario para garantizar la conservación de los recursos naturales (Barsev, 2008).

Para la cuantificación monetaria de los daños ambientales se necesitan dos datos: la magnitud física de la afectación y el precio por unidad de magnitud física para poder convertirla en un valor (Gómez-País *et al.*, 2014).

El monto de compensación (PSA) según uso de BSA, se complejiza en función de los derechos de propiedad sobre las áreas de generación de servicios ambientales. Para Cuba, con una política acentuada en la propiedad social, propiedad estatal de las áreas de pesca y ecosistemas marinos, la creación de estos mecanismos financieros es de más fácil realización, siempre que existan las herramientas y los marcos legales, políticos e institucionales para su implementación. Las complejidades se acentúan no solo en la creación, adaptación y aprobación de los instrumentos económicos para instituir un pago por el uso de los BSA, que además puede ser subvalorado o sobrevalorado, sino además en la valoración económica según cuantificación de la oferta y la demanda según beneficios de los ecosistemas, y en función de sus tipos de usos (Barsev, 2008; Gómez-País *et al.*, 2014; Díaz-Abreu *et al.*, 2018).

Las formas de compensación pueden implicar varios instrumentos (recaudación de fondos, cargos directos por tarifas, concesiones de uso, cuotas, etc.) que dependerán no solo de un beneficio material con valor de uso o simplemente por existencia o valor hedónico belleza de un paisaje submarino para buceo contemplativo. Sino también, de la manera en que se incluirán, en los análisis económicos de costo-beneficio de una actividad productiva, los ingresos por disminuir el daño a un ecosistema, y en cómo y cuál sería el beneficio directo o indirecto al productor por las acciones de conservación.

En este proceso, es trascendental la concientización de la importancia de los ecosistemas para la sostenibilidad de las actividades productivas (socio-económicas) que hacen uso de ellos. Cuya herramienta principal puede ser la capacitación en materia ambiental y de valoración económica de los ecosistemas según el efecto de sus funciones en la producción de bienes y servicios.

A nuestro criterio, la incorporación de mecanismos financieros para la conservación de recursos naturales, debe partir de la valoración económica de los servicios ecosistémicos, que deben definirse según conciliación entre todos los actores que intervienen en el uso y manejo de los ecosistemas según localidad, siendo imprescindible en el caso de la actividad pesquera la participación de los principales usuarios, los pescadores.

EL ECOSISTEMA DE MANGLAR

Se plantea que los manglares están desapareciendo en el mundo a una tasa anual de 1% al 2%, y se consideran en peligro crítico o cerca de su extinción en 26 de los 120 países donde se encuentran. En Cuba están presente en más del 50% de sus costas y un 25% muestra afectación por diferentes causas, con incidencia en su resiliencia (Menéndez, 2013).

En Cuba, al igual que en otras islas del Caribe, existe un proceso de degradación de los manglares atribuido al incremento del nivel del mar debido a las afectaciones de la variabilidad del clima o del cambio climático (Menéndez, 2013). La pérdida de los manglares de borde que sostienen los bancos intermareales de ostión, por causa del potencial incremento del nivel de mar, afectarán las poblaciones de ostión de mangle silvestre no solo por menor disponibilidad de sustratos, sino además por los disturbios que se generarán en las zonas costeras. El impacto de la elevación del nivel del mar sobre ecosistemas costeros, como los manglares, puede variar entre regiones y dependerá de la topografía de las costas, de los procesos de erosión provenientes del mar y la deposición de sedimentos proveniente de los suelos, con mayor afectación en zonas bajas de tipo acumulativas. La ostricultura artesanal ecosistémica, y el desarrollo de nuevas zootecnias de cultivo en ambiente controlado (hatcheries), son la única respuesta posible a la potencial afectación a los bancos naturales de ostión de mangle, por el aumento esperado del nivel del mar.

El manglar brinda servicios ecosistémicos que benefician la biodiversidad, protegen de la erosión la zona costera, retienen sedimentos y contribuyen al avance de la línea de costa, es hábitat de disímiles especies, y secuestran de la atmósfera grandes cantidades de carbono—tres o cuatro veces más que la mayoría de los bosques terrestres—, generando múltiples beneficios socio-económicos y ambientales (Gómez-País, 2006; Palacios y Cantera, 2017; Díaz-Abreu *et al.*, 2018). A partir del análisis de los bienes y servicios que ecosistemas como los manglares ofrecen al hombre, precisamente como protectores costeros, su valor económico y social es muy elevado, a pesar de que generalmente no se tienen en cuenta (Jo Chon, 2005). La actividad pesquera se beneficia de los bienes y servicios del manglar, siendo necesario asegurar la continuidad de las funciones de este ecosistema a partir de aplicar un enfoque ecosistémico en sus gestiones de uso, incorporando acciones que fomenten la resiliencia del ecosistema y de las poblaciones (comunidades) costeras que se favorecen directamente de sus servicios.

ESTUDIO DE CASO: LA ACTIVIDAD OSTRÍCOLA EN PUERTO PADRE, LAS TUNAS, ACCIONES DE PRODUCCIÓN SUSTENTABLE

La adaptación necesaria de la actividad ostrícola basada en la pesca extractiva, que depende de las existencias silvestres, a la ostricultura ecosistémica y de buenas prácticas, es imprescindible. Sobre todo en el contexto actual de vulnerabilidad de sus hábitats críticos ante los efectos del cambio climático, y la antropización de la zona costera.

La actividad ostrícola en la bahía de Puerto Padre se deriva de la abundancia silvestre de ostión de mangle *Crassostrea rhizophorae*, cuyo hábitat natural se relaciona con el ecosistema de manglar. El ostión se distribuye de forma intermitente, fijado a las raíces del mangle rojo en la zona intermareal, que bordean el litoral noreste de la bahía. La pesca extractiva de ostión de mangle puede ser dañina para el manglar debido a acciones, involuntarias o no, de descortezado y corte de las raíces para acceder al ostión. Otras acciones agresivas al bosque de mangle ocurren para obtener la madera necesaria para las empalizadas de las granjas de ostricultura, típicas en Cuba.

En Puerto Padre, la producción de ostión se basó fundamentalmente en la captura de ostión silvestre, y esto cambió a partir de acciones dirigidas a la renovación y ampliación de la actividad de ostricultura desde 2017. Dos años representativos del predominio de una y otra variante (pesca y cultivo), fueron respectivamente 2015 y 2019 (Figura 1). En 2015, el 86.1% de la producción de ostión provino de la recolecta de ostión silvestre, y en 2019 el cultivo aportó el 84.1%.

46

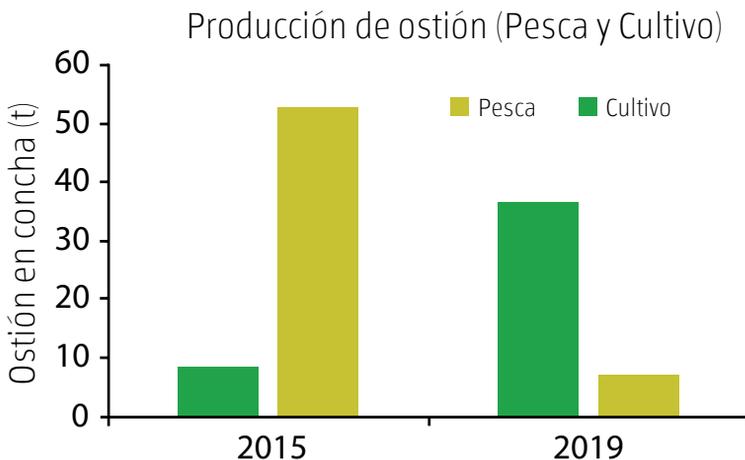


Figura 1. Producción de ostión en la bahía de Puerto Padre, comparando captura según pesca extractiva de ostión silvestre y la producción por cosecha de ostión del cultivo artesanal (2015 y 2019).

*(Datos proporcionados por Adalberto Leyva Segura PESCATUN).

El cambio de paradigma, de pesca extractiva a cultivo artesanal ecosistémico, estuvo relacionado con diferentes acciones: 1) orientación y disposición del sector pesquero nacional (GEIA) y provincial (PESCATUN) de apoyar los esfuerzos locales para implementar o aumentar la ostricultura artesanal con recursos propios que reduzcan las importaciones, 2) la estrecha vinculación entre los directivos pesqueros (productores) y las instancias de protección y manejo ambiental de la provincia (CITMA, Empresa de Flora y Fauna, y otras entidades conservacionistas), que se traduce en un plan de manejo y protección de los recursos pesqueros de la bahía de Puerto Padre, y en el apoyo a las acciones de cultivo ecosistémico, 3) la implicación de las instancias del gobierno municipal y provincial que derivó en el aporte gubernamental del 1% (contribución del Gobierno Local) para el desarrollo de acciones vinculadas a la producción de alimentos, y 4) un componente importante en el éxito de cualquier actividad pesquera, el esfuerzo y voluntad de los pescadores/cultivadores, entre otros trabajadores de la UEB pesquera de Puerto Padre, siendo necesario mencionar aquellos que con su creatividad y empeño decidieron iniciar un cultivo de buenas prácticas con enfoque ecosistémico (Esnoldo Macías Aguilera, Miguel Hernández Rodríguez, Félix Diago Zulueta, Ramón Hernández Bruzón, Lucas Chapman Mullings).

Las metodologías y acciones de Buenas Prácticas aplicadas en la actividad ostrícola de Puerto Padre fueron:

- Erradicar la tala de arbustos de mangle para la confección de postes y varas para las empalizadas de la granja, utilizando el aporte financiero del 1% del gobierno local para la compra de madera a la empresa Agroforestal de Puerto Padre.
- En colaboración con la Empresa Agroforestal del municipio Puerto Padre, y la Empresa Nacional para la Protección de la Flora y la Fauna, se acordó la recuperación de manglares afectados por el huracán “Irma” (sept. 2017), por la deforestación, y por la propia actividad pesquera. Se autorizó la poda responsable de ramas terminales aéreas de mangle rojo, siguiendo el procedimiento establecido para su uso como colector de ostiones, hasta sustituirlos totalmente por otro tipo de colectores. En retribución, los ostioneros deberán reforestar el manglar con la siembra de plántulas de mangle, ayudando a la resiliencia del ecosistema. Para la restauración se tuvo en cuenta que la afectación fue generada por daños físicos, y que en la zona a reforestar no existen otros factores estresantes al ecosistema, que actúen de forma independiente o en sinergia, que pudieran limitar el éxito de la restauración.
- En 2019 se decidió no recolectar ostión silvestre hasta noviembre y diciembre, respetando los meses de marzo a septiembre, cuando se registra máxima maduración gonádica y desoves masivos de la población. Extrayendo de los bancos naturales únicamente ostiones de talla comercial >40 mm de longitud anteroposterior, que han tenido al menos una oportunidad de desove.
- En 2019, se confeccionaron e instalaron en la granja, 200 colectores artificiales fabricados con recortes desechados de alambre de aluminio y 100 colectores de “concha madre” de ostión tipo sarta. Con estos nuevos colectores se sustituyeron igual cantidad de colectores tradicionales confeccionados con ramas de mangle.

- Como reducción de importaciones, se sustituyó el cordel de nylon monofilamento por cordel recuperado de la fibra textil al interior de neumáticos desechados, de alta resistencia y durabilidad. Según tipo y tamaño, de cada neumático se pueden obtener 2000 a 4000 cuerdas de 1.50 a 2.0 m de largo, aproximadamente una cuerda para cada colector (Figura 2).
- Hasta 2018 el precio de venta de ostión era de \$35.00 CUP/kg (equivalente a \$1.40 USD según tasa de cambio). Para impulsar la producción de ostión por vía del cultivo, tras análisis y discusión con la oficina de finanzas y precios del Órgano Local de Gobierno en Las Tunas, y en razón de los precios regionales (Caribe Insular y Centro América) para ostión desconchado en salmuera, se aprobó un precio de \$55.00 CUP/kg (equivalente a \$2.20 USD).

Figura 2. Uso de cordel recubierto con caucho vulcanizado, denominado localmente cordel de “poligóm”, recuperado de neumáticos desechados, y que sustituyó el uso de nylon monofilamento de importación.



- Desde 2018, y como parte del encadenamiento productivo, se puso en funcionamiento un molino multiuso de “martillo” con el objetivo de pulverizar las conchas vacías de ostión procedente del descarte productivo. Esto, para producir harina de conchas de ostión de alto contenido de carbonato de calcio como suplemento alimenticio en la dieta animal sobre todo para la avicultura.

El molino puede procesar unos 360 Kg de concha/hora, y en función del descarte anual se estimaron en promedio unas 24 t de conchas disponibles para 2019. Esto, según peso promedio de las conchas (60%) respecto al peso total del ostión, valorando un 40% entre peso húmedo (partes blandas del animal más el agua interior), y otras adherencias y suciedades externas que acompañan al ostión hasta su entrega a proceso (que deben ser eliminadas antes del molinado). Esta actividad puede coexistir con ambas variantes de producción de ostión (pesca y cultivo).

ECOVALOR EN EL ANÁLISIS DE VALORACIÓN ECONÓMICA DE LA ACTIVIDAD OSTRÍCOLA EN PUERTO PADRE, CUBA

Se ha resaltado la importancia de los ecosistemas en la sostenibilidad de los recursos pesqueros, y se enfatiza en la necesidad de buenas prácticas y uso del enfoque ecosistémico en el cultivo de ostión, como única vía para lograr incrementos productivos sostenibles. La tradición en el uso del manglar (troncos y ramas) para la confección de artes de pesca, y para la construcción de las empalizadas de las granjas ostrícolas en Cuba, es un elemento a considerar en las estrategias de conservación de los BSA del manglar.

Estimar, en su justa medida, el valor económico de un ecosistema o de alguna de sus partes integrantes, es un reto al conocimiento en ecología y biodiversidad. Son múltiples sus funciones y beneficios a la naturaleza y a la sociedad, y en el proceso de calcular un valor ecológico, el mismo se puede sobrestimar o subestimar, y será difícil establecer un valor común, por área y por sus funciones, debido a múltiples factores que marcan diferencias entre regiones y localidades, para un mismo tipo de ecosistema. A saber, los manglares tienen funciones comunes, y a la vez benefician de forma diversa según localidad geográfica, fauna asociada, y en función de sus usos.

Se consideraron valores ecológicos por hectárea de manglar y según Beneficio Bruto (mínimo=US\$500, medio=US\$1000, y máximo=US\$1500) de sus funciones, para la región del Archipiélago de Sabana Camagüey, plataforma nororiental (Gómez-País, 2006). Según BSE afectados por la demanda de materia prima del manglar para la actividad ostrícola, fueron valorados respectivamente en US\$500, US\$1000 y US\$1500/ha, según: corte y uso de ramas de mangle para colectores, corte o descortezado de raíces de mangle para recolecta de ostión silvestre, y tala de arbustos de mangle para postes y varas de las granjas. Valores, que según hectáreas de uso/afectación, se incluyeron en un análisis de valoración económica de servicios ecosistémicos del manglar según pesca y cultivo de ostión. Fueron considerados costos ambientales los daños al ecosistema, e ingresos los beneficios ambientales por protección de los BSA del manglar. El análisis se concentró en las acciones de pesca extractiva de ostión y de ostricultura en Puerto Padre, analizando los resultados productivos de 2015 y 2019.

El beneficio ambiental por reforestación de mangle rojo en 2019 (restauración del ecosistema) no fue incluido en el análisis de costo beneficio, debido a incertidumbre en el arraigo y desarrollo de las plántulas por su insipiente siembra. Tampoco se incluyeron los ingresos potenciales por producción de harina de conchas de ostión (valor agregado) al no producirse ventas por este concepto hasta la fecha. Se espera por análisis de calidad e inocuidad de la harina resultante, y se concilia con el Órgano Local de Gobierno el precio de comercialización. Por otra parte, el uso de las conchas para producir harina (carbonato de calcio) disminuye su uso para la confección de colectores, que redundaría en una sustitución de los colectores de ramas de mangle y en mayor rendimiento de ostión por colector al ser más productivos los colectores de concha. Se sugiere utilizar las conchas de mayor tamaño para colectores y el resto con destino a la producción de harina de conchas. También hay posibilidad de una vez utilizadas las conchas para colectores, posterior a un ciclo de cultivo y cosecha de ostión, podrían destinarse a la producción de harina.

Resultado del ensayo en 2019 con diferentes colectores, se determinó una productividad -rendimiento en peso promedio de ostión en concha por colector- de 1.02 kg de ostión cosechado por colector de ramas de mangle, y de 3.0 kg y 3.9 kg por colector de cochas y de alambre de aluminio respectivamente. Adicionalmente, la UEB de Puerto Padre reportó un incremento en el rendimiento en carne de ostión (7.0%) en 2019, respecto al obtenido en 2015, de 5.7%. Lo que se traduce en un incremento del volumen de masa o carne de ostión a comercializar por ostión, y corrobora la eficiencia productiva del cultivo por sobre la pesca extractiva de ostión silvestre.

COSTO-BENEFICIO ECONÓMICO AMBIENTAL

En la valoración económica ambiental, el Beneficio o Ganancia Bruta (GB) se obtuvo de la diferencia entre los costos totales y los ingresos totales (Tabla 1). La ganancia neta (GN) o rentabilidad, de la diferencia entre la ganancia bruta (GB) e ingresos por venta (IV) de ostión, después de impuestos (35%) sobre los ingresos: $GN = GB - (0,35 \cdot IV)$, gravamen impositivo sobre ventas establecido en Cuba para las empresas estatales auto-financiadas (Betanzos-Vega *et al.*, 2014). En este ejercicio de valoración económica de servicios ecosistémicos, los montos se presentan en dólares estadounidenses (\$USD) según equivalencia (1 USD = 25 CUP), en función del cambio oficial.

Tabla 1. Valoración (\$USD) económica ambiental de la producción de ostión según años con predominio de las variantes, pesca (2015) y cultivo (2019) de ostión, en la bahía de Puerto Padre. Se incluyen los costos por daño e ingresos por beneficio de BSA del manglar.

CONCEPTO/AÑO	2015	2019
COSTOS ECONÓMICOS		
Compra de madera para construcción de la granja		1150
Compra de nylon monofilamento para colectores	960	0
Compra de Puntillas	45	60
Confección de colectores de ramas de mangle	43.75	206.25
Confección de colectores de concha madre		56
Confección de colectores de alambre aluminio		20
COSTOS POR DAÑO AMBIENTAL		
Daño por recolecta de ostión silvestre (pesca)	7905	1035
Daño por tala de arbustos para madera (granja)	210	0
Daño por corte de ramas para colectores (cultivo)	450	1650
COSTOS TOTALES	9598.75	4167.25
INGRESOS POR VENTA DE OSTIÓN		
Venta de carne de ostión en salmuera	5108.4	6892
BENEFICIO AMBIENTAL		
Reducción de daño por recolecta de ostión silvestre	425	1604
Reducción de daño por tala de arbustos	0	1150
Reducción de daño por corte de ramas para colectores	0	54
INGRESOS POR BENEFICIO AMBIENTAL	425	2808

INGRESOS POR AHORRO DE MATERIALES		
Sustitución de nylon monofilamento por cordel poligóm		400
INGRESOS TOTALES	5533.40	10100.00
BENEFICIO BRUTO	-4065.35	5932.75
RENTABILIDAD (ECONÓMICA-AMBIENTAL)	-5853.29	3520.55

En el análisis de valoración netamente económica, de haberse mantenido el mismo precio de venta del ostión en ambos años evaluados, la actividad ostrícola en 2015 -mayoritariamente por pesca de ostión silvestre- resultaría de mayor rentabilidad debido a menores inversiones (costos económicos) por cultivo. Sin embargo, el análisis de costo – beneficio global, valoración económica y ambiental (Tabla 1), que incluyó los costos e ingresos por BSA, mostró rentabilidad negativa en 2015, debido mayormente a los costos ambientales por daño al ecosistema del manglar. Mientras que 2019 presentó rentabilidad positiva con ganancia equivalente a \$3520.55 USD, debido a incremento del precio de venta del ostión, mayor rendimiento productivo por implementación y ampliación de la ostricultura ecosistémica, y beneficios ambientales. Acción que minimizó el daño al ecosistema de manglar por reducción de la recolecta de ostión silvestre, y eliminó la tala de mangles para la construcción de las empalizadas de las granjas, utilizando madera comprada a una empresa agroforestal. Se suma en los ingresos de 2019 el monto ahorrado (beneficio económico) por sustitución del nylon monofilamento (para 33 mil colectores), por cordel (“Poligóm”) de las llantas de desecho.

En la valoración económica ambiental, la ganancia neta (rentabilidad económico – ambiental), resulta un indicador económico del modelo de producción y de la actitud ambientalista de la empresa pesquera. Mostrando, la actividad ostrícola, un mayor beneficio económico-ambiental en 2019, debido a la aplicación de Buenas Prácticas.

ANÁLISIS PARA LA VIABILIDAD O FACTIBILIDAD ECONÓMICA

En el análisis de valoración económica ambiental de la actividad ostrícola en Puerto Padre, se tuvo en cuenta el costo-beneficio económico y según daños y preservación del ecosistema de manglar según variantes productivas, este análisis persiguió como objetivo comparar los beneficios económicos y ambientales de un cultivo ecosistémico sobre el método tradicional de pesca extractiva de ostión silvestre. Sin embargo, para evaluar la viabilidad de invertir en un proyecto de cultivo, son necesarios otros análisis económicos complementarios que permiten determinar su factibilidad económica. El análisis debe incluir el Valor Actualizado Neto (VAN) siendo aceptable desde el punto de vista económico si el VAN es igual o preferiblemente superior a cero (positivo) donde el VAN es la diferencia entre ingresos y egresos.

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{Y_t}{(1+i)^t} - \sum_{t=1}^n \frac{E_t}{(1+i)^t} - I_0$$

Donde Y_t representa el flujo de ingresos del proyecto, E_t sus egresos e I_0 la inversión inicial en el momento cero de la evaluación. La operación se puede simplificar con

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{BN_t}{(1+i)^t} - I_0$$

Donde BN_t representa el Beneficio Neto del flujo en el periodo t . BN puede tomar valor positivo o negativo, un valor igual a cero (punto de equilibrio) indica que el proyecto renta lo mismo que se exige de la inversión.

Se debe evaluar la Tasa Interna de Retorno (TIR) para determinar el periodo de recuperación de la inversión en función de una única tasa de rendimiento.

$$TIR = \sum_{t=1}^n \frac{BN_t}{(1+r)^t} - I_0 = 0$$

El análisis de factibilidad puede ser realizado con el concurso de entidades provinciales como los Centros de Información y Gestión Tecnológica y Ambiental (CIGET) u otras entidades cubanas de evaluación económica y planificación física, territoriales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alcolado, P.M., García, E.E., y Arellano-Acosta, M. (Eds.). (2007). Ecosistema Sabana-Camagüey. Estado actual, avances y desafíos en la protección y uso sostenible de la biodiversidad. Proyecto PNUD/GEF Sabana-Camagüey CUB/98/G32; CUB/99/G81. Editorial Academia. 183 pp.

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. ISBN 959-05-0359-4. <http://www.cubaliteraria.cu>

Barsev, R. (2008). Mecanismos financieros para la conservación de recursos naturales: guía metodológica. Editorial Academia, La Habana, 95 pp. ISBN 978-959-270-126-7

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. <http://doi.10.3856/vol42-issue5-fulltext-18>

Díaz-Abreu, D. M., González-Mejías, Y. y Pérez-Fernández, R. (2018). Bienes y servicios ecosistémicos. Estudio de caso: Valoración económica de reserva ecológica bahía Nuevas Grandes – La Isleta. Las Tunas. Cuba. Revista digital de Medio Ambiente “Ojeando la Agenda”. 52: 1-26. ISSN 1989-6794.

Gómez-País, G. (2006). Análisis económico de las funciones ambientales del manglar en el ecosistema Sabana-Camagüey. En: P.M. Alcolado, 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

Gómez-País, G.; Gómez Gutiérrez, C.; Rangel Cura, R. (2014). Guía metodológica para la valoración económica de Bienes y Servicios Ecosistémicos y Daños ambientales. ISBN 978-959-7167-51-8. <http://repositorio.geotech.cu/jspui/handle/1234/2399>

Jo Chon. (2005). Protective values of mangrove and coral ecosystems: A review of methods and evidence. The World Conservation Union. IUCN.

Menéndez, L. M. (2013). El ecosistema de manglar en el archipiélago cubano: Bases para su gestión. Tesis Doctoral. Universidad de Alicante. Alicante, España.

Palacios, M. L. y Cantera, J. R. (2017). Mangrove timber use as an ecosystem service in the Colombian Pacific. *Hydrobiology*, 803(1): 345-358

CAPÍTULO 04

PROCEDIMIENTOS DE BUENAS PRÁCTICAS PARA EL CULTIVO ARTESANAL DE OSTIÓN EN CUBA.

Abel Betanzos-Vega¹
José Manuel Mazón-Suástegui²

¹Centro de Investigaciones Pesqueras (CIP),
Ministerio de Industria Alimentaria (MINAL),
La Habana, Cuba

²Centro de investigaciones Biológicas del Noroeste S. C.
(CIBNOR), Baja California Sur, México.

INTRODUCCIÓN

Existe tradición, y Cuba ha sido pionera en América Latina en el cultivo de ostión. Las técnicas y métodos utilizados han sido descritos por diferentes autores (Nikolic y Alfonso, 1968; Simpson *et al.*, 1975; 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). Las técnicas y metodologías concernientes a la ostricultura artesanal han sido aplicadas en Cuba para la especie ostión de mangle *C. rhizophorae*. Intentos en la década de 1970 con ostión de fondo *C. virginica*, no fueron satisfactorios (Fonticiella y Soroa, 1979), probablemente porque el sitio de cultivo no cumplió con los requerimientos ambientales de esta especie. Las metodologías aplicadas en Cuba, y algunas utilizadas en estados mexicanos del Golfo de México que comparten nuestras especies (Palacios-Fest *et al.*, 1988), se detallan en este capítulo. Los procedimientos que se mencionan, según técnicas y métodos tradicionales, se actualizaron en función de las experiencias y complejidades actuales de la ostricultura en Cuba (Betanzos-Vega, 2018).

Como se ha mencionado, la producción ostrícola en Cuba alcanzó más de 2000 t anuales con contribución del 50% por cultivo entre 1980 y 1990. Este resultado fue consecuencia de un Programa Nacional de Desarrollo Ostrícola, bajo la supervisión y asesoría del Centro de Investigaciones Pesqueras de Cuba, y que se basó en la implementación de unas 20 granjas de cultivo artesanal y de la introducción del cultivo tecnificado. Desarrollo que se vio truncado por afectación y cambio ambiental en la zona costera donde habita el ostión silvestre, en sinergia con dificultades económicas en la década de 1990 y el cierre de los laboratorios de cultivo controlado de ostión.

Entre 2018 y 2019 y como parte de la nueva formulación para la Estrategia Nacional de Desarrollo Sostenible de la Maricultura, se retoman las intenciones de generalizar la ostricultura artesanal en Cuba y se dan los primeros pasos. Según inventario nacional existe presencia de ostión *C. rhizophorae* o *C. virginica* en unas 30 zonas con bancos naturales, distribuidas en 10 de 15 provincias y un municipio especial, y en 8 áreas de 5 provincias se realiza alguna actividad de ostricultura artesanal de ostión de mangle *C. rhizophorae*.

Está demostrado (Rodríguez *et al.*, 1990; Frías y Rodríguez, 1991; Helm *et al.*, 2006; Lovatelli *et al.*, 2008; Mazón-Suástegui *et al.*, 2011; Cáceres-Martínez y Vásquez-Yeomans, 2014) que el cultivo tecnificado (laboratorios de desove y pre-cría de ostión en cautiverio), es el de mejores resultados productivos y de mayor beneficio económico-ambiental, aunque el más costoso en términos de inversión. En la actualidad, el método más factible para generalizar en Cuba, según costo-beneficio a corto plazo, es el cultivo artesanal con semilla obtenida del medio natural. Su generalización, con el uso de Buenas Prácticas, permitirá crear las bases para re-introducir a mediano o largo plazo el cultivo tecnificado en ambiente controlado.

PROCEDIMIENTOS OPERATIVOS PARA EL CULTIVO ARTESANAL DE OSTIÓN A PARTIR DE LA COLECTA DE SEMILLA DEL MEDIO NATURAL

El cultivo artesanal de ostión precisa de tres procesos principales: (1) selección de la especie y evaluación ambiental para selección de los sitios donde se realizarán las diferentes etapas del cultivo, (2) captación por fijación natural de las larvas “semillas” en 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 de ostión individual en canastas u otros sistemas de almacenamiento, y (3) crecimiento o engorde, en zonas con buena calidad del agua, hasta talla comercial y cosecha.

1. EVALUACIÓN DE SITIOS PARA COLECTA Y PRE-CRÍA DE “SEMILLAS” Y ZONAS DE ENGORDE

Objetivo: Evaluar y determinar la calidad ambiental de sitios de captación natural de “semillas” de ostión, y de las zonas con potencialidad para engorde.

PROCEDIMIENTO:

1) Evaluación de sitios potenciales para el ostricultivo:

1.1) De las zonas ostrícolas naturales identificar las que muestran mayor abundancia de ostiones silvestres (>1 kg/m²), con tallas grandes.

1.2) Definir si estas zonas presentan áreas marinas alejadas de los bancos naturales con protección natural, espacio y profundidad suficiente (1.5 a 5 m) para la instalación de granjas de engorde.

1.3) Proyectar los muestreos y realizar estudios de variables fisicoquímicas e hidrobiológicas para la caracterización y evaluación de la calidad de las aguas, en:

- a. las zonas de bancos naturales de ostiones que aportarán las larvas
- b. las zonas donde se colectarán las “ostrillas” silvestres y se realizará la pre-cría,
- c. en las áreas con potencialidad para engorde.

Los valores medios y extremos (máximos y mínimos) por variables evaluadas serán comparados con los indicadores de calidad según norma cubana NC-25 (1999) y con los requerimientos ambientales de la especie.

1.4) El muestreo fisicoquímico e hidrobiológico debe realizarse mensual durante un año para determinar la variabilidad estacional, y de no ser posible realizar al menos cuatro muestreos al año (trimestral), incluyendo marzo y septiembre, meses representativos de los periodos de seca y lluvia respectivamente, y coincidentes con periodos reproductivos.

1.5) Verificar la presencia de depredadores naturales y evaluar la viabilidad de implementar el cultivo. En Cuba, la jaiba (*Callinectes spp*), sobre todo la jaiba azul, es un depredador por excelencia de los ostiones, un control de este depredador puede ser implementar una pesquería alternativa. Tras evaluación de la población de jaiba y licencia para su captura se pueden combinar ambas actividades por los ostioneros.

2) Selección del sitio para el cultivo de ostiones:

2.1) Según resultado de los muestreos evaluativos del ambiente, seleccionar el o los sitios idóneos de acuerdo a la calidad de las aguas y los requerimientos ambientales de la especie de ostión a cultivar.

2.2) Seleccionado el sitio para cultivo, identificar en qué área del banco natural se presentan las mejores condiciones para la colecta de “semilla” natural, valorando según presencia y cantidad de ostiones juveniles silvestres.

2.3) Para determinar zonas y profundidad de mayor fijación de larvas (semilla) utilizar “colectores testigos”, de un mismo diseño y dimensiones, colocándolos 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).

2.4) Se recomienda utilizar como colectores testigos planchas lisas de fibrocem con dimensiones rectangulares (ejemplo: 20 cm de ancho y 50 cm de largo o altura). Los que serán sujetados a las ramas exteriores del manglar donde se ubican los bancos naturales seleccionados según abundancia natural de ostiones juveniles.

2.5) Cada colector testigo (planchas de fibrocem) deberá ser marcado (en centímetros) con líneas horizontales, lo que posibilita contar la cantidad de “semillas” según segmentos (cada 5-10 cm) de profundidad vertical.

2.6) 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, para no alterar las condiciones del monitoreo.

2.7) En cada muestreo, a los colectores con semillas retirados, debe medirse (longitud en mm) las ostrillas con un vernier (Pie de Rey), calcular el crecimiento promedio por mes y estimar el crecimiento promedio por día; así como determinar la sobrevivencia (% de ostiones vivos según cantidad de ostiones fijados).

Los colectores testigos permiten identificar los meses y profundidad donde ocurren los máximos de fijación y sobrevivencia, para definir dónde colocar los colectores para la captación de semilla con destino comercial. En Cuba se plantea una amplitud del nivel poblado de ostiones de mangle de entre 10 y 40 cm de profundidad según regiones. El nivel de profundidad de mayor cantidad de fijaciones de ostión de mangle es el de 15 a 25 cm, en la parte media de la zona intermareal. Estas variaciones dependen de la amplitud de la marea, que se acrecienta hacia el este del país, entre otros factores.

2. CONFECCIÓN DE COLECTORES PARA LA CAPTACIÓN O FIJACIÓN DE “SEMILLAS”

Objetivo: Confeccionar sustratos colectores de gran durabilidad, que permitan captar altas densidades de ostrillas (“semillas”) fijadas.

Se utilizan ramas terminales de mangle rojo, sustrato colector tradicional en Cuba; conchas vacías de ostión para la confección de ristras o collares; láminas o tejas acanaladas de fibrocemento, frascos o botellas de policarbonato; recortes o tramos de malla hexagonal plástica, alambre de aluminio encalado, u otros sustratos duros.

PROCEDIMIENTO:

1) 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 como colector de ostiones:

1.1) Cortar ramas terminales aéreas de mangle rojo de entre 40 y 70 cm de largo, según amplitud vertical de la marea del sitio para colocarlos en cultivo. Mediante un proceso de poda, se cortaran las ramas delgadas con numerosas ramificaciones (en forma de sombrilla semicerrada o de cono); quitar las hojas evitando que pierda la corteza, y sumergir rápidamente en el agua del lugar donde se realizará la captación de “semillas” de ostión.

1.2) Exceptuar de esta actividad la franja costera realizando la poda o cortes en el mangle rojo que se ubique a más de 15 metros por detrás de la primera línea de mangles, para no afectar los manglares de borde donde habitan las poblaciones naturales de ostión que abastecerán las “semillas” y que constituyen zonas de cría de varias especies marinas.

1.3) Efectuar una rotación adecuada, evitando repetir el corte de ramas en una misma área de arbustos.

1.4) Prohibición de talar los arbustos para luego obtener los colectores, cortándose los mismos directamente sobre él.

1.5) En el momento de colocación para captación de “semillas”, se amarran los colectores con un cordel o nylon monofilamento y se sujetan a las estacadas diseñadas y colocadas para esta función. Tradicionalmente, en Cuba, empalizadas con postes en líneas paralelas a la costa de manglar donde se ubican los bancos de ostión silvestre (Figura 1 izquierda).

Los colectores confeccionados con ramas de mangle son de bajo costo y alto rendimiento en periodos de máxima fijación de larvas (Figura 1 derecha), pueden coleccionar hasta 300 ostrillas por rama, según ramificaciones (área disponible para fijación). 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 ostiones. El rendimiento promedio según peso de ostión cosechado por colector de ramas de mangle en Cuba es de 1.2 kg de ostión en concha/colector, aumentando hacia el este del país.



Figura 1. Líneas para colecta y engorde de ostión de mangle (izquierda), y colector de ramas de mangle con fijación de "ostrillas" (derecha). (Fotos: Abel Betanzos-Vega).

2) Colectores de conchas de ostión (Concha madre):

2.1) 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, y proceder a un proceso de limpieza o desinfección de las conchas.

2.2) Las conchas se perforan, apoyándolas en una madera, con un taladro, puntilla o punzón perforador, en la parte cercana al umbo, perforando por la parte interior.

2.3) Según diseño cubano, en un cordel de nylon monofilamento o de hilo resistente (2 a 3 mm de diámetro según peso estimado a resistir por el colector), se ensartan las conchas unas encima de otra con la parte interior (cóncava) de la concha hacia abajo, o encontradas (una hacia abajo y otra hacia arriba). Otro método es dejando un espacio de 2 a 4 cm entre conchas, y se pueden colocar por pares (Figura 2). La cantidad de conchas en la vertical dependerá de la amplitud de la marea en la localidad y de la profundidad en que ocurren las fijaciones. Según método intermareal: para una amplitud de marea de 50 cm, y separadas las conchas, utilizar un mínimo de entre 20 y 30 conchas individuales o entre 40 y 60 si se colocan por pares. Se pueden unir ambos extremos del colector y formar un "aro o anillo" (Figura 3).

2.4) Los colectores de ristras o sartas de conchas pueden colocarse individuales con una separación de 15 o 20 cm formando una cortina, o agrupados en un manojo de 4 a 6 ristras, o 4 ristras suspendidas a un aro de alambroñ u otro material, dejando una distancia prudencial entre cada ensarta o ristra para facilitar el crecimiento (Figura 2). Puede captar entre 200 y 400 ostrillas/colector según diseño. El rendimiento promedio por colector de conchas en Cuba es de 3.0 kg de ostión/colector, en cosecha.

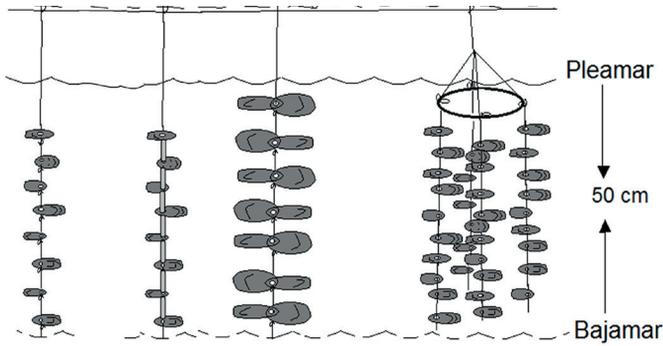


Figura 2. Diseños de colectores de sartas o collares de conchas de ostión utilizados en Cuba para captación de semilla y engorde de ostión. En este esquema se representan según método intermareal (modificado de Betanzos-Vega, 2018).

2.5) En diseños como los utilizados en México para colecta de semilla de ostión americano *C. virginica*, se ensartan de unas 50 a 70 conchas unas encima de otra en una línea de monofilamento. Se pueden colocar individual o se unen 6 líneas de sartas de concha formando un manojo de tal manera que un colector tendría entre 300 a 420 conchas (Garrido *et al.*, 2011), y se colocan generalmente en balsas flotantes y en sistema submareal (siempre sumergidos). Una vez ocurrida la fijación de larvas y cuando las ostrillas fijadas tienen más de 5 mm de longitud, se desensartan y se confeccionan nuevos collares o sartas destinados a engorde con las cochas separadas, utilizando como separadores entre las conchas tramos (4 a 5 cm de altura) de tubería eléctrica 5/8" o 1/2" de PVC (ejemplo: segundo colector de izquierda a derecha en Figura 2, y Figura 3 izquierda).

60

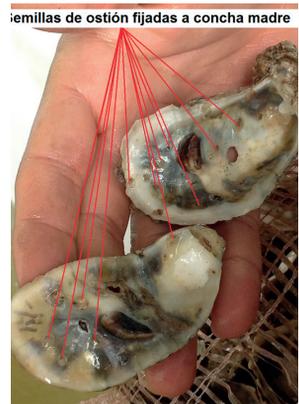


Figura 3. Uso de concha madre para colecta de "semillas" de ostión. Colector de concha con ostiones, con separadores de tubería de PVC, formando un aro, Tabasco, México (izquierda). Colectores de concha recién colocados para fijación, sin separar las conchas (centro). Semillas de ostión *C. virginica* fijadas a concha madre (derecha). (Fotos: cortesía de Jorge Tordecillas Guillén, COTET, Tabasco).

El colector de concha madre es de bajo costo pues se utilizan conchas descartadas del proceso de desconchado. El costo aumenta por el uso de nylon monofilamento para ensartar las conchas, que generalmente duran una cosecha. Aunque no es práctica común, algunos productores encalan las conchas (cubrir con una mezcla de cal viva, cemento y arena fina en proporción =1:2:1), para favorecer el desprendimiento, y pueden durar dos cosechas. Los colectores no deben rozar los fondos marinos. Se considera una buena fijación cuando en cada “concha madre” se fijan más de 4 ostrillas.

3) Colector de láminas de fibro-cemento o de barro:

3.1) Para la confección del colector se cortan láminas o tejas de fibrocem rectangulares, ejemplo: de 25x50 cm (debe tenerse en cuenta la amplitud vertical de la marea del sitio seleccionado); o tejas acanaladas que pueden montarse unas encima de otras con separación de 4 a 5 cm (Figura 4)

3.2) Realizar dos orificios por uno de los extremos de 30 cm para pasar un cordel o nylon monofilamento calibre 3.

3.3) Amarrar el colector a las varas de las empalizadas para colecta de semilla o a las ramas exteriores del mangle, dejándolo en suspensión. Si ocurre inclinación debido a la acción de la corriente, abrir un orificio en la parte inferior del colector y colgar un peso.

3.4) Se recomienda la teja acanalada de fibrocem (Figura 4) 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.

3.5) Debido a su fragilidad, debe tenerse cuidado con su manipulación para garantizar varias cosechas.

Estos colectores a veces colectan más “semillas” por una sola cara lo que incrementa la competencia; algunos pescadores utilizan el método de encalar (embadurnar 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.



Figura 4. Colectores de fibrocemento (teja acanalada) utilizados como sustratos para la fijación de semilla de ostión. (Fotos: José M. Mazón-Suástegui).

4) Colectores de botellas plásticas o policarbonato:

4.1) Se utilizan frascos o botellas desechadas de agua, refresco u otras bebidas, y preferiblemente las que muestran un volumen de 1.5 o 2 litros.

4.2) Con un cuchillo, tijera o segueta se cortan las botellas en anillos o por la mitad a lo largo, y se pueden lijar y 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, pero no es recomendable.

4.3) 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 conchas (valvas) de ostión con la cara cóncava hacia abajo.

4.4) 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.

4.5) 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 6 cm, con la parte interior hacia abajo (Figura 5).

4.6) Atar la parte superior de la malla (colector) a las líneas de fijación y colocar un peso moderado en la parte inferior del colector.

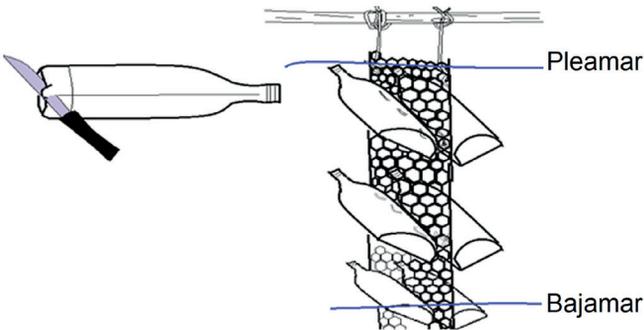


Figura 5. Colector confeccionado con botellas de polipropileno atadas a malla hexagonal plástica, para colecta de ostrillas ("semilla") con destino a engorde de ostión individual. (Tomado de Betanzos-Vega, 2018).

El colector de botellas plásticas puede captar de 300 a 600 ostrillas, incluyendo fijaciones en la malla, pero tiene como inconveniente que el peso de los ostiones puede desprender las botellas -que además de la pérdida de los ostiones pueden contaminar el ambiente debido a durabilidad del plástico, hasta 500 años para descomponerse-, y por otra parte los ostiones se desprenden con facilidad. Se utilizan mayormente para obtener “semilla suelta” del medio natural hasta pre-cría de 5 a 10 mm de longitud anteroposterior para pasar a sistemas de engorde de ostión individual (“linternas chinas”, canastas, bolsas o costales de malla) (Figuras 6 y 7).



Figura 6. Sistemas de almacenamiento para engorde de “semilla” de ostión individual: Canastas ostoneras de diferente diseño. El cultivo de ostión individual se recomendó en Cuba para *C. virginica* de mayor talla que *C. rhizophorae*. (Fotos: José M. Mazón-Suástegui).

Otros diseños para engorde de ostión individual que se utilizan son los sacos o bolsos de malla plástica; posterior a pre-cría se llenan con cientos de juveniles, y a medida que crecen se distribuyen (deshuble) en otros sacos para facilitar su crecimiento. Los sacos de malla para engorde, se colocan en sistemas de cultivo llamados “camas o literas”. También en empalizadas con líneas de postes, se extiende un cable tensado entre postes y, a una profundidad intermedia de la marea, se colocan sistemas de contenedores plásticos, con ostiones, suspendidos a los cables, con diferentes aberturas según talla de los ostiones en cultivo (Figura 7).

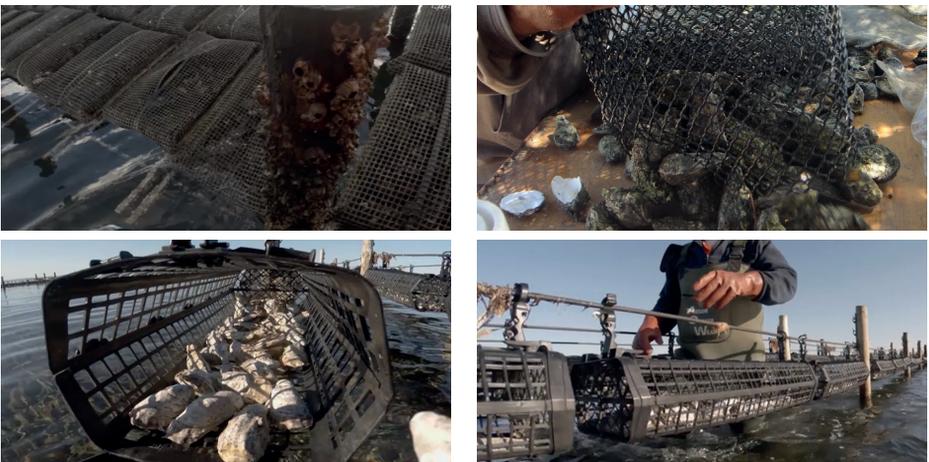


Figura 7. Engorde de ostión individual en sacos o bolsos de malla plástica que se colocan mayormente en “camas o literas” (arriba). Sistema de cultivo con canastas plásticas suspendidas para engorde de ostión individual (abajo). Ambos en sistema intermareal (Fotos: José M. Mazón-Suástegui).

Con un manejo de excelencia, cada cierto tiempo durante el periodo de engorde, las canastas con ostiones (Figura 7) se trasladan a la costa o a barcos, donde se limpian (canastas y ostiones) con agua a presión y cepillado, y si es necesario se introducen en tinas con cloro (una concentración de 2 a 3 mg/L durante unos 30 minutos) para eliminar epibiontes y patógenos en el exterior de la concha y en los medios de cultivo. Se enjuagan con agua a presión, y posteriormente, se realizan desdobles (disminuir la cantidad de ostiones por bolsa o canasta según tamaño del ostión), y se devuelven a las zonas de cultivo para continuar el engorde.

Estos sistemas de canastas (Figura 7) se utilizan comúnmente para cría y engorde de ostión individual a partir de “semilla suelta” obtenida en laboratorios, fijada a granos de arena o de concha de ostión triturada. El uso de colectores es mayormente para la colecta de larvas, que se fijan en conglomerados y dificultan su separación individual.

5) Colectores de alambre de aluminio:

5.1) 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 8).

5.2) Cortar dos tramos de 130 cm de largo (Figura 8A), se cruzan perpendicular uno sobre otro, se unen y se doblan al medio formando un asa o argolla (Figura 8B), se desenrollan o destrenzan simulando una rama de mangle de varias ramificaciones o sombrilla semi-cerrada (Figura 8C); se obtienen unos 24 filamentos.

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

El colector de alambre de aluminio funciona como colector para fijación y engorde (Figura 9) y pueden durar varias cosechas, siempre que se encalen cada vez que se utilicen para fijación. 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. El rendimiento promedio de este colector según peso es de 3.9 kg de ostión en concha/colector.

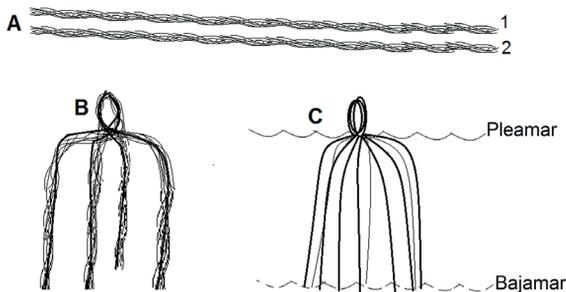


Figura 8. Esquema del colector confeccionado con alambre de aluminio. Se utilizan dos tramos de alambre trenzado (A), se doblan en forma de herradura, y por el doblez se trenzan los dos cables formando una argolla (B), y se destrenzan los alambres (C). (Tomado de Betanzos-Vega, 2018).



Figura 9. Colectores de alambre de aluminio con ostiones de mangle en engorde. Sistema de cultivo intermareal en Puerto Padre, Las Tunas. (Fotos: Gustavo Arencibia Carballo)

3. COLOCACIÓN DE COLECTORES Y COLECTA DE “SEMILLA” SILVESTRE

Objetivo: Obtención de semilla de ostión del medio natural según fijación en colectores.

PROCEDIMIENTO:

1) Colocación de colectores para fijación de “semillas”:

1.1) Garantizar 2000 m de cordel o dos madejas de nylon monofilamento de 1 000 m cada una y de 2 a 3 mm de diámetro, para colocar entre 1 300 y 1 500 colectores para fijación. Esto debe garantizar unos 1 200 colectores con ostrillas/“semillas” por módulo de granja de engorde tipo Nikolic *et al.* (1976a y 1976b). Se colocarán para colecta de semilla más de 1 300 colectores pues en muchos de ellos no se produce una buena fijación.

1.2) Se utilizará por colector un tramo de monofilamento de 1 a 1.5 m de largo, según distancia al agua y amplitud de la marea, de diámetro 2 a 3 mm para sostener los colectores. El uso de cordel o de nailon monofilamento puede reducirse si las varas de los tendales de donde se suspenden los colectores se colocan más cerca de la superficie de agua, como se observa en la Figura 10.

1.3) Los colectores para fijación de ostión de mangle se pueden sujetar a las ramas exteriores del manglar para la captación natural de ostrillas, donde recibirán sombra (las ostrillas no deben recibir directamente la radiación solar). Se recomienda colocar una línea de postes, para los colectores de fijación, adyacente y paralela a la franja de manglar (Figura 10) donde se ubiquen los bancos naturales, para disminuir la competencia y efecto de la fauna acompañante que es mayor en el manglar, y facilitar el trabajo de los ostioneros. Para ostión de fondo se colocaran empalizadas a sotavento y barlovento del banco natural, a diferentes distancias, con objetivo de propiciar una mayor probabilidad de fijación de larvas tanto en flujo como en reflujo de la marea.



Figura 10. Tendales o estacadas de una sola línea de postes, a la sombra del manglar, para fijación y pre-cría de ostión de mangle. Colectores de ramas de mangle. (Foto: Abel Betanzos-Vega).

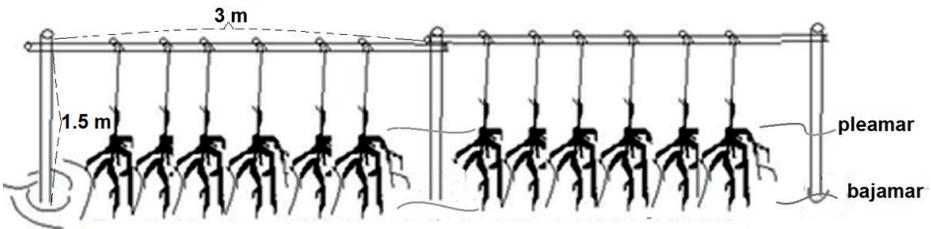


Figura 11. Esquema del diseño y dimensiones de las líneas de captación de semilla y pre-engorde, con colectores suspendidos a estacadas en sistema intermareal. (Tomado de Betanzos-Vega, 2018)

1.4) Los tendales para fijación se confeccionarán con postes, de madera o concreto, de 3 a 4 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 11). Por la parte superior, sobresaliente del agua, se deben unir con varas de 1 a 2 pulgadas de diámetro, o una línea de cable o un cabo resistente de donde se suspenderán los colectores para fijación.

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

2) Los métodos intermareal y submareal para la colocación de los colectores:

2.1) El método intermareal 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 (predomina en Cuba cada 6 horas debido a dos bajamares y dos pleamares en 24 horas, en algunas regiones ciclos de 12 horas). Este método disminuye la posibilidad de fijación de larvas durante unas 12 horas al día en los horarios de marea baja pues los colectores quedan totalmente expuestos al aire, e impide también la alimentación constante de los ostiones (84 horas semanales de alimentación).

Este método 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.

Cuando las amplitudes de la marea son de poca altura -como ocurre al occidente de Cuba-, una técnica es colocar el colector de forma que solo queden 20 cm de su estructura bajo del agua en pleamar, y una vez ocurrida fijación de ostrillas en su tramo inferior, se baja el colector 20 cm más para una segunda fijación, y si aún queda un tramo superior del colector fuera del agua en pleamar esta operación se repite. De esa manera se aprovecha toda la altura del colector (colectores de ramas de mangle y de alambre) para mayor oportunidad de fijaciones, lo que implicará dos o tres cosechas a un mismo colector. Con esta técnica y con el método intermareal hay que vigilar que en bajamar todo el colector quede fuera del agua para su limpieza natural.

2.2) En el método totalmente sumergido (submareal) los colectores se colocan en marea baja, de forma que la parte superior del colector quede sumergida, manteniendo los ostiones 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 mayor pudrición de la corteza y la consiguiente pérdida de fijaciones. El método submareal se recomienda para sistemas de cultivo en balsas flotantes y *long line*.

Cada región presenta sus meses de mayor producción y fijación de larvas, 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. 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 10-15 mm (entre 40 y 60 días según zonas).

4. PRE-ENGORDE DE “SEMILLAS” EN ZONAS DE FIJACIÓN

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

PROCEDIMIENTO:

1) Periodo de pre-cría en ambiente natural:

1.1) Después de obtener la fijación, se mantendrá una limpieza periódica de los colectores removiéndolos en círculos suavemente en el agua, principalmente si el método de colocación es submareal. Mantenerlos en el sitio de fijación para pre-engorde, hasta alcanzar una talla media superior a 10 mm.

1.2) Durante el pre-engorde (pre-cría), se realizarán mediciones aleatorias a los ostiones (biometría) tratando de no desprender los ostiones, para determinar el crecimiento y validar la calidad del sitio. Los colectores con mayores fijaciones y con más del 50% de los ostiones con talla ≥ 10 mm de longitud anteroposterior, serán trasladados a las granjas de engorde o crecimiento.

Al realizar el pre-engorde (pre-cría) en el mismo sitio de captación de semilla, se garantiza dos periodos de engorde y cosecha al año, según talla comercial en Cuba para ostión de mangle *C. rhizophorae*, debido a menor tiempo de ocupación de las granjas de crecimiento. Tiene como inconveniente diferencias mínimas de tallas debido a sobre-fijación.

5. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE LAS GRANJAS PARA ENGORDE DE OSTIÓN.

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.

El diseño y metodología más común de cultivo artesanal de ostión en Cuba, es el de engorde en sistema intermareal en granjas de empalizadas (tipo estantes o mesetas), ubicadas en zonas poco profundas (<3 m) cercanas al litoral costero (Figura 12), al interior de lagunas costeras, bahías y ensenadas, donde el control sanitario es más complejo. Otros diseños de granjas que permiten el engorde a una mayor profundidad y distancia de la costa (balsa o *long-line*) han resultado más eficientes, e incluidos en las buenas prácticas de cultivo de moluscos bivalvos. Las balsas (Figura 13) se utilizan en zonas con cierta protección del viento y de las corrientes, a mayor distancia de la costa

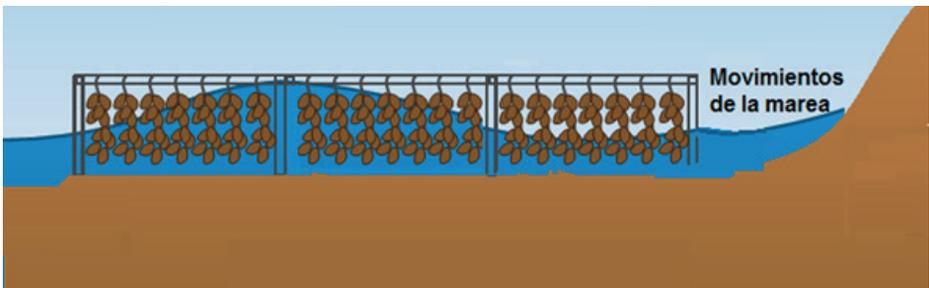


Figura 12. Esquema de un sistema de cultivo intermareal en empalizadas (tipo estantes o mesetas) Este sistema de engorde mantiene los ostiones expuestos (en bajamar) y sumergidos (en pleamar), con menor tiempo de alimentación (modificado de Cáceres-Martínez y Vásquez-Yeomans, 2014).

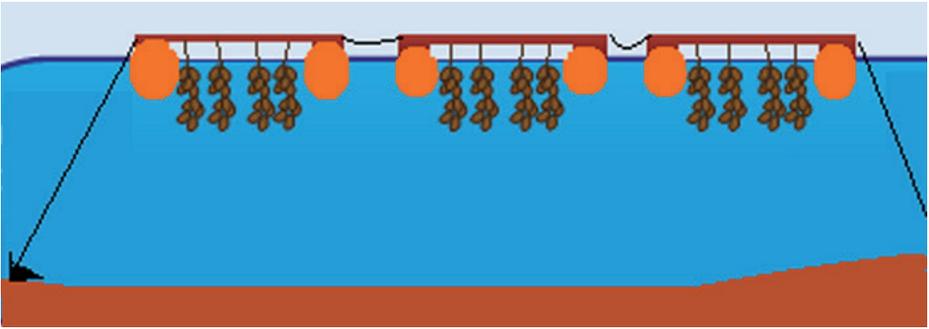


Figura 13. Esquema de un sistema de cultivo de ostión en balsas flotantes. Este sistema de engorde mantiene los ostiones siempre sumergidos, a un nivel de profundidad similar respecto a la superficie, y con mayor tiempo de alimentación (modificado de Cáceres-Martínez y Vásquez-Yeomans, 2014).

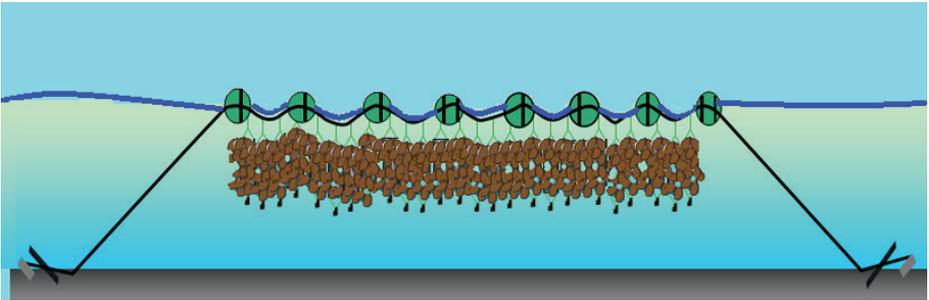


Figura 14. Esquema general de un sistema de cultivo tipo Long-line con sartas de colectores de concha madre de ostión. Este sistema mantiene los ostiones siempre sumergidos, a un nivel de profundidad similar respecto a la superficie, y con mayor tiempo de alimentación (modificado de Cáceres-Martínez y Vásquez-Yeomans, 2014).

y en profundidades mayores (3-5 m). El sistema de cultivo en *long-line* (Figura 14) es comúnmente utilizado en sitios de mayor profundidad (5–10 m) donde la corriente y el oleaje suelen ser más fuertes. En todos los casos cuidando durante la bajamar que los moluscos en cultivo queden a una profundidad de hasta 1 m de la superficie del mar, para mayor oportunidad de alimentación, y que la velocidad de la corriente de entre 5 y 30 cm/s; intensidades mayores pueden afectar el sistema de cultivo y los colectores.

Las líneas de engorde (unidades), tanto las de tipo empalizada (doble postes o de un poste tipo T), como las de balsas o *long-line*, deben mantener una distancia (5 a 7 m) entre líneas o unidades. Esto para permitir el paso de una embarcación de remos.



Figura 15. Diseño libre tipo empalizada (estantes o mesetas), en granjas artesanales para engorde de ostión, Cuba. El sistema de engorde que se representa es de tipo intermareal. (Fotos: Abel Betanzos-Vega).

PROCEDIMIENTO:

1) Granjas tipo empalizadas para engorde de ostión:

1.1) Aunque el diseño de una granja ostrícola es libre, en Cuba el más utilizado para engorde de ostión es el de empalizada con barras paralelas confeccionada mayormente con troncos y varas del arbusto de mangle, de donde se suspenden los colectores (Figura 15).

1.2) Para cultivo suspendido en barras paralelas (estantes o mesetas), se utilizan: 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 de largo. 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 ≥ 10 mm).

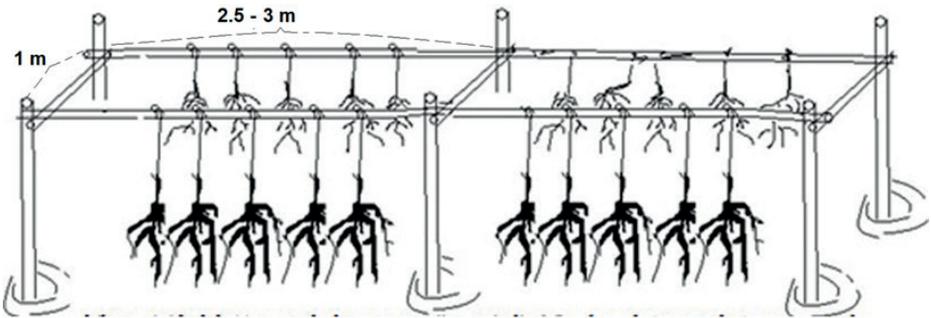


Figura 16. Esquema de tendales de doble línea con colectores suspendidos. Cada unidad con 11 pares de postes (10 estantes o mesetas) permite colocar entre 100 y 120 colectores para engorde de ostión. Este sistema de doble postes genera más gastos en cantidad de madera (Tomado de Betanzos-Vega, 2018).

1.3) Cada unidad estará formada por 11 pares de postes (diámetro de 3 a 4 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 2 a 3 pulgadas de grosor y largo mayor de 2.5 m, cerrando el área por encima.

1.4) Una unidad se divide en 10 sectores (estantes o mesetas), 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 16). Todas las unidades de una granja deben ser enumeradas visiblemente.

1.5) 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, según profundidad del sitio, y preferiblemente utilizar postes o vigas de concreto, de mayor durabilidad.

1.6) Los postes deberán colocarse a una distancia entre ellos de 2.5 m o de 5m (11 postes por línea o unidad de granja para distancia entre postes de 2.5m o 6 postes por línea para distancia entre postes de 5m); se les coloca una cruzeta formando una T (estaca o 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 17).

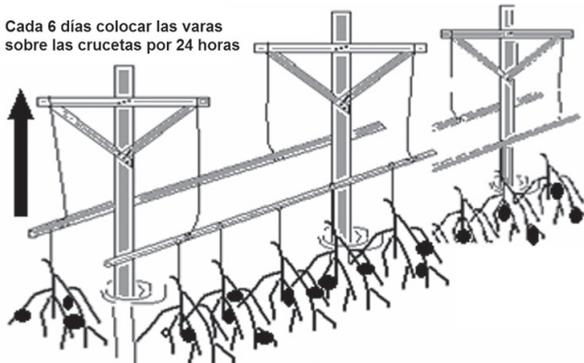


Figura 17. Sistema de líneas en forma de T para engorde en ambiente submareal, las varas se colocan colgando de las cruces con los colectores totalmente sumergidos, y cada cierto periodo expuestos al aire. En este sistema, con un solo poste central de mayor diámetro, se ahorran materiales respecto al sistema con pares de postes. (Tomado de Betanzos-Vega, 2018)

1.7) Si se decide colocar los colectores según método de cultivo intermareal, las varas quedan fijas de las cruces en la parte superior de los postes, y de ellas se suspenden los colectores siguiendo el método de colectores expuestos en marea baja, y sumergidos en marea alta (Figura 15 derecha).

1.8) Para el método de engorde submareal, de cada sector entre 2 postes tipo T, colocar cuatro cordeles resistentes (uno por cada extremo de las cruces 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 17).

1.9) Los postes (4 a 5 m de largo) se entierran en el fondo, entre 1 y 1.5 m, dejando entre 1 y 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.

1.10) En cada vara deben colocarse entre 5 y 6 colectores (para distancia entre postes de 2.5m) o de 10 a 12 colectores entre postes (para distancia entre postes de 5m), un total de 100 a 120 colectores por línea o unidad de granja.

1.11) Para el engorde en sistema submareal, combinando con exposición de aire, para la limpieza natural de epibiontes, las varas que sostendrán a los colectores se cuelgan de cordeles resistentes para soportar el peso de los colectores con ostiones, y deben ser más largas que la distancia horizontal entre postes, para poder subirlas y apoyarlas (descansando) sobre las cruces (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).

2) Sistema de engorde en balsas flotantes:

2.1) Para cultivo en balsas flotantes existen diferentes diseños, las balsas diseñadas en Cuba se construyeron 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 tablas de madera. Con un área útil de 18 m² en forma de rectángulo (Figura 18).

2.2) 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 (baranda) para la colocación al aire de las varas con colectores, para limpieza de epibiontes y otra fauna acompañante.

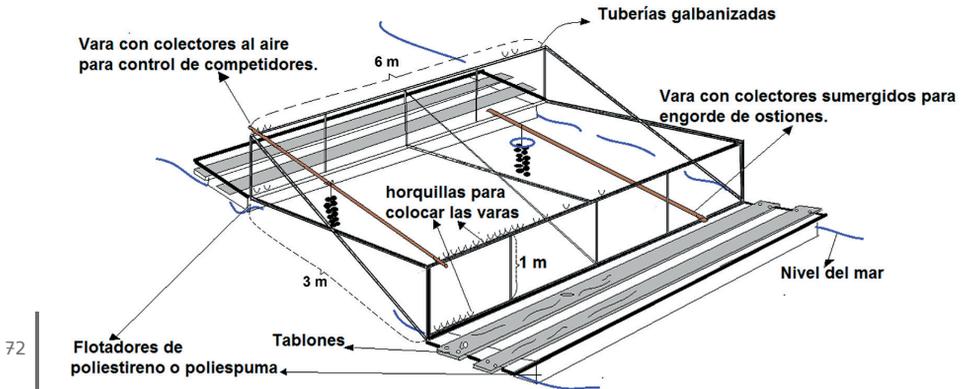


Figura 18. Cultivo en balsas flotantes, diseño cubano para engorde en sistema sumergido y posibilidad de exposición al aire de los colectores con ostiones, para control de competidores (adaptado de Rodríguez *et al.*, 1990).

2.3) 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 no más de 24 horas al 7^{mo} 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.

2.4) 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.

2.5) 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 reflujo de la marea.

2.6) Estudios en Cuba (Rodríguez *et al.* 1990) recomiendan que las balsas se coloquen de forma individual y que sean ancladas por un solo extremo, pues facilita su orientación a la dirección de las corrientes y los vientos, y no dispersa las heces en un mismo sitio. 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.

2.7) 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", y 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.

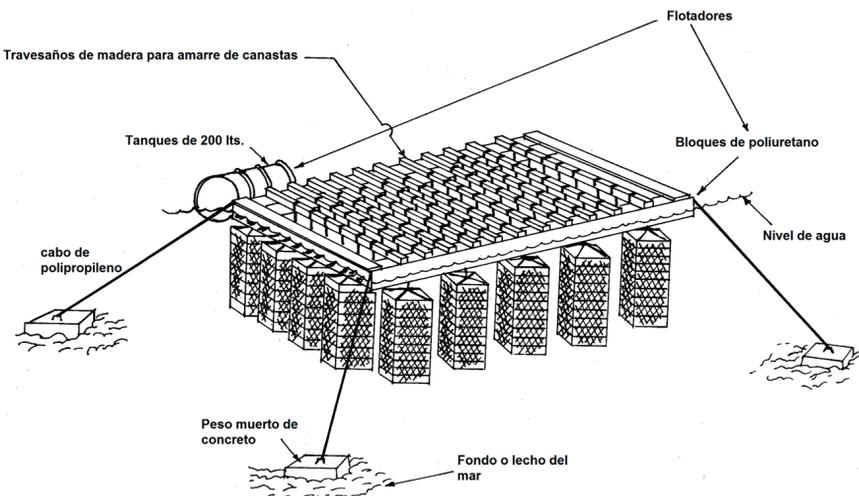


Figura 19. Cultivo en balsas flotantes, para engorde de ostión individual en canastas, en sistema totalmente sumergido. Para operación manual solo cuatro canastas por línea vertical (Palacios-Fest *et al.*, 1988).

El diseño mexicano para balsas de ostricultura (Figura 19) con sistema de engorde en canastas (Figura 6) 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 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 sí y una no.

6. TRASLADO DE “SEMILLAS” DE PRE-CRÍA A LAS ZONAS DE ENGORDE.

Objetivo: Alcanzar el mayor crecimiento en el menor tiempo posible y lograr una alta producción de ostiones con talla comercial.

PROCEDIMIENTO:

1) Traslado para crecimiento o engorde:

1.1) Debe realizarse cuando más del 50% de los ostiones en pre-cría hayan alcanzado una talla entre 10 y 15 mm.

1.2) Los colectores para engorde deben seleccionarse según la talla de los ostiones fijados, colocándolos en las unidades de engorde 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

1.3) 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.

1.4) 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.

1.5) 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, intermareal o submareal.

7. ATENCIÓN Y MANEJO DE LAS GRANJAS DE ENGORDE.

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

PROCEDIMIENTO:

1) Manejo durante engorde:

1.2) Se realizará un control e inspección constante de los ostiones en cultivo, y vigilancia de las granjas ostrícolas. Lo ideal es mantener un barco pontón o una caseta flotante o sobre pilotes, con vigilancia continua. No es factible un cultivo de ostión en zonas donde no exista posibilidad de vigilancia, debido a la pesca furtiva, u otras contingencias.

1.3) Cada 2-3 días deben revisarse y limpiarse los colectores, para lo cual se realizará un cronograma de limpieza que posibilite también la reparación de colectores y de las empalizadas. 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. En el caso del cultivo de ostión individual, las canastas o bolsas con ostiones deben removerse en el agua y cada cierto tiempo deben ser cambiadas para limpieza (agua y sol).

1.4) 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, mareas rojas, o mareas de sargazos; trasladando a zonas seguras los colectores con ostiones o realizando su cosecha total.

1.5) Durante el manejo del engorde en las granjas deben realizarse muestreos ambientales y biológicos.

8. MUESTREO BIOLÓGICO-AMBIENTAL PRE-COSECHA

Objetivo: Mantener un control de la calidad del ostión y de las aguas del sitio de cultivo, con énfasis en la calidad higiénico-sanitaria antes de cosechar el ostión.

PROCEDIMIENTO:

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

1.1) 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 trimestral; y será obligatorio realizar un muestreo antes de la cosecha, tanto de los sitios de recolecta (ostión silvestre) o cosecha (ostión de cultivo), como de los ostiones, para análisis de bacteriología.

1.2) Las variables ambientales que se registrarán *in situ* deben definirse según requerimientos del muestreo, pero siempre deben evaluarse las variables estándar (temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, pH, transparencia del agua).

1.3) Las muestras (agua, sedimento u organismos) para análisis de otras variables que no se registran *in situ* (DBO, microbiología, contaminantes industriales) deben ser correctamente manipuladas, etiquetadas y enviadas con inmediatez a los laboratorios autorizados. 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.

1.4) Se debe mantener un monitoreo de la sucesión de epibiontes y otra 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.

1.5) Se tomarán muestras aleatorias de ostiones (el tamaño de muestra no debe ser menor de 50 ejemplares de diferentes tallas por granja), se registrará la talla y el peso, se determinará el rendimiento en carne (%): $R = \text{peso de la carne de ostión} / \text{peso del ostión en su concha} \times 100$. 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 los tecnólogos de la empresa pesquera.

1.6) Los resultados deberán ser discutidos con los responsables del cultivo y se realizará la cosecha si los ostiones tienen la calidad higiénico-sanitaria para su consumo y cumplen con la talla comercial y un rendimiento en carne $\geq 5\%$.

1.7) En caso de eventos inusitados de contaminación en las áreas ostrícolas, referidos especialmente a la presencia de patógenos, 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.

9. COSECHA. EXTRACCIÓN ESCALONADA DE OSTIONES

Objetivo: Obtener una cosecha con el mayor rendimiento posible.

PROCEDIMIENTO:

1) Condiciones para la recolecta o cosecha:

1.1) La recolecta en bancos naturales se debe realizar con ostiones que hayan alcanzado la talla comercial (en Cuba ≥ 40 mm para *C. rhizophorae* y ≥ 60 mm para *C. virginica*). Para los ostiones en 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 ≥ 50 mm con objetivo de garantizar un mayor rendimiento en carne. Para comercialización de ostión individual en su concha se deben cosechar con una talla superior a 70 mm, y es recomendable establecer sistemas de engorde específicamente para este destino.

1.2) Previo a la cosecha, muestrear de forma aleatoria unos 30 ostiones de las unidades a cosechar, observando el estado de las gónadas, 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 la eficiencia del proceso productivo.

1.3) Cuando el sistema de cultivo es intermareal, 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 con el método intermareal generalmente se ubican en las puntas inferiores del colector, evitando que se desprendan por mayor peso. A cada colector se le puede realizar dos o tres cosechas. Sin embargo, el cultivo en sistema submareal, con los ostiones siempre sumergidos puede garantizar una sola cosecha, debido a mayor homogeneidad de tallas. La cosecha total lleva implícito el retiro de los colectores hacia las zonas de extracción o desprendimiento final de los ostiones, y no debe realizarse en las granjas de cultivo.

1.4) Si se desarrolló un cultivo con destino a comercialización de ostión individual, se recomienda seleccionar los de mayor talla, y dividirlos en dos grupos según tamaños (medianos y grandes). El engorde de los ostiones que no alcancen la talla requerida para ese destino, continuará hasta que alcancen la talla requerida.

1.5) 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 máxima eficiencia se alcanza cuando se obtiene la mayor cantidad de carne con el menor peso total y tamaño de ostra. Si se seleccionó un sitio idóneo y se realizó un manejo adecuado del cultivo, en una granja de cultivo artesanal se puede alcanzar dos ciclos de engorde en un año, de 5 meses cada uno, dejando un mes entre cada periodo para reparación o mantenimiento 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 hasta cosecha: 1 mes en estadio larval (vida pelágica), 2 meses entre fijación y pre-engorde (áreas de pre-cría), y entre 4 y 5 meses de engorde en las granjas de crecimiento alejadas del manglar. Para ostiones con destino a venta individual el engorde debe extenderse hasta alcanzar talla >70 mm. El tiempo de cultivo en engorde debe definirse según calidad por localidades, y talla de comercialización.

10. DEPURACIÓN NATURAL

Objetivo: Obtener un ostión con calidad higiénico-sanitaria para su consumo.

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 estanques o tanques de agua de mar limpia esterilizada (filtrada e irradiada con luz ultravioleta), 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. Por lo general, la depuración se efectúa por solicitud de la normativa internacional, nacional o local, pero también se aplica por interés de la industria para asegurar la inocuidad al consumidor. 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 FAO (2010): “Depuración de Bivalvos: Aspectos Fundamentales y Prácticos”.

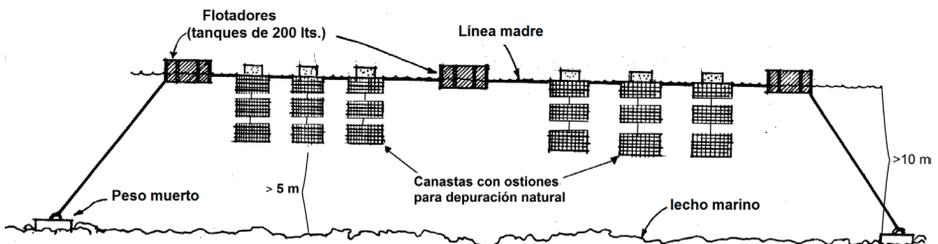


Figura 20. Esquema de un prototipo de sistema en línea tipo Long line con canastas o nasas suspendidas para autodepuración en ambiente natural. (Tomado de Betanzos-Vega, 2018).

PROCEDIMIENTO:

1) La depuración natural:

1.1) En caso de detectarse problemas en la calidad higiénico-sanitaria de las aguas y ostiones, silvestres o en cultivo, o se desestima temporalmente la recolecta o cosecha, o se realiza una depuración natural. Para el proceso de depuración en el medio natural, deben seleccionarse zonas previamente caracterizadas como de Buena calidad higiénico-sanitaria, y siempre teniendo en cuenta que la diferencia de temperatura sea de ± 2 °C entre las zonas de captura o cosecha y las de depuración, y una diferencia de salinidad similar o con diferencia que no supere los 5 UPS. Los ostiones recolectados o cosechados en zonas de contaminación bacteriana comprobada, se almacenarán en canastas o bolsos 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, y se trasladan a las zonas seleccionadas para depuración. En el traslado, hacia y desde las zonas de depuración, los ostiones deben mantenerse a la sombra para mantenerlos frescos.

1.2) Se confeccionará un sistema *Long line* de superficie, fijado al fondo por ambos extremos con distancia y flotabilidad suficiente para contener varias decenas de canastas ostioneras, bolsas de malla, u otro sistema, con los ostiones para depurar de forma suspendida y submareal (Figura 20).

1.3) Las canastas con los ostiones se colocarán (atadas 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 5 m, preferiblemente con fondos de lecho compacto para evitar turbidez por disturbio de sedimentos.

1.4) Según el grado de contaminación los ostiones deberán permanecer entre 24 y 72 horas en depuración natural, antes de ser trasladados a proceso industrial.

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

Debido a olor y sabor característicos del ostión de fondo (*C. virginica*), de los bancos silvestres, y mayor probabilidad de suciedad y epibiontes, al habitar permanentemente sumergido en lechos de ríos o lagunas con aguas poco salobres, y alta concentración de materia orgánica, es imprescindible un proceso de depuración natural después de la recolecta y antes de entregar a la industria. Los ostiones deben colocarse en cestos cerrados y enjuagarlos fuertemente, y pasar a sacos o bolsos de malla plástica, que deberán colocarse en suspensión durante 24 a 48 horas en aguas superficiales de calidad y con salinidad ligeramente superior a la de su hábitat.

11. LIMPIEZA O LAVADO EXTERIOR DE OSTIONES ANTES DE ENTREGAR A PROCESO INDUSTRIAL

Objetivo: Obtener un ostión con conchas limpias para eliminar peso adicional y garantizar calidad higiénico-sanitaria, así como un buen aspecto en caso de comercialización del ostión individual en su concha.

PROCEDIMIENTO:

1) Lavado del ostión post-cosecha:

1.1) Una primera limpieza se puede realizar manual, a cierta distancia de las zonas de cultivo. Los ostiones recién cosechados se depositan en cestos o sacos de malla plástica con aberturas de malla que impida que se salgan los ostiones, se llenan de ostiones y se tapan para evitar que sean expulsados con el movimiento de limpieza. Realizar movimientos bruscos en el agua, entre horizontales y verticales, para eliminar sedimentos y otras impurezas.

1.2) Llegado a puerto se realizará una limpieza más efectiva en tambores o bombos. Este consiste en un cilindro (puede ser confeccionado con cabillas o alambrón, unido el diseño por soldadura), colocado con su parte más larga de forma horizontal, y forrado con paños de malla metálica o plástica ≤ 1 pulgada de abertura de malla para la salida del agua y suciedad. Debe contar con una “ventana o puerta” con tapa para depositar y extraer los ostiones.

1.3) El tambor se hace girar manual o con un motor, mientras se le aplica un chorro de agua a presión directamente a los ostiones. Esto puede realizarse en tierra antes de la entrega a proceso. 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.

12. ENTREGA Y PROCESO

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

PROCEDIMIENTO:

1) Entrega de ostión a proceso de desconchado y comercialización:

1.1) Después de cosechado y tras su limpieza exterior, el ostión será entregado por los pescadores o cultivadores en la zona seleccionada para su recepción, que deberá estar limpia, ventilada y con sombra.

1.2) Se realizará un primer control o inspección, efectuando una revisión aleatoria de ostiones en no menos del 5% de las cajas o bolsos con ostiones y estimando el porcentaje de ostiones vivos con talla comercial, según una muestra aleatoria de no menos de 30 ostiones por lote, para lo cual se debe contar con un vernier (Pie de Rey) o una vitola con las medidas según talla comercial por especies. Esto se debe ejecutar por personal autorizado para el control de la calidad (tecnólogos) y con el acompañamiento del pescador o cultivador que realiza la entrega, y cuando sea necesario con una autoridad de inspección estatal.

1.3) Para entregar a proceso, y en el caso del ostión silvestre, debe exigirse que más del 70% del ostión desembarcado cumpla la talla comercial según especie. Para el ostión de cultivo, más del 90% debe cumplir con la talla que se haya seleccionado según destino para comercialización, y en ambos casos 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 70 mm.

1.4) 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 o presionar sus valvas cuando se le golpea la concha levemente.

1.5) Si se prevé la comercialización de ostión fresco en su concha, se separan los individuales para ese destino, y los conglomerados siguen su destino a proceso de desconchado y extracción de la carne.

1.6) 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 (kg) según embarcación o granja de cultivo, registrando la fecha y hora de cosecha y entrega, la zona de recolecta o cultivo, y otras observaciones que se consideren necesarias para garantizar la trazabilidad.

1.7) En Cuba, a pesar de que en la actualidad solo se comercializa el ostión sin cochas (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, o pedazos de corteza de mangle y otras adherencias, lo que además de incrementar el peso de entrega y afectar el rendimiento productivo, puede ocasionar contaminación. Por lo que debe exigirse la entrega y el pesaje de ostión en concha con la limpieza adecuada.

1.8) Se recomienda el pago al pescador/cultivador por peso y calidad del ostión entregado y no solo por peso total del lote. También se debe diferenciar el pago al pescador y el precio de venta según ostión silvestre y de cultivo, pues se conoce la mayor calidad nutricional del ostión cultivado, motivando así el desarrollo de la ostricultura y una reducción de la captura sobre bancos naturales.

1.9) Durante la entrega a proceso se debe realizar un análisis organoléptico (sensorial) a una muestra aleatoria de ostiones (no menos de 30 ejemplares), clasificando la calidad según color, olor, sabor y textura, para garantizar la calidad de entrega del producto.

1.10) 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 UPS) más cloro al 1%, durante unos 3 minutos para limpieza bacteriológica externa. Oros métodos sugieren que el ostión en concha sea lavado con agua de mar limpia y posteriormente tratados con solución de hipoclorito de sodio a 100 mg/kg en una relación ostión en concha: solución de 1:2 durante 15 minutos. 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 en función de las normativas para el consumo humano.

1.11) Los ostiones vivos en su concha (ya lavados) destinados a comercialización “entero individual” deben ser envasados en unidades o docenas, en envases herméticos seleccionados al efecto, almacenadas en frío (4°C) para su venta inmediata (ostión fresco). Según criterios, los ostiones que serán almacenados con destino a venta congelado, deben congelarse a -28°C durante 6 o 7 días, congelación lenta, para evitar que se abran las conchas.

1.12) Los ostiones destinados 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 los ostiones vivos pasan a las mesas de desconchado.

1.13) 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 mascarillas (cubriendo nariz y boca), y procederá al desconche para lo cual se utilizarán guantes de lona engomada protegidos por guantes de malla metálica, y cuchillos cortos de doble filo. Se abre la concha con el cuchillo y se separa el ostión de su concha, que se deposita en un recipiente que puede ser un cubo o balde metálico esmaltado en blanco, con agua de mar limpia o salmuera. Una vez lleno el recipiente todo 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 1:1 de carne y salmuera, y debe especificarse en el etiquetado lo relativo a su trazabilidad y la proporción de ostión y agua.

1.14) Con los datos del peso total de carne de ostión obtenida, correspondiente al lote entregado, se realizará una comparación entre el peso del producto entregado (ostión

en concha) y el peso de carne de ostión obtenida (producto terminado), calculando el rendimiento (%) en carne 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), que debe ser menor a 20.4, indicador establecido para asegurar una eficiencia industrial o rentabilidad mínima aceptable.

1.15) Es recomendable que cada industria procesadora y comercializadora de ostión pueda adjudicarse una marca de comercialización. El etiquetado del producto según industrias (locales) facilita la trazabilidad del producto, y estimula la competitividad que siempre resultará en una mejor calidad del ostión.

En Cuba, el ostión desconchado y envasado con salmuera en bolsas de 1 libra o 1 kg de carne de ostión se comercializa mayormente congelado (más del 75% de la producción de masa obtenida) y menos de un 25% en masa fresca de ostión (sin congelar).

14. CONTROL DE LA CALIDAD E INOCUIDAD DEL OSTIÓN PARA COMERCIALIZACIÓN.

Objetivo: Garantizar un ostión con calidad para consumo.

PROCEDIMIENTO:

1) Calidad higiénico-sanitaria:

1.1) Desde la cosecha se deben detectar todos los puntos críticos, traslado, limpieza, entrega a proceso industrial, proceso de desconchado, envasado, conservación y comercialización, y trazar las estrategias según protocolos de seguridad higiénico-sanitaria.

1.2) 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.

1.3) 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. Preferentemente aplicando las normativas del CODEX STAN-292 (2008) de la Unión Europea.

1.4) Generalmente se deben realizar diferentes análisis según sea necesario: 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.

1.5) 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.

En todo momento el personal de proceso debe contar con la indumentaria de trabajo adecuada para la manipulación responsable del producto, y con las herramientas necesarias para dicha actividad. El personal de proceso debe lavarse las manos con jabón y agua limpia y desinfectarse, antes y después de manipular el producto y después de ir al baño. Terminado el proceso o jornada laboral, los salones, mesas de trabajo, equipos y utensilios deben ser cuidadosamente limpiados.

El proceso posterior, referido a la 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.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

Betanzos-Vega, A. (2018). Diseño y operación de granjas de ostricultura artesanal. Metodología Cubana. En A. Betanzos-Vega., J. M. Mazón Suástegui y G. Arencibia Carballo (Eds.), La Ostricultura: una alternativa de desarrollo pesquero para comunidades costeras en Cuba. (pp 73-101). Universidad Autónoma de Campeche, México. <https://www.redicomar.com/wp-content/uploads/2018/11/OSTR-Cuba-1.pdf>

Cabrera-Peña, J., Zamora-Madriz, E. y Pacheco-Urpí, O. (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.

Cáceres-Martínez, J. y Vásquez-Yeomans, R. (2014). Manual de Buenas Prácticas para el Cultivo de Moluscos Bivalvos. OIRSA-OSPECA. 117 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 pp

CONAPESCA (2008) Programa maestro sistema producto ostión, Baja California. Consultores Acuícolas pesqueros, S. C., CONAPESCA, B. C. S., México. 255pp

Frías, J.A. y Rodríguez, J. (1991). Oyster culture in Cuba: Current state, techniques and industry organization. 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. 51–74 pp.

Fonticiella, D. y Soroa, J. (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. (1995). Asesoría en cultivo de moluscos bivalvos en Colombia. Reporte Final. INPA y CENIAQUA, Bogotá, D.C. 75 pp

Garrido, M.A., Acosta, L., Sánchez, Y., Sánchez, A.J. y Félix-Torres, F.J. (2011). Colecta de larvas; Actividad fundamental para la producción ostrícola de *Crassostrea virginica* en la Región del Golfo de México. Kukulkab', 17(33): 67-72.

Helm, M.M.; Bourne, N. y Lovatelli, A. (Eds.). (2006). Cultivo de bivalvos en criadero. Un manual práctico. FAO Documento Técnico de Pesca. No.471. Roma, FAO. 184 pp.

Lagos, A.L., Victoria, P. y Sanabria, A.I. (2007). La ostra del Caribe *Crassostrea rhizophorae*: una alternativa de maricultura. INCODER, Bogotá, D.C., 156 pp.

Lee, R., Lovatelli, A. y Ababouch, L. (2010). Depuración de bivalvos: aspectos fundamentales y prácticos. FAO Documento Técnico de Pesca. No. 511. Roma, FAO. 2010. 153pp.

Lovatelli, A., Farías, A., Uriarte, I. (eds). (2008). Estado actual del cultivo y manejo de mo-

luscos 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 pp.

Mazón-Suástegui, J.M., Avilés-Quevedo, M.A. y 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 pp. Disponible en <http://www.oceandocs.org>.

Nikolic, M. y Alfonso, S. (1968). El ostión del mangle *Crassostrea rhizophorae*, Guilding 1828. Experimentos iniciales en el cultivo. Separata CIP/INP-Cuba, 14 pp.

Nikolic, M. y Bosch, C. (1975). Algunas observaciones sobre el reclutamiento, crecimiento y mortalidad de ostiones *Crassostrea rhizophorae* Guilding, cultivados experimentalmente. INP/CIP, Cuba, Resultados de Investigación, 2: 1-36

Nikolic, M., Bosch, A.C. y Vázquez, B. (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., Bosch, A.C. y Alfonso, S.J. (1976b). A system for farming the mangrove oyster *Crassostrea rhizophorae*, Guilding (1828). Aquaculture, 9:1-18.

Palacios-Fest, M.R., Mazón-Suástegui, J.M., García-Sandoval, S., Diego-Peralta, M., Estrada-Ortega, J.C., Altamirano-Saucedo, A.A. y Pérez-Flores, J. (1988). Manual Técnico para la Operación de los Centros Acuícolas Productores de Ostión. SEPESCA: ISBN-968-817-1146-8. México D.F. 324 pp.

Rodríguez, J., Frías, J.A., Perera, C., Rubio, R. Felipe, C.L., Molina, E. Zayas, C.R. y Morales, A. (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 pp.

Simpson, A.C., Soroa-Boffill, J. y Alfonso-Meléndez, S. (1975). Crecimiento del ostión de mangle *C. rhizophorae* en relación con el nivel de marea y su cultivo. INP/CIP, Cuba. Resultado de Investigación, 2: 66-69.

CAPÍTULO 05

**EL OSTIÓN COMO ALIMENTO:
PROCESAMIENTO Y MERCADO**

Eduardo Raúl Flores Gutiérrez
María Aurora Pis Ramírez
Renán Espino Martínez

Centro de Investigaciones Pesqueras (CIP),
Ministerio de Industria Alimentaria (MINAL),
La Habana, Cuba

INTRODUCCIÓN

En el continente americano, los moluscos bivalvos fueron utilizados como alimento para los seres humanos desde la época prehispánica, lo cual se ha comprobado por el hecho de que han sido encontrados abundantes restos de conchas en las cavernas donde habitaba el hombre primitivo en el período Paleolítico (Cifuentes *et al.*, 1997). El consumo de los moluscos se fue incorporando a la dieta del hombre de modo paulatino y, poco a poco, se fue incrementando la presencia de los mismos en la alimentación humana. Entre los más consumidos por el hombre se encuentran los mejillones, almejas, ostiones, los caracoles, los calamares y los pulpos, los cuales constituyen alimentos con alto valor nutritivo que pueden ser ingeridos cocidos o crudos (Flores *et al.*, 2015). En un principio, la explotación de los mismos se llevó a cabo de manera artesanal y para el consumo doméstico, pero, posteriormente, se fueron incorporando técnicas de cultivo que permitieron la industrialización de dichos recursos a finales del siglo pasado e inicios del presente.

La relevancia del ostión como fuente de alimento se basa en su alta fecundidad, que puede llegar a producir más de 60 millones de huevecillos por individuo, lo cual le otorga un enorme potencial para su explotación industrial mediante el cultivo controlado en centros de desove, lo cual permite una alta sobrevivencia y abundancia de larvas/ostrillas. Su importancia en la alimentación se debe también a la versatilidad que tiene en la cocina, pues admite numerosas presentaciones, ya que pueden servirse ostiones frescos, guisados, ahumados, en vinagre, enlatados, secos, en su concha (al Tapasco) y tantas más como dicte la inventiva (Wikipedia).

Dentro de los moluscos bivalvos que componen la fauna marina cubana el de mayor abundancia y explotación comercial es el ostión de mangle *Crassostrea rhizophorae*. Esta especie es de importancia para toda el área del Caribe. Aunque, desde 2007, también se comercializa en Cuba el ostión americano *Crassostrea virginica*, denominado en la Isla ostión de fondo, y cuyos bancos naturales de mayor abundancia y densidad se localizan en el río Cauto, en aguas salobres (Betanzos-Vega *et al.*, 2016).

VALOR NUTRITIVO

En la actualidad el mercado de recursos marinos se circunscribe en la presentación, aspecto y calidad nutritiva del recurso en donde el ostión ocupa un lugar apreciado, aventajando a la leche, los huevos y la carne de res (Cifuentes *et al.*, 1997). Los ostiones son organismos filtradores, por lo que la posibilidad de que estos acumulen contaminantes presentes en el ambiente (por ejemplo, bacterias patógenas causantes de fiebre intestinal y tifoidea) donde viven, es una realidad. Una manera de aminorar esta situación consiste en seleccionar los sitios de cultivo, o en su defecto, colocarlos, una vez cosechados, en agua filtrada circulante para lograr un proceso de autodepuración.

El consumo de mariscos constituye una fuente importante de proteínas, baja en grasas y con niveles adecuados de vitaminas y minerales. Por lo tanto, es de esperar que nuestro organismo funcione mucho mejor de forma integral, incluyendo la actividad sexual (Silva, 2009).

El ostión de mangle *Crassostrea rhizophorae* presenta un alto valor nutricional y es prescrito con fines terapéuticos gracias a su contenido en ácidos grasos esenciales, vitaminas (C, B1, B2, D y niacina) y minerales, constituyendo un excelente alimento tanto para niños como para adultos y ancianos (Milano *et al.*, 2005; Wallach, 1994). El contenido de minerales (Tabla 1) viene dado, fundamentalmente, por las cantidades de zinc, hierro y cobre que presenta en su carne (Pedrosa y Cozzolino, 2001). La literatura especializada también reporta que presenta una acción estimulante al apetito.

Tabla 1. Promedio y desviación estándar (\pm DE) del contenido de zinc, hierro y cobre en muestras de ostiones de mangle crudos y cocidos de la ciudad de Natal-RN, Brasil.

Ostión	Zinc (mg %)	Hierro (mg %)	Cobre (mg %)
Crudo	66,10 \pm 2,30	17,03 \pm 0,20	2,49 \pm 0,16
Cocido	78,50 \pm 2,25	21,20 \pm 1,50	3,09 \pm 0,03

El ostión se destaca por su alto contenido en zinc, el cual representa cinco veces las necesidades de 15 mg/día para los humanos adultos. Otro aspecto importante influyente en el valor nutricional del ostión es su composición química, la cual puede variar según la época del año (Pis y Pérez, 2009). Estudios realizados en Cuba muestran los resultados siguientes:

Tabla 2. Promedio por estaciones climáticas, promedio general con desviación estándar (\pm DE) y valores extremos de la composición química del ostión *Crassostrea rhizophorae* de la zona norte de Matanzas, Cuba (Pis y Pérez, 2009)

Mes/época	Proteínas (%)	Humedad (%)	Grasas (%)	Cenizas (%)	Carbohidratos (%)	Calorías (kcal/100 g)
Diciembre (invierno)	7,7	89,0	0,2	3,5	1,1	37,0
Abril (primavera)	7,1	87,9	0,7	3,3	2,0	47,7
Julio (verano)	7,4	87,0	0,5	3,1	2,0	42,1
Octubre (otoño)	8,9	85,5	0,8	3,3	1,5	48,0
Promedio	7,8 \pm 0,7	87,4 \pm 1,5	0,6 \pm 0,3	3,3 \pm 0,1	1,4 \pm 0,4	42,7 \pm 1,8
Máximo	10,5	91,7	1,7	4,0	4,0	68,8
Mínimo	5,4	85,3	0,1	3,0	0,1	22,9

El ostión de mangle evaluado mostró mejores condiciones nutricionales en el otoño, exhibiendo los mayores contenidos de grasas y proteínas en sus músculos. Respecto a la composición química promedio según estos indicadores, el ostión *Crassostrea rhizophorae* comercializado en Cuba, se clasifica, con fines nutricionales, como del tipo E, resultando un alimento con bajos contenidos de proteínas y grasas, aceptables en la salud humana (Stansby, 1976). Los valores de composición química obtenidos para el ostión de mangle en Cuba (Tabla 2) contrastan significativamente con otros resultados (Tabla 3) realizados en Brasil (Pedrosa y Cozzolino, 2001).

Tabla 3. Promedio y desviación estándar (\pm DE) de la composición centesimal y calórica del ostión de mangle crudo y cocido comercializados en la ciudad de Natal-RN (Pedrosa y Cozzolino, 2001).

Ostión	Proteínas (%)	Humedad (%)	Lípidos (%)	Cenizas (%)	Carbohidratos (%)	Calorías (kcal/100 g)
Crudo	10,6 \pm 0,1	79,7	1,8 \pm 0,1	1,4 \pm 0,1	3,0	84,7
Cocido	15,8 \pm 0,4	77,0	2,6 \pm 0,1	1,7 \pm 0,1	2,9	98,5

Resulta interesante que en este último caso (ostión de Natal-RN), los contenidos de proteínas, lípidos y carbohidratos, así como el valor energético son marcadamente mayores, que los registrados en los ostiones de Matanzas, Cuba; sin embargo, en los casos de la humedad y las cenizas sucede lo contrario. Ello sugiere que las características del medio y los regímenes de alimentación fueron diferentes, lo que demuestra que la composición de la carne no solo varía entre especies, sino que además, cambia según la región y las variaciones climáticas.

No solo la carne del ostión puede ser aprovechada para el consumo humano. A partir de su concha es posible elaborar una harina con un alto contenido de minerales, destacándose el calcio (Pis y Pérez, 2009). En la tabla 4 puede observarse la composición de la misma.

Tabla 4. Composición química bromatológica y contenido de calcio de la harina de conchas de ostión en Cuba.

Humedad (%)	Proteína (%)	Grasa (%)	Cenizas (%)	Calcio (mg/100g)
0,98	0,72	0,12	97,37	2 325

Es importante destacar que el calcio se encuentra como carbonato de calcio, forma química que es más asimilable por el organismo y que en muchos países se utiliza en la elaboración de tabletas como suplemento en la dieta de las personas. Para que se tenga una idea de la importancia de esta harina como poseedora de calcio asimilable para el hombre, en la tabla 5 se compara con otros alimentos.

Tabla 5. Contenido de calcio en diferentes productos alimentarios (CDED MINAL, 1985).

Productos	Calcio (mg/100g)
Harina de conchas de ostión	2 325,0
Leche descremada en polvo	1 740,0
Leche maternizada en polvo	1 025,0
Queso Gruyere	1 005,0
Cabezas y carapachos camarón	1 155,0
Espinazos de bonito	996,1
Espinazos de jurel	732,5

Al comparar el contenido de calcio en el producto obtenido con lo reportado en la literatura para otros productos de consumo humano, se observó el elevado contenido de este elemento esencial en la harina elaborada, que suple ampliamente el requerimiento diario de calcio en el organismo humano (800 mg/día). Se conoce que en otros países como México, también ha sido aprovechada la concha de ostión del género *Crassostrea virginica* 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 (Ortiz y Roman, 2009).

TECNOLOGÍA POST-COSECHA E INDUSTRIALIZACIÓN

La tecnología post-cosecha o post-captura comprende las áreas de recolecta, manipulación, eviscerado, procesamiento, empaque, almacenamiento, transportación y distribución hasta el punto de venta (Bremner, 2003).

El alcance de la tecnología post-cosecha se encuentra muy ligado a la etapa previa, ocurriendo un mayor éxito en la producción y comercialización, cuando las ostrillas (“semillas”) para engorde provienen del cultivo controlado en laboratorios, tras la selección de los reproductores, el desove vigilado, la pre-cría, y buenas condiciones de alimentación. Esto permite obtener un producto con determinadas propiedades, lo cual no ocurre en el caso de los ostiones resultantes de la pesquería en el medio natural (Betanzos-Vega *et al.*, 2018). La comercialización y la aceptación por parte del consumidor guardan una relación muy estrecha con sus atributos sensoriales (apariencia, olor, sabor y textura); de ahí su relación con la calidad del hábitat y el manejo del cultivo.

Los ostiones son comercializados en variadas formas de presentación, entre las que se encuentran: vivos, frescos, refrigerados, congelados, secos, salados, en salmuera y enlatados. El tamaño del ostión, el peso en carne, y las características organolépticas, definen su calidad y destino comercial.

Otra forma de procesamiento del ostión consiste en la aplicación del proceso de ahumado. 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. Consiste en limpiar perfectamente el ostión antes de abrirlo; después, al desconcharlo, se tiene cuidado de no causarle heridas; se lava durante cinco minutos en una salmuera que se prepara con agua limpia a la que se le añade 2,5% de sal común, lo cual contribuye a eliminar la viscosidad del producto; el ostión lavado se deja escurrir para drenar el exceso de salmuera; posteriormente, se hierve durante 10 min en salmuera limpia y se deja enfriar a la temperatura ambiente. Para ahumarlo, se coloca uniformemente distribuido sobre una parrilla con malla de alambre y se introduce al ahumador. Hay que asegurarse de que la corriente de humo sea continua, así como evitar que la llama sea muy intensa, para que no se queme el ostión. El proceso de ahumado dura de 40-50 min, según el tamaño de los ostiones. La temperatura de humo tiene que estar entre los 70-80°C. La madera que se utiliza debe ser dura, bien seca y no resinosa. Posteriormente, se pone aceite de oliva a hervir y después de 1-2 min se enfría a temperatura ambiente. Ese aceite se agrega después al ostión ya envasado, en proporción de dos terceras partes de ostión por una de aceite, se sella el envase herméticamente y se esteriliza (Bremner, 2003).

En la década de los años 80 fueron desarrollados diversos trabajos en relación con el ostión de mangle por el Centro de Investigaciones Tecnológicas de la Industria Pesquera (CITIP) de Cuba (unificado en la actualidad en el Centro de Investigaciones Pesqueras, CIP). En los mismos se trataron temas como la definición de los envases a emplear para el ostión congelado y la determinación de su vida de anaquel (Castelo *et al.*, 1981). Adicionalmente, se desarrollaron diversos productos tales como:

- Conservas de ostión en salmuera.
- Conservas de ostión en aceite.
- Conservas de ostión en salsa de tomate.
- Conservas de ostión en escabeche.

La tecnología de procesamiento del producto ostión congelado es la más difundida en Cuba y requiere de operaciones sencillas. Primeramente las conchas son 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 min. Una vez extraída la masa de la concha de forma artesanal, se lava con solución de hipoclorito de sodio a 3 /kg para ayudar a la preservación. A continuación, se envasa en bolsas de polietileno de baja densidad (estas pueden ser colocadas o no dentro de plegables de cartulina parafinada) o en potes de poliestireno. Son colocados en congeladores de placas hasta alcanzarse -18°C en el centro térmico del producto. Con posterioridad, los envases se colocan en cajas de cartón ondulado y se almacenan en cámaras para el mantenimiento de productos congelados por un período no superior a los cuatro meses. El mismo procedimiento descrito para el producto congelado, suele emplearse para elaborar masa de ostión refrigerada, exceptuando el proceso de congelación. Este producto suele encontrarse en diversos pueblos y ciudades, expendiéndose en pequeños kioscos crudos con limón, puré de tomate, sal y picante.

En el caso de las conservas, tras la colecta de la carne o masa de ostión, esta se cocer en salmuera al 3% a una temperatura de 100°C , se envasa en latas laqueadas interiormente, conjuntamente con el líquido de cobertura. Posteriormente, las latas son selladas y esterilizadas en autoclaves a una temperatura de 115°C durante tiempos acordes con el tipo de producto.

El rendimiento en carne promedio del ostión *C. rhizophorae* producido en Cuba respecto a la materia prima (ostión entero en su concha) es de aproximadamente un 6%, contrastando con los obtenidos para la misma especie en otras naciones ($> 10\%$). En Brasil, el rendimiento en carne de ostión es de un 12-13% (Veras y Besa, 1988). Debe señalarse que cuando el músculo se procesa con gónadas, puede incrementarse el peso del producto hasta un 70% de acuerdo con el estado de madurez sexual, lo que incrementa el rendimiento en carne o masa de ostión. Aunque, estos deben dejarse desovar al menos una vez para garantizar la sostenibilidad de la población, siendo factible su captura con un largo de la concha (anteroposterior) superior a 50 mm, y los ostiones en cultivo de marzo a junio y de agosto a septiembre, meses de máxima maduración gonádica en Cuba y de rendimiento en carne (Mazón-Suástegui *et al.*, 2019).

VALOR AÑADIDO

En el año 2001 se realizaron estudios en el Centro de Investigaciones Pesqueras de Cuba, donde fueron aprovechadas las conchas de ostión para la elaboración de harina. De esta manera se logró dar utilidad a un subproducto de la industria pesquera no aprovechado hasta ese momento, con el consiguiente beneficio económico. Debe señalarse que los resultados no fueron aplicados industrialmente.

Para la elaboración de dicha harina, las conchas fueron lavadas, secadas y trituradas mediante un molino de martillo. La harina gruesa obtenida fue pasada por un molino de bolas para la reducción del tamaño de las partículas.

El polvo obtenido se llevó a una estufa donde se calentó a 80°C durante dos horas, se dejó enfriar y se envasó en bolsas de polietileno de baja densidad. El producto elaborado se presenta como un polvo blanco, muy fino, carente de olor y sabor, lo que permite su fácil inclusión en la formulación de alimentos para consumo humano.

Los trabajos realizados demostraron que es posible aprovechar la harina de conchas de ostión para la alimentación del hombre, lográndose incluir hasta un 7,5% en la formulación de croquetas elaboradas con pescado (Tenca) con magníficos resultados, en su composición química (Pis *et al.*, 2005) y contenido de microelementos (Tabla 6).

Tabla 6. Composición química y contenido de calcio y microelementos de las croquetas de tenca elaboradas con harina de conchas de ostión en Cuba (Pis *et al.*, 2005).

Parámetro	Contenido
Humedad (%)	47,70
Grasas (%)	8,50
Proteínas (%)	6,05
Cenizas (%)	11,90
Carbohidratos (%)	25,80
Valor energético (kcal/100 g)	100,97
Calcio (mg/100 g)	13,80
Hierro (mg/kg)	16,80
Cobre (mg/kg)	0,53
Zinc (mg/kg)	7,80

La adición de la harina de conchas de ostión a las croquetas produce un incremento en los niveles de sales minerales. Se evidencia también un aumento en el contenido de calcio, el cual resulta superior al de croquetas de pollo elaboradas industrialmente. Por otro lado, ha sido posible emplear este subproducto en la elaboración de piensos para la alimentación de camarones en cultivo, sustituyéndose el carbonato de calcio de origen mineral por el de harina de conchas de ostión sin afectaciones en el crecimiento. Esto incrementa las posibilidades de aprovechamiento de las conchas de ostión, que generalmente son descartadas post-proceso de desconchado para extraer su carne.

MERCADO

La producción de moluscos bivalvos es llevada a cabo en todos los continentes, excepto en el africano. Los países asiáticos son los principales países productores (Tabla 7).

Tabla 7. Principales países productores de moluscos bivalvos (Yang *et al.*, 2016).

Países	Porcentaje de la producción mundial
China	81,4
Vietnam	2,6
Corea del Sur	2,5
Japón	2,3
Chile	1,7
España	1,4
Tailandia	1,4
EE. UU.	1,1
Francia	1,1
Italia	0,7

Dentro de los moluscos, las ostras ocupan un lugar importante en la comercialización, pudiéndose distinguir los géneros *Ostrea*, llamado propiamente ostra, y *Crassostrea*, que recibe el nombre de ostión. Haciendo especial énfasis en ambos géneros puede decirse que las especies de mayor interés comercial a nivel mundial son las que se muestran en la tabla 8.

Tabla 8. Ostras y ostiones de interés comercial

Nombre común	Nombre científico
Ostra plana	<i>Ostrea edulis</i>
Ostra de California	<i>Ostrea lurida</i>
Ostra portuguesa	<i>Ostrea angulata</i>
Ostra de Córcega	<i>Ostrea crynusi</i>
Ostra de Argentina	<i>Ostrea commercialis</i>
Ostra de Japón	<i>Ostrea nipona</i>
Ostión japonés	<i>Crassostrea gigas</i>
Ostión americano	<i>Crassostrea virginica</i>
Ostión de mangle	<i>Crassostrea rhizophorae</i>
Ostión de Filipinas	<i>Crassostrea madresensis</i>

Las especies de ostión de importancia comercial a nivel mundial se diferencian, fundamentalmente, por su tamaño. Las tallas que son comercializadas oscilan entre 8 y 25 cm (Lobos, 1992).

Hoy en día, la acuicultura es, con mucho, la principal fuente de moluscos bivalvos, y China es el mayor proveedor por un margen significativo. La demanda de bivalvos ha aumentado considerablemente con el tiempo, como resultado del aumento de los ingresos en todo el mundo, pero también como consecuencia de las características favorables de las especies de bivalvos desde el punto de vista del consumidor (FAO, 2020).

En el mercado mundial, los ostiones se comercializan, básicamente, en las formas de congelado y fresco refrigerado. En menor medida se procesan como conservas y deshidratados. Los mayores productores de ostión congelado son: Japón, Canadá, Australia y Estados Unidos (INP, 2018; Oficina de ProChile, 2010). En los mercados de Europa el producto es consumido con y sin gónadas, mientras que en Estados Unidos se prefiere esta última forma de presentación.

Dentro del continente americano puede citarse a Chile como un productor importante de ostiones. Alrededor del 90% de la producción chilena de ostión se comercializa en los mercados externos, mientras que la restante se consume dentro del país, fundamentalmente en estado fresco (Lobos, 1992). La oferta chilena de exportación está constituida básicamente por la modalidad de congelado IQF (Individual Quick Frozen), aunque también se exporta fresco refrigerado y en conservas enlatadas. En general, la forma de presentación del producto depende del mercado de destino (Lobos, 1992).

En el caso específico de Cuba, las producciones de ostión representan entre un 4 y 6% de las capturas totales de especies marinas, manteniéndose sus volúmenes de una manera estable en los últimos años. Debido a que la única forma de comercialización del ostión en Cuba, es ostión desconchado, masa o carne en salmuera, la producción resultante como producto terminado ronda las 60 t anuales, esto constituye en promedio un 5.7% del volumen total de captura y cosecha anual de ostión en su concha (media de 1050 t), siendo las provincias orientales las más productivas (Tabla 9). La producción de ostión puede incrementarse con la ampliación de la ostricultura y la introducción de nuevas técnicas de cultivo.

Tabla 9. Valores promedio (2013-2018) de indicadores productivos de la producción total de ostión por provincias en Cuba (Mazón-Suástegui *et al.*, 2019).

Provincia	Captura bruta (t)	Carne obtenida (t)	Índice de insumo	Rendimiento (%)
Pinar del Río	92,9	4,5	20,4	4,9
Artemisa	39,5	2,0	20,3	4,9
Villa Clara	88,8	4,4	19,0	5,0
Camagüey	185,4	11,4	16,4	6,1
Las Tunas	176,9	9,7	18,6	5,4
Holguín	111,5	5,6	19,8	5,1
Granma	374,3	21,0	17,8	5,6

En Cuba, se incrementa la demanda de ostiones, sobre todo por el turismo internacional, y, tradicionalmente, éstos se han expedido en forma de cócteles en pequeños establecimientos, donde su consumo es muy popular, en gran medida, porque se le atribuyen propiedades afrodisíacas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

Betanzos-Vega, A., Lodeiros, C., Espinosa-Sáez, J. y Mazón-Suástegui, J. M. (2016). Identificación de la ostra Americana *Crassostrea virginica* como recurso natural en las Antillas Mayores: Cuba. Revista Mexicana de Biodiversidad, 87(4): 1342-1347. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rmb.2016.09.005>

Betanzos-Vega, A., Mazón-Suástegui, J. M. y Arencibia-Carballo, G. (Eds.) (2018). La ostricultura: una alternativa de desarrollo pesquero para comunidades costeras en Cuba, Universidad Autónoma de Campeche, 104 pp. <https://www.redicomar.com/wp-content/uploads/2018/11/OSTR-Cuba-1.pdf>

Bremner, A. (2003). Post-harvest Technology and Processing. En: Aquaculture. Farming Aquatic Animals and Plants. Edited by John S. Lucas and Paul C. Southgate. Blackwell Publishing.

Castelo, R. *et al.* (1981). Estudio para evaluar la calidad del ostión congelado durante su almacenamiento. IFI No. 81-13. Centro de Investigaciones tecnológicas de la Industria Pesquera. Cuba.

CDED MINAL (1985). Tabla de Composición de Alimentos. Elaborada por el Instituto de Investigaciones de la Industria Alimentaria y el Instituto Nacional de Higiene de los Alimentos.

Cifuentes, L., Torres, P. y Frías, M. (1997). El océano y sus recursos. Capítulo IV. Las ciencias del mar: oceanografía biológica. ISBN 968-16-5248-7.

FAO (1984). Informe Nacional sobre el Desarrollo de la Acuicultura en América Latina. Pedini Fernando-Criado, M. (Eds.). Informe de Pesca, No. 294. Suplemento 1, 138 pp

FAO (2020). El estado mundial de la pesca y la acuicultura.

Flores, E. R., Rodríguez, G. M., Espino, R., Isla, M. y Pis, M. A. (2015). Moluscos en la alimentación humana. En: Revista ACPA, No. 3.

Instituto Nacional de la Pesca (2018). Acuicultura ostión japonés. En: www.gob.mx/ina-pesca/acciones-y-programas/acuicultura-ostion-japones

Lobos, G. (1992). Análisis del mercado mundial para el ostión de Chile y evaluación económica. No. 123. Sección CEDOC. Universidad Católica del Norte. Coquimbo. Chile.

Mazón-Suástegui, J. M., Tripp-Quezada, A. y Betanzos-Vega, A. (2019). Diagnóstico de la producción de ostión (Bivalvia: *Ostreidae*) en Cuba, ventajas de *Crassostrea virginica* (Gmelin, 1791) para la ostricultura. Rev. Invest. Mar., 39(2): 105-118. <http://www.cim.uh.cu/rim/Centro>

Milano, J., Daranas, H. y Salazar, G. (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), junio. Maracaibo. ISSN 1315-2076 versión impresa.

Oficina de ProChile en Los Angeles, California, EE. UU., julio (2010). Estudio de mercado ostiones-Estados Unidos. En: www.prochile.cl

Ortiz, A. y Román, E. (2009). Obtención de glucosamina a partir de la concha de ostión del género *Crassostrea virginica*. En: http://www.pncta.com.mx/pages/pncta_investigaciones_09h.asp?page=08e18

Pedrosa, L y Cozzolino, M. (2001). Composicao centesimal e de minerais de mariscos crus e cozidos da cidade de Natal/RN. En: *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 21(2). May/Aug. Campinas. ISSN 0101-2061.

Pis, M. *et al.* (2005). Formulación de una croqueta de tenca enriquecida con calcio de la concha de ostión. En: *Revista Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 15(1). Instituto de Investigaciones para la Industria Alimentaria. ISSN 0864-4497.

Pis, M. y Pérez, O. (2009). Composición química estacional del ostión *Crassostrea rhizophorae* cultivado al norte de Matanzas, Cuba. En: *Revista Industria Cárnica Latinoamericana*, No. 157.

Silva, A. (2009). Son los bivalvos marinos un alimento apropiado para el hombre? En: <http://islalsur.blogia.com/2009/031406--son-los-bivalvos-marinos-un-alimento-apropiado-para-el-hombre-.php>

Stansby, M. E. (1976). *Industrial Fishery Technology*. Krieger Robert E. Publishing Company, New Cork. USA.

Veras, M. y Besa, E. (1988). Contribucao para o conhecimento da viabilidade do cultivo de ostra-do-mangle, *Crassostrea rhizophorae* (Guliding, 1828) (mollusca:bivalvia), no estuário do rio Ceará, Brasil. Em: *Arq. Cien. Mar*, 27, 111-125. Dezembro, Fortaleza, Ceará, Brasil.

Wallach, J. (1994). *Minerales y Salud*. Tomado de la conferencia impartida por el autor, Los doctores no mienten, Kansas City, EE. UU.

Yang, H., Sturmer, L. y Baker, S. (2016). *Molluscan Shellfish Aquaculture and production*. UF/IFAS Extension. FA 191. En: <http://edis.ifas.ufl.edu/pdf/FA/FA19100.pdf>

Wikipedia. *Crassostrea*. Consultado 9 de septiembre de 2019. En: <http://es.wikipedia.org/wiki/Crassostrea>



El Centro de Investigaciones Pesqueras y el Grupo Empresarial Pesquero de la Industria Alimentaria en Cuba, trazaron en 2022 una estrategia nacional para la generalización de una ostricultura artesanal comunitaria, y el proyecto “Incorporando consideraciones ambientales múltiples y sus implicaciones económicas, en el manejo de los paisajes, bosques y sectores productivos en Cuba” (ECOVALOR), con dirección del Centro Nacional de Áreas Protegidas, brindó las herramientas para una valoración económica de los bienes y servicios que brindan los ecosistemas marinos y su importancia para los recursos pesqueros. Derivado de estas acciones, es imprescindible avanzar en un cambio cultural y tecnológico, progresivo y significativo, en el sector marino pesquero, y pasar de meros recolectores a cultivadores. Sobre todo en el cultivo de especies que como el ostión, al ser filtradores, funcionan como depuradores de las aguas costeras, y no precisan de inversiones en alimento adicional al que adquieren del medio natural. Esta publicación nos guía por el acontecer histórico y actual de la actividad ostrícola en Cuba, y brinda los procedimientos para alcanzar metas superiores en la producción de ostión, nos explica que el desarrollo y expansión de la ostricultura en Cuba está avalado por la tradición, basada en estudios científicos y de factibilidad económica y ambiental, y más que una alternativa pesquera es una solución de adaptación a los impactos costeros, y de beneficio a la resiliencia del ecosistema de manglar. Queda explícito que la generalización de la ostricultura artesanal es un paso necesario para alcanzar, a la postre, objetivos superiores, como el uso de nuevas zootecnias para obtener las “semillas” de ostión que garanticen una ostricultura económica y ambientalmente sustentable.

Raidel Borroto Vejerano
Director Centro de Investigaciones Pesqueras

ISBN: 978-959-287-093-2

