

# Cultivo de moluscos de manglar en El Salvador

**Arturo Soto Pacheco <sup>1</sup>**

## INTRODUCCIÓN

En la costa de El Salvador, los moluscos de la familia Arcidae con importancia comercial están representados principalmente por el "curil" *Anadara tuberculosa*, el "casco de burro" *Anadara grandis*, la "curililla" *Anadara similis*, y la "ostra de piedra" *Crassostrea iridescens*, de la familia Ostreidae, dado que comparado con otros países de la región, tienen buena aceptación para su consumo.

La actividad de recolección de moluscos, es realizada principalmente por comunidades de pescadores artesanales, donde en la mayoría de los casos, debido a las condiciones de pobreza se ven involucrados tanto los hombres como las mujeres y los niños para la extracción de conchas y ostras, como fuente de empleo y beneficios económicos.

Con el apoyo de la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA), se realiza el proyecto "Desarrollo de la Acuicultura de Moluscos en El Salvador" como parte del manejo de los recursos naturales, con el propósito de mejorar la calidad de vida todos los pescadores y acuicultores artesanales y sus familias, por medio de las actividades de la acuicultura de moluscos se introdujo a El Salvador para su cultivo la "ostra japonesa" (*Crassostrea gigas*), debido a su manejo, comparado con la "ostra de piedra" *C. iridescens*. Así como la reproducción de moluscos de manglar de especies nativas de "conchas" (*A. spp*).



<sup>1</sup> Consultor de Política Científica y Tecnológica, [asoto@conacyt.gob.sv].



CENDEPESCA



El ente técnico nacional encargado de establecer las condiciones para desarrollar acciones de investigación científica para la reproducción y cultivo de moluscos, es el Centro de Desarrollo de la Pesca y la Acuicultura (CENDEPESCA), dependencia del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), por lo que es el encargado de ejecutar el Proyecto para el Desarrollo de la Acuicultura de Moluscos en El Salvador, acción que se realiza en el Laboratorio de Producción de Moluscos, que está ubicado dentro de la Estación Acuícola Puerto El Triunfo.

Objetivos

- El Laboratorio de Producción de Moluscos tiene los siguientes objetivos:
- Producir masivamente semillas de moluscos "Ostra japonesa" y "Curil";

- Formular e implementar proyectos modelos que permitan la validación de las tecnologías de cultivo;
- Capacitar personal relacionado con la transferencia de tecnología y pescadores;
- Investigar la reproducción masiva de otras especies de moluscos "casco de burro", "almejas" *Protothaca asperrima* y *P. Grata*, etc.;
- Promover la conservación de las poblaciones naturales de moluscos (re poblaciones, tallas de extracción).

Infraestructura del Laboratorio de Producción de Moluscos

El agua utilizada en el Laboratorio de Producción de Moluscos de Puerto El Triunfo es bombeada desde el canal principal de la Bahía de Jiquílisco. La toma de agua se encuentra ubicada en una balsa a unos 90 m de distancia del muelle del MAG. La profundidad de la toma de agua es de 4 m. El agua de mar es almacenada en un tanque de 5000 L, del cual es extraída mediante bombas de 3/4 HP y enviada a los filtros de arena los que constituyen el primer sistema de filtración. Posteriormente el

agua se dirige hacia el interior de la estación acuícola.

El Laboratorio consta de las siguientes instalaciones:

- 1- Laboratorio seco (47.3 m<sup>2</sup>),
- 2- Sala de producción de Anadara (51.6 m<sup>2</sup>),
- 3- Sala de producción de Ostra (34.4 m<sup>2</sup>),
- 4- Sala de producción de microalgas (19.8 m<sup>2</sup>),
- 5- Laboratorio de microalgas (9.5 m<sup>2</sup>), 6- Cuarto de máquinas (21.2 m<sup>2</sup>),
- 7- Área de producción de microalgas nativas (106.3 m<sup>2</sup>),
- 8- Área de filtros de agua de mar (24.3 m<sup>2</sup>),
- 9- Tanque de agua dulce (9.0 m<sup>2</sup>), para un área total de 1040 m<sup>2</sup> (Fig. 1).

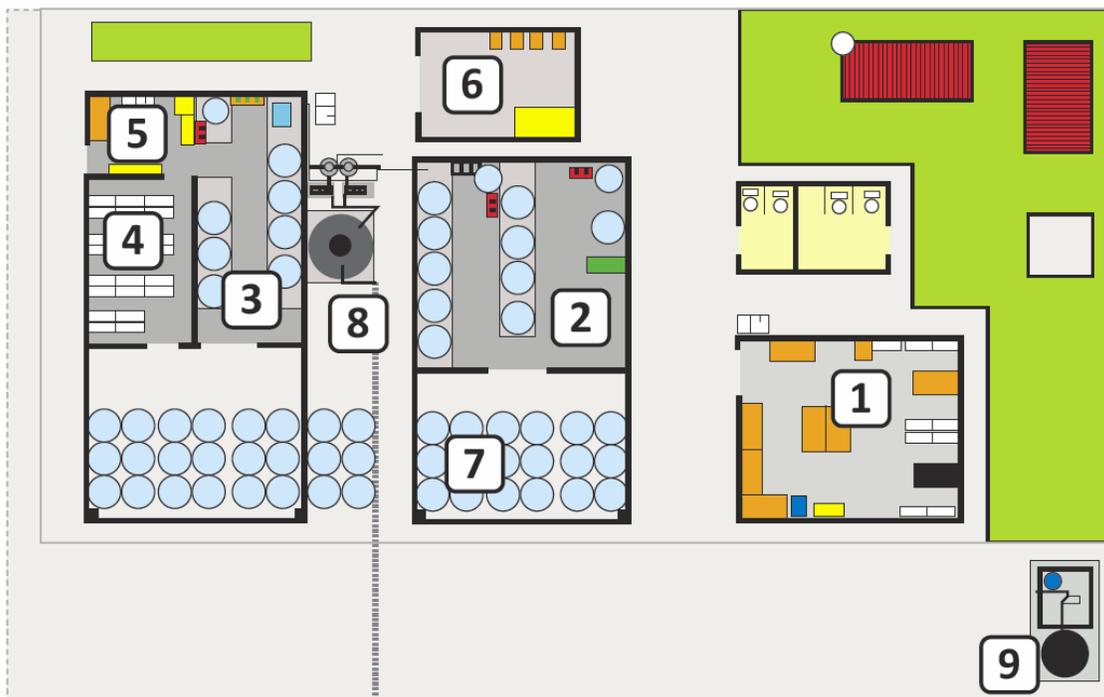


Fig. 1. Plano de la estación acuícola de moluscos.



**1- Laboratorio seco.** En él se encuentran los microscopios y otros equipos que no pueden estar en los ambientes húmedos de la Estación Acuícola. Esta área es de observación de muestras y además se utiliza como área de trabajo.



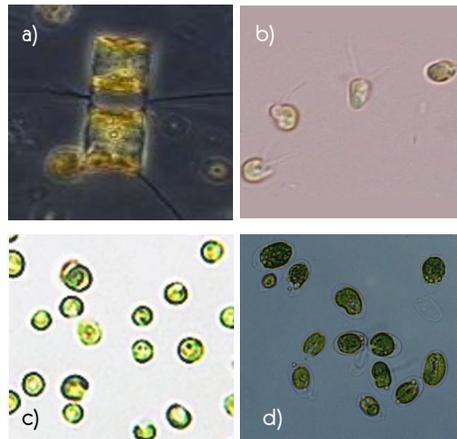
**2- Sala de producción de *Anadara*.** Está provista de esterilizadores de ultravioleta 40W (para el agua del mar), filtros, tanques de FRP (Plástico Reforzado con Fibra de Vidrio), tanques de 500 L.



**3- Sala de producción de *Ostra*.** Tiene esterilizadores de ultravioleta 40W (para el agua del mar), filtros, tanque de FRP, tanques de 500 L.



**4- Sala de producción de microalgas.** Está dotada de estantes e incubadora. Para llevar una dieta variada y proporcionar los nutrientes necesarios para el desarrollo de la producción de semilla de moluscos se cultivan hasta 600 L/día como máximo para cada etapa de desarrollo de los cultivos, desde larva hasta semilla para engorde de cuatro tipos de microalga: a) *Chaetoceros gracilis*, b) *Isochrysis galbana*, c) *Nannochloropsis* sp, d) *Tetraselmis* sp.



**5- Laboratorio de microalgas.** Está dotado de microscopio, lupa, y refrigerador. En él se preparan los nutrientes para el cultivo de las microalgas, se realiza la inoculación y el conteo de células en el medio de cultivo, se realiza el almacenamiento de cada especie de mi-

croalga de manera aislada, y se realizan los cultivos iniciales.



**6- Cuarto de maquinas.** Tiene un generador de emergencia de 20KVA de potencia, para mantenerse funcionando. Los equipos conectados a este sistema de emergencia son las lámparas y el aire acondicionado en la sala de producción de microalgas, los sopladores del sistema de aireación, el chiller, lámparas de emergencia en todos los ambientes y una refrigeradora.

**7- Área de producción de microalgas nativas.** Acá se encuentran los tanques de 500 L con agua de mar filtrada en malla de 50 µm para la producción de microalgas.



**8- Área de filtros de agua del mar.** Tiene tanque de 5.000 L en donde se almacena el agua de mar, la cual es extraída mediante bombas de 3/4 HP, y es enviada a los filtros de arena, que constituyen el primer sistema de filtración.

**9- Tanque de agua dulce.** Hay tanque 2.500 L para el almacenamiento del agua que se obtiene desde un pozo artesanal, que utiliza una bomba de 3/4 HP, y un tanque de presión para su distribución.

## INVESTIGACIÓN

La investigación en el laboratorio de producción de moluscos ha logrado la reproducción artificial de la "concha" o "curil" (*A. tuberculosa*) a través de la obtención de gametos desde reproductores previamente acondicionados. El desarrollo de las técnicas de cultivo larvario, asentamiento y cultivo de pre-semillas (cultivos intermedios) ha permitido alcanzar la producción masiva de esta especie.

El proceso de producción para el "curil" (Fig. 1) tiene las siguientes etapas:

1. Acondicionamiento de reproductores, con un tamaño de 5 - 8 cm, 90 días.
2. Inducción al desove, gametos de 60  $\mu\text{m}$ , 2 días.
3. Cultivo de larvas de 80 - 230  $\mu\text{m}$ , 18 días.
4. Cultivo post-larval, post-larvas de 230  $\mu\text{m}$  - 4 mm, 60 días.
5. Cultivo intermedio, post larvas de 4 mm - 1 cm, 30 días.
6. Cultivo en comunidades, cultivo de semillas de 1cm - 4.5 cm (talla de comercialización).

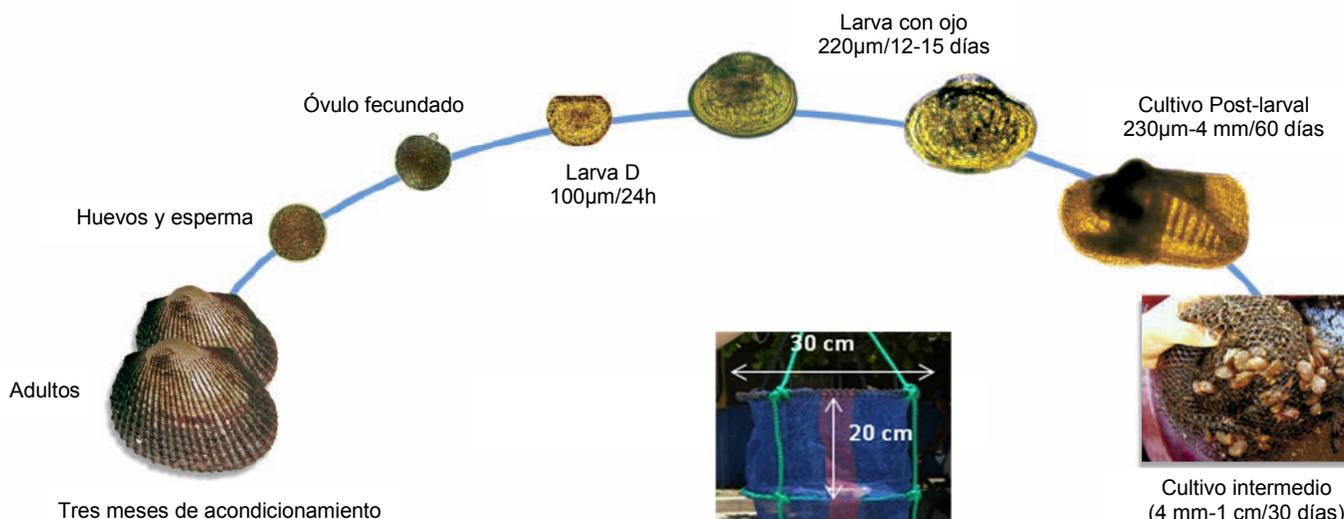


Fig. 1. Ciclo de reproducción para la especie *Anadara tuberculosa* (curil), desarrollado durante la fase de producción en la Estación Acuícola de Puerto El Triunfo de CENDEPESCA, Usulután, El Salvador.

### Acondicionamiento de reproductores

El acondicionamiento en los moluscos bivalvos es la etapa fundamental para la obtención del estadio de máxima maduración sexual para la obtención de gametos viables en cualquier época del año y de esta manera obtener larvas para el desarrollo de la etapa de producción de semillas. Este es un procedimiento en el cual se amplía el ciclo reproductivo sin tener que depender del período durante el cual los reproductores porten los gametos maduros en el medio natural.

En el acondicionamiento se utilizan 100 reproductores obtenidos del medio natural, de los cuales se obtiene el 43% de desove. El 60% son hembras y el 40% machos. Cada hembra puede desovar entre 2 y 3 millones de óvulos viables para la fertilización.

El método consiste en colocar 12 reproductores en bolsas de malla sardinera de 40 cm x 25 cm de longitud (Fig. 2), que se colocan dentro de linternas de cultivo (Fig. 3) y se llevan al manglar para suspenderlas en una balsa de acondicionamiento (Fig. 4), con una profundidad de 4 a 6 m dentro de la bahía, donde pasan 3 meses.



Fig. 2. Curil en bolsa para acondicionamiento.

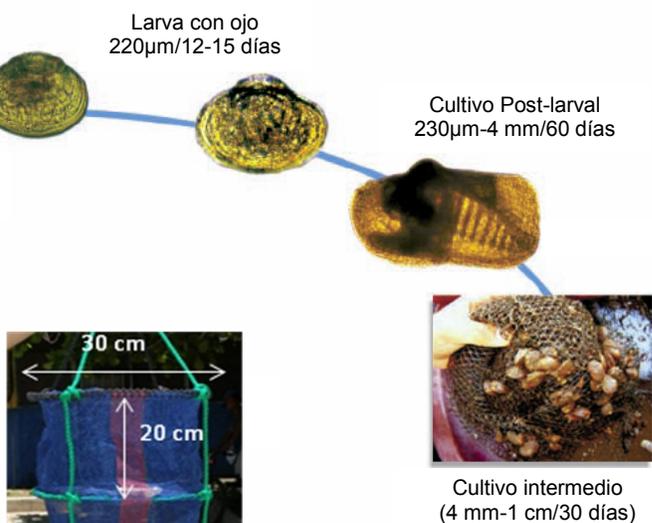


Fig. 3. Linterna de cultivo.



Fig. 4. Linterna en balsa de acondicionamiento.



### Inducción al desove

La inducción al desove, es el método por el cual se obtienen óvulos y espermatozoides necesarios para realizar la fertilización. Para lograr la inducción se colocan los reproductores (machos y hembras) en un tanque para la inducción del desove (Fig. 5), y se aplica un estímulo térmico a los reproductores acondicionados, que consiste en aumentar la temperatura hasta 7°C sobre la temperatura ambiente, manteniéndolos allí por un período de 5 horas, hasta la obtención de los gametos (óvulos y espermatozoides) (Fig. 6).



Fig. 5. tanque de inducción al desove.



Fig. 6. Hembra de "curil" desovando

Al observar indicios de desove se separan los machos de las hembras, los machos son colocados juntos en un tanque de 30 L y las hembras una en cada tanque de 30 L en 10 L de agua. Se toma muestras de los productos de los machos y de cada una de las hembras para seleccionar al microscopio espermatozoides con excelente movilidad y óvulos redondos y bien formados.

A los 30 minutos de iniciado el desove se sacan las hembras y los machos para realizar el proceso de fertilización (Fig. 7). Se realiza el conteo de los gametos y se utilizan 100 espermatozoides por óvulo a fertilizar.



Fig. 7. selección de hembras para la fertilización.

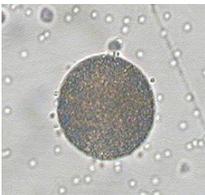


Fig. 8. Óvulo fecundado.

Transcurridos 30 minutos desde la fertilización se colocan todos los óvulos fertilizados en un tanque de selección de larva trocófera (Fig. 9), las cuales son capaces de nadar cerca de la superficie.

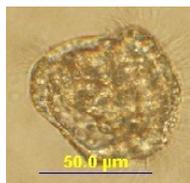


Fig. 9. Larva trocófera

### Cultivo larval

El cultivo larval se inicia mediante la obtención de larvas tipo D (Fig. 10). El lavado de las larvas es importante para su selección.

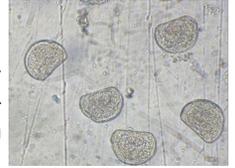


Fig. 10. Larvas tipo D.

Se seleccionan las larvas con un tamiz de 35μm, utilizando abundante agua de mar filtrada y tratada con rayos UV, para eliminar microorganismos perjudiciales para el cultivo.

Luego se colocan a una densidad de 5 larvas/ml, en tanques con capacidad de 500 L (Fig. 11).



Fig. 11. Tanques para el cultivo de larvas.

Durante el cultivo de larvas se debe de mantener una aireación adecuada y buenas condiciones del agua de mar, para lo que hay que realizar cambios parciales de agua (por lo general 1/3 de agua del tanque de cultivo) durante los días que comprende el período de cultivo larvario.

Las larvas se alimentan diariamente con una dieta de microalgas que se producen en el mismo laboratorio, empezando con una dieta de T-ISO (*Isochrysis galbana*) durante los primeros 5 días. Después del quinto día se agrega *Chaetoceros gracilis*.

El cultivo de larvas tipo D hasta larva pediveliger (Fig. 12), puede comprender un período de 15 a 18 días. Una vez alcanzan la longitud de 230 a 250 μm, estas se encuentran listas para el asentamiento.



Fig. 12. larva pedipediveliger de curil 250 μm.

Para seleccionarlas se utiliza un tamiz de 150 μm. Las larvas seleccionadas se colocan en tanques de 500 L, y se agregan 100,000 larvas para obtener entre un 20 a 50 % de asentamiento, para lo cual la larva pediveliger utiliza el fondo del tanque.

Para alimentarlas se utiliza una mezcla de microalgas con un 60% de *Chaetoceros gracilis*, *Isochrysis galbana*, *Nannocloopsis spp.*



### Cultivo post-larval

El cultivo post-larval se realiza en un sistema de botella simulando de flujo ascendente, para permitir que la post-larva se alimente de forma constante y homogénea. Esta fase tiene un período de duración de 60 días hasta que la post-larva alcanza una talla promedio de 4 mm de longitud.

### Cultivo intermedio

El cultivo intermedio, es la etapa en la cual se espera que la post-larva de 4 mm alcance una talla promedio arriba de un 1 cm para ser llevada al medio natural en donde se entrega a las comunidades para el cultivo de engorde.

### INVESTIGACIÓN EN *Anadara grandis*

También se investiga el desarrollo de la técnica de producción masiva de semillas de "casco de burro" (*A. grandis*), que es un molusco que tiene importancia comercial en El Salvador. La extracción se realiza en la Bahía de Jiquilisco y el Golfo de Fonseca y se han hecho importantes avances en el desarrollo de la técnica de cultivo en viveros.

### TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA

El Laboratorio de Producción de Moluscos sobre la base de la experiencia lograda, realiza la transferencia de las tecnologías desarrolladas a las comunidades de pescadores artesanales para la producción de moluscos de forma sostenible.

La ejecución de los proyectos de transferencia de tecnología se promueve e implementa mediante el esquema asociativo, para lo cual se realizan acciones de capacitación a las personas vinculadas a los proyectos (pescadores y productores) en las áreas de organización, gerencia, técnicas de cultivo, depuración, procesamiento y conservación, sanidad, entre otros que permiten la autogestión de los proyectos y la conservación de los bancos naturales de moluscos.

Se desarrollan cursos dirigidos a extractores de moluscos de diferentes comunidades. El objetivo de los cursos es promover la concientización sobre la necesidad de proteger el recurso extrayendo solo tallas permitidas por la Ley General de Ordenación y Promoción de Pesca y Acuicultura, asimismo se enseña sobre los métodos de cultivo de los moluscos.

En conjunto con el Centro de Transferencia de Tecnología del CONACYT, se realizó el Primer Seminario Taller de Transferencia de Tecnología en "Cultivo, Cosecha y Manejo Pos cosecha de Moluscos", capacitando el 26 de abril de 2012 a 20 miembros de la Cooperativa Macahuita, y el 8 de mayo de 2012, a 20 miembros de la Cooperativa de la Isla del Espíritu Santo, que se realizaron en las instalaciones del Centro de Desarrollo Acuícola de CENDEPESCA, en la Bahía de Jiquilisco.



La semilla de "curil" que se produce en el laboratorio se siembra en viveros que son administrados por comunidades o cooperativas de pescadores, estas comunidades se denominan comunidades modelo donde se realizan cultivos experimentales. Durante toda la etapa de engorde las comunidades reciben la visita de los técnicos que hacen las observaciones y las sugerencias de cómo mejorar las condiciones del vivero. Los pescadores realizan la vigilancia y la venta de los productos después de la cosecha. Todos los viveros de experimentación poseen los permisos ambientales correspondientes extendidos por el Ministerio del Medio Ambiente y Recursos Naturales.

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CENDEPESCA, 2012. Cultivo de moluscos de manglar en El Salvador, (presentación Power Point), Centro de Desarrollo de la Pesca y la Acuicultura, Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), 32 d.

OSPESCA, 2009. Propuesta para una inicial discusión: Proyecto: "Desarrollo Regional del Cultivo de Moluscos en Centroamérica. Hacia una Estrategia Regional", para ser sometido a consideración de la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA). Organización del Sector Pesquero y Acuícola del Istmo Centroamericano, Unidad Regional de Pesca y Acuicultura, Sistema de la Integración Centroamericana (SICA), 9p.

VÁSQUEZ, H. E. *et al.* 2009. Informe Técnico Producción Artificial de Semilla y Cultivo de Engorde de Moluscos Bivalvos. Centro de Desarrollo de la Pesca y la Acuicultura (CENDEPESCA), Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) y Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA), Proyecto para el Desarrollo de la Acuicultura de Moluscos en la República de El Salvador, C. A. Estación Acuícola de Producción de Moluscos, Puerto El Triunfo, Usulután. 78 p.