

CAPITAL NATURAL Y BIENESTAR SOCIAL DE LA COMUNIDAD YAQUI



**Jose Alfredo Arreola Lizárraga
Jaime Garatuza Payán
Enrico A. Yépez Gonzalez
Agustín Robles Morúa**



CAPITAL NATURAL Y BIENESTAR SOCIAL DE LA COMUNIDAD YAQUI

Coordinadores

**Jose Alfredo arreola Lizárraga
Jaime Garatuza Payán
Enrico Arturo Yépez González
Agustín Robles Morúa**

Gestión editorial

Oficina de Publicaciones

Diseño de portada

Lorenia Guadalupe Félix Esquer



ITSON

Instituto Tecnológico de Sonora

5 de Febrero, 818 sur, Colonia Centro, C.P. 85000

Ciudad Obregón, Sonora, México

Teléfono: (644) 410-90-00, E-mail: rectoria@itson.mx

Web: www.itson.mx

Capital Natural y Bienestar Social de la Comunidad Yaqui

ISBN: 978-607-609-204-0

Primera edición 2019.

Se permite la reproducción total o parcial de la presente obra, así como su comunicación pública, divulgación o transmisión, mediante cualquier sistema o método, electrónico o mecánico [incluyendo el fotocopiado, la grabación o cualquier sistema de recuperación y almacenamiento de información], siempre y cuando esto sea sin fines de lucro y con la condición que se señale la fuente.

INDICE

Sección I. Capital Natural y bienestar social de la Comunidad Yaqui

1.1	El territorio Yaqui	6
1.2	La variabilidad espacial y temporal del clima en las Comunidades Yaquis	12
1.3	Hidrología del territorio Yaqui	31
1.4	Geología del territorio Yaqui	45
1.5	Descripción oceanográfica de la zona costera del territorio Yaqui	69
1.6	Vegetación y flora: capital natural y riqueza cultural	86
1.7	Ecosistemas costeros: condición y tendencia ambiental del complejo lagunar Guásimas- Lobos	106
1.8	Abastecimiento y calidad del agua superficial y subterránea	135

SECCIÓN II. Actividades Productivas

2.1	Desarrollo de la Agricultura en la Tribu Yaqui	162
2.2	Potencial ostrícola	185
2.3	Potencial acuícola: un desafío para el desarrollo social y sostenible de las Comunidades Yaquis	208
2.4	La Comunidad Yaqui y su importancia en la producción pesquera	233
2.5	El mezquite en las Comunidades Yaquis del Sur de Sonora	261

SECCIÓN III. Bienestar social, aspectos ambientales y de salud pública

3.1	Biomasa de fitoplancton y macroalgas como indicadores biológicos de impacto ambiental de las aguas residuales vertidas en Bahía de Lobos	281
3.2	Sistemas alternativos para el tratamiento de aguas residuales en Comunidades Yaquis	309
3.3	Pótam, Comunidad Yaqui del Sur de Sonora, México: ¿justicia ambiental por exposición a contaminantes?	338
3.4	Contexto y estrategia para el desarrollo económico y social de la Tribu Yaqui	366

Prólogo

El trabajo presentado aquí surgió con la intención de compilar en un solo sitio información acerca de la comunidad Yaqui, tratando de conjuntar los esfuerzos de muchos investigadores, de diferentes disciplinas, que han trabajado o intervenido en la comunidad y el territorio Yaqui.

El libro está dividido en tres secciones. En la primera sección se aborda lo relacionado a la parte física o Capital Natural, donde se describe los aspectos físicos del territorio (clima, hidrología, geología, flora y fauna, costas y abastecimiento de agua). Estos aspectos son importantes como información básica para el desarrollo de actividades productivas (temática de la segunda sección). El lector encontrará en esta sección información que le permita comprender porque ha sido tan importante para los yaquis la defensa de su territorio y sus recursos naturales, entre los que destaca el agua, que ha sido un elemento esencial en la historia de la tribu yaqui. Se presenta también información acerca de la variabilidad espacial y temporal de distintos elementos que podrán permitir entender y predecir algunos impactos del cambio climático para, finalmente, poder incrementar la resiliencia y adaptación.

En la segunda sección se presentan datos de las actividades productivas que se desarrollan en el territorio yaqui (agricultura, ostricultura, acuicultura, pesquería y aprovechamiento silvícola –mezquite). El lector encontrará información que describe estas actividades pero, además, información que permita obtener de ellas una producción continua y sostenible de bienes y servicios demandados por la sociedad. Se exploran dos actividades que aún tienen mucho potencial de desarrollo en el territorio yaqui: la ostricultura y la piscicultura.

La tercera sección toca aspectos de bienestar social y salud pública así como estrategias para un mejor desarrollo de la comunidad yaqui. Se exponen algunas problemáticas de impacto ambiental por descargas de aguas residuales y se proponen alternativas para su tratamiento. También se presentan información de riesgos en la salud humana por exposición a contaminantes.

Finalmente, el lector podrá entender que los marcos regulatorios en relación a los derechos indígenas son insuficientes o inexistentes, tal vez porque sigue vivo el legado del uso de la doctrina del descubrimiento justificando el que se ignore la presencia de los pueblos indígenas y sus derechos en los Estados. Este libro pretende ser un grano de arena para ayudar a que los efectos residuales esta doctrina desaparezcan y que la comunidad yaqui prospere y sea valorada, como corresponde a un pueblo que se ha mantenido en la lucha por conservar su territorio, sus recursos y sus tradiciones.

Los editores

SECCIÓN I

“Capital Natural y Bienestar Social de la Comunidad Yaqui”

José Alfredo Arreola Lizárraga

Jaime Garatuza Payán

Enrico Arturo Yépez González

Agustín Robles Morúa

(Editores)

2.2 Potencial ostrícola

Por Jorge Chávez-Villalba¹

¹Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C., Unidad Sonora, Carretera al Tular km. 2.1, Estero de BacoChibampo, 85455 Guaymas, Sonora, México.

Email: jechavez04@cibnor.mx

Resumen

Se presenta a la acuicultura como una actividad que podría diversificar las prácticas productivas en el territorio Yaqui. Se hace una revisión de los cultivos de ostión nativo *Crassostrea corteziensis* y de ostión introducido *C. gigas* como candidatos para desarrollar la ostricultura en esta región. Se discute sobre la obtención de semilla, se analizan los sistemas de cultivo que pueden adaptarse mejor a las condiciones locales, y se describen las fases de cultivo para que puedan ser asimiladas por los interesados. Asimismo, se examina el crecimiento y los eventos de mortalidad durante el cultivo para proyectar posibles escenarios de producción. Se hace énfasis en seguir buenas prácticas de cultivo como única alternativa para desarrollar una ostricultura sustentable. Se concluye que el potencial ostrícola del territorio Yaqui se puede basar en el desarrollo del cultivo de estas especies y así ayudar a mejorar la economía y la nutrición de la comunidad.

Introducción

La acuicultura es el cultivo de organismos acuáticos tanto en zonas costeras como en aguas interiores que implica la intervención del hombre en el proceso de cría para aumentar la producción. Se considera como el sector de producción de alimentos de más rápido crecimiento donde existen más de 500 especies de peces, moluscos, crustáceos y plantas que se cultivan actualmente en todo el mundo (FAO, 2015).

Una de las ventajas de la acuicultura es que puede ser practicada tanto por grupos con escasos recursos como por empresas multinacionales. En el primer caso, la acuicultura puede ser alternativa viable para comunidades que quieren acrecentar sus ingresos y mejorar su alimentación. Además es factible en comunidades agrícolas ya que es posible migrar, sin muchas dificultades, a una actividad acuícola debido a que se tiene el mismo principio; sembrar, cuidar y cosechar. También es una opción para grupos de pescadores, ya que les permite combinar la pesca con cultivos de tipo familiar. Además los organismos que se obtienen a través de esta práctica son importantes porque contribuyen con la nutrición a través del aporte de proteínas, ácidos grasos, vitaminas, minerales y micronutrientes esenciales.

El 80% de la producción acuícola mundial actual deriva de animales que se encuentra en la parte inferior en la cadena alimentaria, y de éstos sobresalen los moluscos por la sencillez con que se implementan sus cultivos en las zonas costeras. De los moluscos, los bivalvos son los más importantes porque representan 25% en volumen y 14% en valor de la producción mundial por acuicultura (Lovatelli et al. 2008). Entre los bivalvos se

destaca el ostión del Pacífico *Crassostrea gigas*, siendo la especie que se cultiva en más lugares y con más producción de entre todos los moluscos (FAO, 2005; 2014).

En México, la producción de moluscos está representada principalmente por los ostreidos, donde sobresalen el ostión Americano *Crassostrea virginica*, el ostión del Pacífico *C. gigas* y el ostión de placer *C. corteziensis*. El ostión Americano se produce en el Golfo de México a través de una pesquería acuicultural con volúmenes anuales de 40 mil toneladas aproximadamente (Maeda-Martínez, 2008). Las otras dos especies se producen en el Noroeste del país a través de actividades de acuicultura con valores variables de producción anual que oscilan entre 2000 toneladas para *C. gigas* y 800 toneladas para *C. corteziensis* (SAGARPA, 2013). La ostricultura ha mostrado ser una actividad viable y de importancia económica en la región.

Las características anteriores sugieren que la acuicultura podría representar una alternativa de diversificación de actividades productivas para la comunidad Yaqui en Sonora. Las principales actividades que sostienen la economía de los Yaquis son la agricultura, la ganadería y la pesca, pero en su territorio existen las condiciones para que se pueda desarrollar la acuicultura. Con la implementación de ésta, se podrían mejorar los medios de vida con un aumento de los ingresos y una mejor nutrición. En el territorio Yaqui se cuenta con 45 km de costa donde existen cuerpos de agua adecuados para realizar actividades acuícolas. Se destacan por ejemplo las bahías de Las Guásimas y de Lobos, donde las características geográficas, hídricas y ambientales sugieren condiciones apropiadas para realizar el cultivo de bivalvos, en particular de ostiones (ostricultura).

En este trabajo se presenta un análisis de los diferentes tipos de cultivos de *C. corteziensis* y de *C. gigas* llevados a cabo en el noroeste de México, con el objetivo de conocer cuáles podrían ser los que se ajusten mejor a las condiciones ambientales del territorio Yaqui. Se describen las principales actividades así como los requerimientos esenciales de los cultivos haciendo énfasis en las buenas prácticas para implementar actividades sustentables y conocer así el potencial ostrícola para esta región.

Condiciones ambientales

Las condiciones ambientales del territorio Yaqui, en particular de los cuerpos de agua como las bahías Las Guásimas y Lobos, están descritas detalladamente en otros capítulos del presente libro por lo que no se considera necesario profundizar sobre este tema.

Selección de especies

Entre las diferentes especies de bivalvos que se cultivan en el mundo, se prefieren a los ostiones debido a su resistencia a las condiciones ambientales, por ejemplo *C. gigas* puede desarrollarse y sobrevivir dentro de rangos amplios de temperatura (-2 hasta 35 °C) y salinidad (0 hasta 50 ups) (Héral y Deslous-Paoli, 1990). Debido a esto la especie se ha introducido para repoblación y cultivo en más de 66 países en el mundo incluido México (Ruesink et al. 2005). El ostión de placer *C. corteziensis* siendo una especie nativa también es ideal para el cultivo porque está adaptada a las condiciones locales. De acuerdo con experiencias de productores, ambas especies son muy resistentes al manejo, toleran bien altas densidades y condiciones ambientales extremas, y por su anatomía pueden cerrarse herméticamente teniendo larga vida en anaquel.

Asimismo, los ostiones se consideran como organismos ideales para la acuicultura, ya que se alimentan directamente de fitoplancton, micro-zooplancton, detritus y bacterias que se encuentran de forma natural en el agua de mar y sólo requieren un manejo mínimo en cuanto a mantenimiento y cuidados (Helm et al. 2006). No obstante, un requisito fundamental para cualquier actividad de cultivo o de explotación de bivalvos es contar con la materia prima adecuada. En este caso se le llama semilla y se refiere a los juveniles de ostión que han alcanzado una talla generalmente mayor a 0.5 milímetros de largo (altura de la concha) (Chávez-Villalba, 2014). Para iniciar un cultivo es importante que la semilla sea abundante, esté certificada (libre de enfermedades y patógenos) y que los costos de obtenerla sean accesibles para los grupos involucrados.

Obtención de semilla

Existen dos formas básicas de conseguir semilla de ostión. La primera es obtenerla del medio natural a través del uso de colectores que pueden ser naturales (conchas) o artificiales (láminas, pedazos de llantas, etc.) y la otra es comprarla en laboratorios especializados de producción llamados comúnmente “*hatcheries*”.

De acuerdo con algunos estudios, las poblaciones de ostión de placer están muy disminuidas o han desaparecido de las costas de Sonora (Chávez-Villalba et al. 2005), por lo que la captación natural parece que no es una opción viable para la obtención de semilla de esta especie en territorio Yaqui. El ostión del Pacífico por otro lado, no es una especie nativa, sino que fue introducida a nuestro país en 1973 (Islas-Olivares, 1975). Por

lo tanto, tampoco se puede obtener de manera natural. Entonces la única opción para contar con semilla de las dos especies es comprarla en laboratorios especializados.

Existen dos laboratorios en el país que tienen capacidad de producir semilla de *C. corteziensis*, uno es el Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste en La Paz, B.C.S., y el otro es el Centro Reproductor de Especies Marinas (CREMES) en Bahía Kino, Sonora (Hoyos-Chairez, 2004). Sin embargo, debido a problemas de altas mortalidades de ostión causadas por patógenos en la región, el traslado de ostiones de Baja California Sur hacia los otros estados está prohibido para esta especie. Otro punto importante a considerar es que sólo se puede comprar semilla de ostión de placer sobre pedido.

Para *C. gigas* la oferta de semilla es más variada, además de los laboratorios mencionados, existen otros en la región que ofrecen semilla de la especie como Maxmar Mariscos S.A. de C.V. (Ensenada, Baja California), Sea Farmer S.A. de C.V. (Los Mochis, Sinaloa), Maricultura del Pacífico S.A. de C.V. (Bahía de Kino, Sonora), Acuacultura Robles (La Paz, Baja California Sur), Bivalvos del Pacífico (Bahía Asunción, Baja California Sur). También hay laboratorios norteamericanos como Whiskey Creek Shell Fish (Oregón) y Taylor Shellfish Faros (Washington), así como empresas Chilenas que venden semilla a productores mexicanos. Es muy importante que los grupos interesados en cultivar ostión se aseguren que la semilla que compren venga certificada indicando que está libre de patógenos y enfermedades.

Sistemas de cultivo

El ostión de placer se cultiva en Nayarit y Sinaloa utilizando dos sistemas principales; sartas de conchas suspendidas de estructuras fijas de madera y cajas ostrícolas suspendidas de líneas tipo palangre (“*long-lines*”). El ostión del Pacífico se cultiva principalmente en Baja California, Baja California Sur, Sonora y Sinaloa utilizando, además de las cajas ostrícolas, balsas y estantes, así como costales amarrados a estantes.

Existen experimentos de cultivo de *C. corteziensis* que se han hecho en el estero El Soldado y en la bahía de Las Guásimas utilizando las cajas ostrícolas con buenos resultados (Chávez-Villalba et al. 2005; 2008). El sistema de sartas parece que no es adecuado para los cuerpos de agua del territorio Yaqui, ya que se basa en la colecta natural de semilla directamente sobre conchas, las cuales se utilizan posteriormente para formar las sartas.

También hay reportes de cultivo en cajas ostrícolas de *C. gigas* en el estero El Soldado (Chávez-Villalba et al. 2007). Aunque no hay información disponible, se sabe que en Las Guásimas también se llevan a cabo cultivos en cajas ostrícolas de esta especie a nivel familiar. Los otros sistemas de cultivo para el ostión del Pacífico no están reportados en la región, debido probablemente a que las balsas y estantes requieren de lugares abiertos y con una profundidad mínimas de 4 metros, y los costales y estantes se llevan a cabo en zonas intermareales con una gran amplitud de marea (>1.8 m), características que no se encuentran de forma óptima en el territorio Yaqui. Lo anterior sugiere que el sistema más

apropiado para desarrollar actividades de acuicultura para las dos especies de ostión en esta región, es el sistema en cajas ostrícolas (Fig. 1).

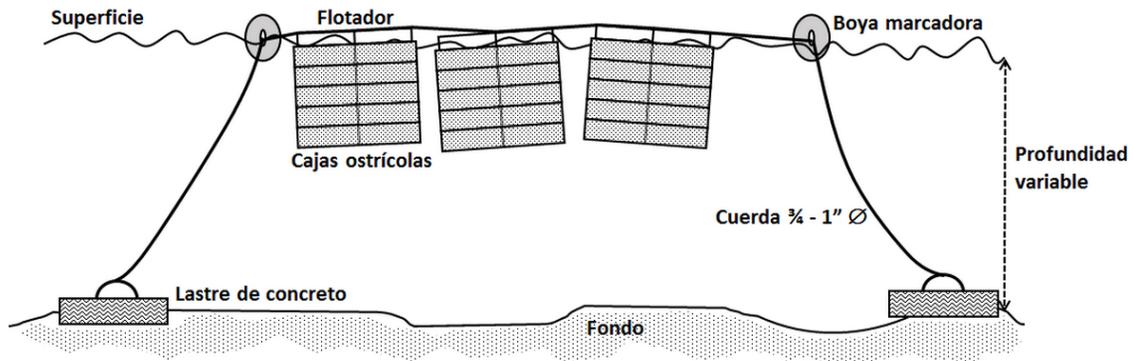


Figura 1. Sistema de caja ostrícolas.

Fases de cultivo

El cultivo de ostiones en la región sigue en general un proceso de cinco fases; la siembra, la pre-engorda, la engorda, el endurecimiento y la cosecha. Para el cultivo en cajas ostrícolas se siguen todas las fases excepto el endurecimiento, y se llevan a cabo de la misma forma tanto para el cultivo del ostión de placer como del Pacífico. De acuerdo con Chávez-Villalba (2014) las fases de cultivo se describen de la siguiente manera: la fase de la siembra se refiere al proceso cuando la semilla de ostión se coloca por primera vez en el mar. Después sigue la pre-engorda y es cuando la semilla pasa de una talla inicial de siembra de 0.5-5 mm de largo a una talla promedio ≥ 30 mm. En esta fase se necesitan generalmente bolsas de malla fina (mosquitero de 1 o 2 mm) u otras estructuras de contención para que los juveniles por su talla pequeña, no se salgan a través de los orificios y aberturas de las cajas ostrícolas, y para evitar que sean atacados por depredadores. La engorda es cuando los ostiones se colocan directamente dentro de cajas

ostrícolas, ya que tienen el tamaño adecuado para esto y son más resistentes a la depredación. Los ostiones permanecen en las cajas hasta el final del cultivo, momento en que están listos para la última fase que es la cosecha. Los ostiones son separados manualmente y después se limpian con cepillos y/o con agua a presión para quitarles todas las incrustaciones que pudieran tener. Después de esto están listos para la venta.

Durante el cultivo las principales actividades de mantenimiento son la reducción de la densidad y la limpieza de las estructuras de contención. Ambas son importantes, la primera permite que los ostiones no estén hacinados y tengan más espacio para crecer así como para alimentarse asegurando un crecimiento óptimo. La limpieza es importante porque las estructuras de cultivo son colonizadas por infinidad de organismos incrustantes provocando que los orificios se tapen y no haya buena circulación de agua, existiendo más competencia por alimento. Las incrustaciones además dificultan la manipulación, haciendo que las estructuras sean muy pesadas y puedan ocasionar inclusive heridas a los operarios.

Crecimiento

Existen reportes de crecimiento de *C. corteziensis* cultivado en cajas ostrícolas en el estero El soldado, donde la especie después de 375 días alcanzó los siguientes valores promedio de talla de concha: 71.3 ± 1.9 mm de largo, 52.6 ± 1.3 mm de ancho y 25.1 ± 0.8 mm de grueso, así como un peso total de 30.1 ± 1.9 g (Chávez-Villalba et al. 2005). Estos autores ajustaron sus datos al modelo de von Bertalanffy obteniendo: $L_{\infty} = 114$ mm

largo, $k = 1.1/\text{año}$, con $t_0 = 0$. El modelo de crecimiento en largo (L) fue:
$$L = \{1 - \exp^{-1.1(t-0)}\}.$$

Estos resultados indican que el ostión de placer necesita más tiempo de cultivo para alcanzar las tallas comerciales que oscilan entre 80 mm de largo y 60 g de peso.

En otro experimento de crecimiento pero esta vez de 25 meses de cultivo en cajas ostrícolas en Las Guásimas, Chávez-Villalba et al. (2008) encontraron que *C. corteziensis* podía alcanzar 103.2 ± 1.82 mm de largo, 63.4 ± 0.74 mm de ancho y 31.9 ± 0.78 mm de grueso así como 150.3 ± 4.98 de peso total. Reajustando el modelo de von Bertalanffy a estos valores obtuvieron la siguiente ecuación: $L = 132.2\{1 - \exp^{-1.08(t+0.18)}\}$. Con esto se detectó que la especie necesita alrededor de 18 meses de cultivo para alcanzar las tallas comerciales. Recientemente se encontró que el modelo Schnute-Richards describe mejor el crecimiento de *C. corteziensis* que el modelo de von Bertalanffy (Chávez-Villalba y Aragón-Noriega, 2015).

Con relación al ostión del Pacífico, sólo existe un reporte de crecimiento en cajas ostrícolas en el territorio Yaqui (Las Guásimas), pero de juveniles durante el verano y el invierno (Castillo-Durán et al. 2010). En verano (julio a septiembre de 2005), *C. gigas* creció de 41 a 46.1 mm de largo y en invierno (diciembre de 2005 a febrero 2006) creció significativamente más de 29.7 a 54.4 mm. Otros trabajos sobre crecimiento de ostiones del Pacífico cultivados en Sonora se han hecho principalmente en el estero La Cruz en Bahía Kino (Martínez-Córdova y Robles, 1990; Martínez-Córdova y Martínez-Porchas,

2006; Chávez-Villalba et al. 2010), y muestran que la especie alcanza la talla comercial en menos de un año. El modelo de von Bertalanffy también se ha utilizado para describir el crecimiento de esta especie cultivada en cajas ostrícolas en La Paz, B.C.S. (Ramírez-Filippini et al. 1990). La ecuación obtenida es la siguiente:

$$L = 60.7\{1 - \exp^{-0.0078(t-21.2)}\}.$$

Los resultados de los trabajos anteriores indican que *C. corteziensis* tiene crecimiento más lento que *C. gigas*, por lo tanto requiere más tiempo para alcanzar la talla comercial. No obstante, el ostión del Pacífico es más susceptible a la temperatura, el crecimiento se reduce o inclusive se detiene en verano cuando se presentan las temperaturas más elevadas, mientras que durante el invierno se registran las tasas más altas de crecimiento (Martínez-Córdova y Robles, 1990; Castillo-Durán et al., 2010).

Mortalidad

La mortalidad de organismos se refiere a la que se presenta durante todo el desarrollo del cultivo, desde la siembra, cuando se ponen por primera vez los organismos en el mar, hasta que éstos son retirados definitivamente, es decir cosechados. En los cultivos existe mortalidad natural y se define como aquella provocada por depredación (organismos que entran a los contenedores y se comen a los ostiones), por efecto de condiciones ambientales adversas (altas temperaturas, bajas salinidades, etc.), y debido a enfermedades naturales (organismos menos resistentes, sistemas inmunes debilitados). También se encuentra la mortalidad por manejo y es cuando es causada por golpes durante el movimiento de estructuras, por exposición a condiciones extremas (mantener

organismos fuera del agua por mucho tiempo), por hacinamiento y falta de mantenimiento (disminución de alimento disponible).

Se recomienda mantener los cultivos lo mejor posible en cuanto a mantenimiento y limpieza, y de esta forma que los porcentajes de mortalidad natural y por manejo sean lo más bajos posibles. No existe un valor específico para la mortalidad, pero para obtener buenos rendimientos de cosecha se considera adecuado que éste sea menor del 30% de la población total al final del periodo de cultivo. Existen sin embargo, eventos de mortalidad anormal los cuales pueden afectar a más del 40% de los organismos en cultivo. Generalmente se presentan en ciertos periodos del año y pueden afectar a grupos determinados de organismos, como semilla, juveniles o adultos. Dentro de las mortalidades anormales se encuentran también las mortalidades masivas que pueden afectar hasta el 100% de la población, o de un grupo específico (juveniles principalmente). Las mortalidades masivas se pueden presentar en diferentes épocas del año y se les asocia a la existencia de patógenos que combinados con otras variables como altas temperaturas, gran cantidad de alimento, madurez gonádica, parecen generar los eventos masivos (Soletchnik et al. 1999; Le Roux et al. 2002; Samain et al. 2005).

En cualquier caso, las diferentes formas de mortalidad se pueden disminuir siguiendo buenas prácticas de cultivo (ver siguiente apartado). Por ejemplo, se sabe que *C. gigas* es más sensible a la temperatura por lo tanto puede ser más vulnerable durante el verano. En este caso se pueden buscar estrategias como mover las estructuras de cultivo a zonas más profundas, reducir significativamente la densidad para darles más espacio y acceso al

alimento, no exponer los ostiones al sol, no mantenerlos mucho tiempo fuera del agua, etc. Aunque *C. corteziensis* tolera mejor las altas temperaturas, las medidas sugeridas anteriormente también pueden aplicarse a esta especie y de esta forma ayudar a mantener cultivos sanos.

Buenas prácticas de cultivo

Actualmente, uno de los principales puntos a considerar para mantener cultivos de ostión en las mejores condiciones posibles es la adopción de buenas prácticas de cultivo. Éstas se han venido implementando con los productores de la región para contrarrestar los problemas de mortalidades masivas de ostiones que han ocurrido recurrentemente desde 1997. Asimismo, para evitar la diseminación de diversos tipos de patógenos (*Perkinsus marinus*, *Marteilia refringens*, herpesvirus tipo 1 – OsHV-1) que se han encontrado en *C. gigas* y *C. corteziensis* y que aparentemente podrían estar relacionados con los eventos de mortalidad señalados (Enríquez-Espinoza, 2015). Así como para promover la inocuidad de los alimentos mediante la implementación de sistemas de reducción de riesgos en las unidades de producción y procesamiento de alimentos.

Una de las primeras acciones que deben hacer los grupos que quieren iniciar cultivos de ostión es ponerse en contacto con el Comité de Sanidad Acuícola del Estado de Sonora (COESAES), quienes los orientarán con respecto a (1) supervisión de buenas prácticas sanitarias, (2) seguimiento técnico de los cultivos, (3) muestreo continuo de organismos en las unidades de producción (Herpesvirus, enfermedades certificables-OIE, biotoxinas marinas, *Vibrio parahaemolyticus*, etc.), (4) muestreo de contaminantes marinos, y (5)

impulso al trámite de concesiones. También es importante que los grupos se afilien al Comité Estatal Sistema Producto Ostión (CESPO) donde se implementan mecanismos de planeación, comunicación y concertación permanente entre los ostricultores. Entre las acciones más importantes están el abastecimiento de equipo técnico, insumos y servicios de la producción primaria, acopio, transformación, distribución y comercialización. Asimismo, a través de los CESPO los productores pueden canalizar sus problemáticas hacia el sector académico, para que éste los apoye implementando acciones para su estudio y posible solución. Respecto a las buenas prácticas de cultivo, es importante seguir las indicaciones dadas por los Comités de Sanidad Acuícola y del Sistema Producto. En este apartado se consideran y complementan algunas de las recomendaciones descritas por Tapia-Vázquez et al. (2008) y Cáceres-Martínez y Vázquez-Yeomans (2014).

Semilla

El primer paso es con relación a la semilla de ostión que se obtendrá para iniciar los cultivos. El tiempo de traslado de la semilla del laboratorio de origen al productor, deberá ser lo más breve posible (48 horas o menos). El productor debe solicitar a su proveedor copia del certificado sanitario, el peso por millón de larva y la factura. En caso de que una persona importe o introduzca semilla directamente, deberá enviar una muestra al COSAES para sus análisis en fresco e histopatológico. Esto con la finalidad de determinar de manera inmediata la calidad de la semilla e identificar las enfermedades establecidas en la NOM-O10-PESC-1993 y en la OIE (Organización Internacional de

Epizootias). Los resultados de estos análisis se envían a cada uno de los productores que hayan recibido organismos.

Siembra y cultivo

Antes de sembrar la semilla se recomienda revisar que los sistemas de cultivo estén ubicados en donde existan corrientes que proporcionen alimento y oxígeno adecuado, evitando zonas con mucho fango. Instalar señalamientos que permitan la circulación segura tanto de embarcaciones como personas en la zona de cultivo. Los sistemas deberán ser revisados continuamente y en caso de estar dañados, repararlos a la brevedad. Cuando se inicien las actividades de cultivo es necesario manejar densidades de siembra que eviten el hacinamiento de los ostiones. La densidad en las unidades de cultivo se deberá mantener considerando que los ostiones no cubran más de un 70% del espacio de los contenedores (cajas). Cuando los ostiones crezcan y cubran el 100% de la superficie de las cajas o más, se tiene que llevar a cabo una reducción de densidad. En paralelo al cultivo se recomiendan las siguientes acciones: 1) registrar regularmente (al menos una vez al mes) los parámetros fisicoquímicos (temperatura, salinidad y oxígeno disuelto) en el lugar de cultivo y anotarlos en una bitácora, así como conocer la ubicación exacta (coordenadas) de las estructuras dentro del cuerpo de agua, 2) evaluar cada semana el crecimiento de los ostiones, registrando en bitácoras los parámetros morfométricos y de supervivencia, 3) realizar observaciones y anotar el comportamiento de las mareas, tomar los datos referentes a tipo de flora y fauna del lugar, 4) informarse sobre eventos climatológicos (fenómenos de “el niño”, “la niña”, marea roja, condición santana, etc.), 5) evaluar cada semana el crecimiento y reclutamiento de epibiontes.

Otro punto importante es que durante el cultivo no deberán moverse lotes de ostión entre diferentes cuerpos de agua, o entre diferentes zonas de cultivo sin tener los certificados que garanticen que están libres de enfermedades. Para cualquier movimiento de ostiones fuera del área de cultivo es necesario que se envíen muestras al COSAES para los análisis correspondientes.

Mantenimiento

El mantenimiento de los sistemas de cultivo se deberá llevar a cabo de manera programada. La limpieza de las estructuras (cajas, cuerdas, boyas, etc.) no se debe realizar en las embarcaciones ni en la orilla del mar por lo que se tendrá que hacer en instalaciones en tierra donde haya sombra y suministro de agua dulce de preferencia. Tanto el agua utilizada para limpiar, así como los restos de epibiontes, conchas vacías, ostiones muertos, etc. no deberán arrojarse al mar y se deberán colocar en recipientes o zonas preparadas que permitan su posterior eliminación. No se deben usar químicos no biodegradables o solventes para limpiar las estructuras, se recomienda el uso de jabones biodegradables y/o cloro diluido, pero los residuos de éstos no deben llegar al mar. Los operadores del cultivo así como toda persona que se encuentre en los sitios de producción deberán usar letrinas o sanitarios ecológicos que deben estar ubicados a más de 50 metros de la orilla del mar. Asimismo, no se debe permitir el acceso a perros u otros animales a las zonas de cultivo.

Manejo de organismos

El manejo de ostiones durante el cultivo y la cosecha debe seguir las siguientes recomendaciones; los organismos no deben dejarse por tiempos prolongados en la orilla del mar y/o fuera del agua, de preferencia deben colocarse a la sombra donde deberán ser mantenidos los más frescos posible (humedecerlos con agua constantemente). Se tendrán que implementar instalaciones de manejo en tierra donde se cuente con zonas físicamente separadas que incluyan sombra, agua dulce, lavabos, recipientes adecuados para la limpieza del producto, zonas de almacenamiento, contenedores para residuos, botes de basura con bolsa y tapa, etc. Los operarios deberán contar con equipo básico como botas, guantes, cubre-bocas, cubre-cabello, mandiles, etc., y deberán lavarse las manos con agua limpia y jabón antes de iniciar labores, después de ir al baño y cada vez que interrumpan sus actividades. Antes del inicio y final de cada jornada laboral, se deberá lavar el material utilizado, y dejar limpias las áreas de trabajo. Es necesario que haya personal encargado de mantener todas las instalaciones limpias. El personal que maneje directamente el producto no deberá presentar cuadros de enfermedad infecto-contagiosa (hepatitis, tuberculosis, etc.). No se debe fumar dentro del área de trabajo y se debe prohibir el escupir y orinar en todas las áreas aledañas e instalaciones que no correspondan a los baños o letrinas, los cuales deben mantenerse limpios y en buenas condiciones (con papel, agua, jabón, etc.). También se debe contar con un botiquín, que permita proporcionar los primeros auxilios. Además se recomienda clasificar y organizar las cosechas por tallas, caracterizar a los organismos considerados como de buena calidad y de mala calidad, así como utilizar bitácoras que proporcionen datos con respecto a las tallas y pesos de organismos cosechados por semana, mes, año y con esto calcular los

rendimientos correspondientes. Además de las recomendaciones anteriores también es importante considerar la identificación de las fuentes de contaminación, integrar un programa sobre rotación de cultivos, establecer buena comunicación con los sectores involucrados en acuicultura y pesca en la región. Finalmente, es conveniente que los productores asistan regularmente a los talleres y cursos que ofrecen los Comités para estar actualizados sobre las medidas sanitarias y/o de manejo que puedan surgir.

Conclusiones

De acuerdo con los resultados de trabajos de investigación sobre cultivo de bivalvos realizados en Sonora y particularmente aquellos hechos en la bahía de Las Guásimas, se observa que la ostricultura es una actividad factible para desarrollarse en el territorio Yaqui. Como se pudo observar, existen laboratorios a nivel local en donde se puede adquirir semilla de *C. corteziensis* y *C. gigas* como fuente de materia prima para iniciar los cultivos de estas especies. También existen sistemas de cultivo probados, como las cajas ostrícolas mantenidas en suspensión, que han mostrado ser adecuadas para las condiciones encontradas en el territorio Yaqui. Los sistemas de operación de estos cultivos son simples y de fácil apropiación para grupos de personas que tienen actividades como la agricultura y pesca. Para estos últimos, la disminución de la pesca de captura hace que el futuro del sector pesquero se enfoque principalmente al cultivo de organismos (FAO, 2015).

Los resultados de crecimiento del ostión del Pacífico sugieren que se pueden obtener ganancias económicas a partir de la venta de ostiones durante el primer año de cultivo

con esta especie. Mientras que con el cultivo del ostión de placer, las entradas económicas se esperarían hasta después de 18 meses de operaciones. Sin embargo, se sugiere que se cultiven las dos especies en paralelo ya que se podrían tener cosechas escalonadas cada seis meses después de las primeras operaciones de producción. Es importante que se considere estimar la capacidad de carga de los cuerpos de agua para no sobrepasarla y así la actividad pueda ser permanente. En cualquier caso, es imprescindible que los grupos que estén a cargo de los cultivos sigan puntualmente las indicaciones de los Comités sobre las buenas prácticas de cultivo, ya que es la única manera de asegurar cultivos sustentables y de esta forma garantizar producciones que sean redituables para los involucrados. Todos los elementos anteriores indican que el potencial ostrícola para el territorio Yaqui se podría basar en el desarrollo de cultivos de las especies *C. corteziensis* y *C. gigas*. Con esto se podría ayudar a que la comunidad Yaqui prospere con un aumento de sus ingresos y exista también una mejor nutrición para que las personas estén más sanas.

Agradecimientos

Al Comité de Sanidad Acuícola del Estado de Sonora por la información sobre su funcionamiento.

Literatura citada

Cáceres-Martínez, J., Vásquez-Yeomans, R. 2014. Manual de buenas prácticas para el cultivo de moluscos bivalvos. OIRSA-OSPESCA, 117 p

- Castillo-Durán, A., Chávez-Villalba, J., Arreola-Lizárraga, A., Barraza-Guardado, R. 2010. Comparative growth, condition, and survival of juvenile oysters *Crassostrea gigas* and *C. corteziensis* cultivated in summer and winter. *Ciencias Marinas* 36:29–39
- Chávez-Villalba, J., López-Tapia, M. R., Mazón-Suástegui, J. M., Robles-Mungaray, M. 2005. Growth of the oyster *Crassostrea corteziensis* (Hertlein, 1951) in Sonora, Mexico. *Aquaculture Research* 36:1337–1344
- Chávez-Villalba, J., Villelas-Ávila, F., Cáceres-Martínez, C. 2007. Reproduction, condition and mortality of the Pacific oyster *Crassostrea gigas* (Thunberg) along coastal Sonora, Mexico. *Aquaculture Research* 38:268–278
- Chávez-Villalba, J., Hernández-Ibarra, A., López-Tapia, M. R., Mazón-Suástegui, J. M. 2008. Prospective culture of the Cortez oyster *Crassostrea corteziensis* from northwestern Mexico: growth, gametogenic activity, and condition index. *Journal of Shellfish Research* 27:711–720
- Chávez-Villalba, J., Arreola-Lizárraga, A., Burrola-Sánchez, S., Hoyos-Chairez, F. 2010. Growth, condition, and survival of the Pacific oyster *Crassostrea gigas* cultivated within and outside a subtropical lagoon. *Aquaculture* 300:128–136
- Chávez-Villalba, J. 2014. Cultivo de ostión *Crassostrea gigas*: Análisis de 40 años de actividades en México. *Hidrobiológica* 24:175–190
- Chávez-Villalba, J., Aragón-Noriega, E. A. 2015. Modeling the individual growth of the Cortez oyster *Crassostrea corteziensis* (Bivalvia: Ostreidae) from central Gulf of California. *Cahiers de Biologie Marine* (en prensa)

- Enríquez-Espinoza, T. L. 2015. Patógenos emergentes y de reciente expansión en moluscos bivalvos de interés comercial en el Golfo de California. Tesis de doctorado, Universidad de Sonora, Hermosillo, Sonora, México 73 p
- FAO. 2014. Cultured Aquatic Species Information Programme *Crassostrea gigas*. Programa de información de especies acuáticas. Texto de Helm, M. M. En: Departamento de Pesca y Acuicultura de la FAO [en línea]. Roma. Actualizado 13 April 2005. [Citado 24 February 2014].
http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Crassostrea_gigas/es#tcNA00EA
- FAO. 2015. Acuicultura. <http://www.fao.org/aquaculture/es/>
- Helm, M. M, Bourne N, Lovatelli A. 2006 Cultivo de bivalvos en criadero. Un manual práctico. FAO Documento Técnico de Pesca. No. 471. Roma, FAO, 184 p
- Héral, M., Deslous-Paoli, J. M. 1990. Oyster culture in European countries. En: Menzel W (ed.) Estuarine and Marine Bivalve Mollusc Culture. CRC Press, pp 153–190
- Hoyos-Chairez, F. J. 2004. Ostricultura sonorensis; antecedente, presente y perspectiva de desarrollo sustentable. En: Zárate-Valdez JL (ed.) Foro Intercambio de Experiencias en Agricultura y Desarrollo Rural Sustentables. Hermosillo, Sonora, pp 2–11
- Islas-Olivares, R. 1975. El ostión japonés (*Crassostrea gigas*) en Baja California. Ciencias Marinas 2:58–59
- Le Roux, F., Gay, M., Lambert, C., Waechter, M., Poubalane, S., Chollet, B., Nicolas, J. L., Berthe, F. 2002. Comparative analysis of *Vibrio splendidus* related strains isolated during *Crassostrea gigas* mortality events. Aquatic Living Resources 15:251–258
- Lovatelli, A., Vannuccini, S., McLeod, D. 2008. Current status of world bivalve aquaculture and trade. En: Lovatelli A, Farías A, Uriarte I (eds) Estado actual del cultivo

y manejo de moluscos bivalvos y su proyección futura: factores que afectan su sustentabilidad en América Latina. Taller Técnico Regional de la FAO. 20–24 de agosto de 2007, Puerto Montt, Chile. FAO Actas de Pesca y Acuicultura. No. 12. Roma, FAO. pp 45–59

Maeda-Martínez, A. N. 2008. Estado actual del cultivo de bivalvos en México. En: Lovatelli A, Farías A, Uriarte I (eds) Taller regional de la FAO sobre el Estado Actual del Cultivo y Manejo de Moluscos Bivalvos y su Proyección Futura: Factores que Afectan su Sustentabilidad en América Latina. Actas de Pesca de la FAO. No. 12. Roma, FAO. pp 91–100

Martínez-Córdova, L. R., Robles, M. 1990. Introducción de ostión japonés *Crassostrea gigas* (Thunberg 1795) en el estero La Cruz, Sonora, México. Ciencia Pesquera 7:157–165

Martínez-Córdova, L. R., Martínez-Porchas, M. 2006. Polyculture of Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*, giant oyster, *Crassostrea gigas* and black clam, *Chione flucitifraga* in ponds in Sonora, Mexico. Aquaculture 258:321–326

Ramírez-Filippini, D., Chávez-Villalba, J., Cáceres-Martínez, C. 1990. Cultivo de ostión en costales sobre estantes en la zona intermareal en Bahía de La Paz, B. C. S.: Estudio comparativo de crecimiento y resistencia, con el cultivo en suspensión. En: De la Lanza-Espino G, Arredondo-Figueroa JL (eds.) La Acuicultura en México: de los Conceptos a la Producción. UNAM-Instituto de Biología. México, pp 152–161

Ruesink, J. L., Lenihan, H. S., Trimble, A. C., Heiman, K. W., Micheli, F., Byers, J. E., Kay, M. C. 2005. Introduction of non-native oysters: Ecosystem effects and restoration implications. Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics 36:643–89

SAGARPA. 2013. Registro y Estadística Pesquera y Acuícola-Consulta Específica por Especie. Disponible en línea en:

http://www.conapesca.sagarpa.gob.mx/wb/cona/consulta_especifica_por_produccion

Samain, J. F., Boudry, P., Dégremont, L., Soletchnik, P., Ropert, M., Bédier, E., Martin, J. L., Moal, J., Mathieu, M., Pouvreau, S., Lambert, C., Escoubas, J. M., Nicolas, J. L., Le Roux, F., Renault, T., Burgeot, T., Bacher, C. 2005. Information on the distribution, causes and significance of the summer mortality syndrome in the Pacific oyster (*Crassostrea gigas*) and other bivalve species. Report on the Working Group on Pathology and Diseases of Marine Organisms (ICES CM 2005/F:02). La Tremblade, France, 1206 p

Soletchnik, P., Le Moine, O., Faury, N., Razet, D., Geairon, P., Gouletquer, P. 1999. Mortalité de l'huître *Crassostrea gigas* dans le bassin de Marennes–Oléron: étude de la variabilité spatiale de son environnement et de sa biologie par un système d'informations géographiques (SIG). Aquatic Living Resources 12:131–143

Tapia-Vázquez, O., González-Alcalá, H. M., Sáenz-Gaxiola, L. M., García-Hirales, R. 2008. Manual de buenas prácticas en granjas ostrícolas de San Quintín, Baja California, México. Comité Estatal de Sanidad Acuícola e Inocuidad de Baja California, A. C. (SAGARPA-CONAPESCA). Ensenada, 36 p



La obra “*Capital Natural y Bienestar Social de la Comunidad Yaqui*”,
se terminó de editar el 30 de junio en el
Instituto Tecnológico de Sonora,
en Cd. Obregón, Sonora, México.

Fue puesto en línea para su disposición en el sitio www.itson.mx
en la sección de Editorial ITSON.

