



COBI
Comunidad y Biodiversidad

Cultivo de callo de hacha en la
Región de las Grandes Islas



Esta publicación es propiedad de Comunidad y Biodiversidad, A.C. y no podrá ser reproducida, ni en su totalidad ni en parte, por cualquier método o procedimiento, sin autorización por el titular de los derechos de autor.

Este documento debe citarse como:

Gastélum-Nava Ernesto. 2019. Cultivo de callo de hacha en la Región de las Grandes Islas, Golfo de California, México. Comunidad y Biodiversidad A.C.

Palabras clave: callo de hacha, cultivo, semillas.

Foto caratula: Archivo COBI

Para cualquier pregunta o comentario sobre ésta ficha técnica escribe al correo electrónico: egastelum@cobi.org.mx.

Resumen ejecutivo

La pesquería de callo de hacha de género *Atrina spp.* y *Pinna rugosa* se ha desarrollado en Sonora desde mediados del siglo pasado. El interés sobre estos recursos ha ido en aumento durante las últimas décadas debido a la consistencia del callo y su sabor, ya que estos productos son considerados un manjar para la cocina de mariscos. La pesca desmedida desde los 70's ha ocasionado la disminución drástica en los volúmenes de captura, la extinción local de bancos específicos y ha obstaculizado la recuperación natural de las dos especies. La sobreexplotación en estos recursos ha sido generada principalmente por una escasa regulación, acceso abierto y sobre-capitalización del esfuerzo pesquero. Para asegurar un manejo sustentable de estos recursos los productores requieren buscar alternativas para revertir la crisis que atraviesa la pesquería, por lo que optaron por un cultivo de callos de hacha en bancos pesqueros de la comunidad que fueron terreno "calleros" (antes si había callos de hacha en ese lugar) en tiempos pasados.

Índice

Introducción.....	5
Antecedentes	5
Objetivos	6
Aplicación práctica de los resultados (Justificación).....	7
Metodología del cultivo.....	7
Justificación de la especie a cultivar.....	8
Sistema de cultivo.....	9
Alimentación	11
Calidad del agua	11
Bioseguridad	13
Biometrías de acuerdo a la especie.....	13
Mortalidad para etapa de cultivo	13
Cosecha	13
Finanzas.....	14
Comercialización	14
Calendario de actividades.....	15
Referencia bibliográfica	16

Introducción

En México, existe mucha información sobre el cultivo de diferentes especies de bivalvos. También para el Golfo de California existe abundante literatura sobre diferentes temáticas del cultivo de diversas especies de bivalvos marinos, incluyendo la almeja catarina (*Argopecten ventricosus*) (Félix-Pico, 2006; Soria et al., 2012), la mano de león (*Nodipecten subnodosus*) (Abasolo-Pacheco et al., 2009), el callo de árbol (*Pteria sterna*) (McAnally-Salas & Valenzuela-Ezpinoza, 1990), la madre-perla (*Pinctada mazatlanica*) (Cáceres-Martínez et al., 1992) y hachas (*A. maura* y *P. rugosa*) (Arizpe-Covarrubias, 1987; 1995; Arizpe-Covarrubias & Felix, 1986; Cardoza-Velasco & Maeda-Martínez, 1997; Góngora-Gómez et al., 2011; Reynoso-Granados et al., 1996), así como también sobre especies introducidas en la región (*Crassostrea gigas* y otros moluscos gasterópodos y crustáceos). Aun cuando, *Atrina tuberculosa*, la especie de hacha que habita en la región ha recibido poca atención por parte del sector científico-tecnológico y productivo, existe información aunque dispersa para la captación de larvas de hachas en la región de La Paz (Baja California Sur), Los Mochis (Sinaloa), Bacochibampo (Sonora) y Corralero-Alotengo (Oaxaca) (Arizpe-Covarrubias, 1995; Cardoza-Velasco & Maeda-Martínez, 1997; Cendejas et al., 1985) e información sobre la tecnología de cultivo intermedio y de engorda tanto en el fondo como para sistemas suspendidos. El cultivo de fondo se ha desarrollado mediante siembra directa y a densidades de entre 4.5 a 150 individuos m² y el cultivo en sistemas suspendidos en canastas tipo “Nestier” a densidades de cultivo similares (Arizpe-Covarrubias, 1995; Cardoza-Velasco & Maeda-Martínez, 1997; Góngora-Gómez et al., 2011). Recientemente, se ha desarrollado con éxito la captación masiva de juveniles de hacha en la región de Puerto Peñasco, Sonora, mediante la utilización de colectores artificiales (red de netlon) colocados a diferentes profundidades en la columna de agua (Soria, manuscrito no publicado). Otros aspectos importantes que han sido abordados para el recurso hacha en general son: ecología reproductiva (Ahumada-Sempoal et al., 2002; Angel-Pérez et al., 2007; Ceballos-Vázquez et al., 2000; Coronel, 1981), anatomía (Coronel, 1981), fisiología energética (García-Hernández et al., 2005; Leyva-Valencia et al., 2001; Rodríguez-Jaramillo et al., 2001) y aspectos de gobernanza y manejo pesquero por comunidades ribereñas (Basurto, 2004).

Antecedentes

En la región Bahía Bacochibampo, Sonora, la captación natural de larvas de *P. rugosa* se da con preferencia en los meses de verano-primavera obteniéndose hasta 14 juveniles por colector, alcanzándose valores máximos cerca de la superficie (3-7m). Los ejemplares cultivados en sistemas suspendidos pueden alcanzar la talla comercial (20-25 cm) después de un año de ser cultivados en sistemas suspendidos tipo Pearl-nets y cajas ostrícolas tipo “nestier” (Cendejas et al., 1985). En el caso de *A. maura* cultivada en Navolato, Sinaloa, en 15 meses de cultivo, juveniles producidos en laboratorio (longitud total inicial 17-20 mm), cultivados durante la etapa de pre-engorda en canastas tipo “nestier” en sistema suspendido y luego sembrados directamente en el fondo marino alcanzaron la talla comercial de 220 mm con un peso aproximado de 284 gr. Los organismos fueron cultivados a una densidad de 18 individuos/m² y tuvieron una supervivencia al final de la engorda mayor al 50%. Durante la etapa de pre-engorda las hachas mostraron altos índices de supervivencia (>85%) y de crecimiento (Góngora-Gómez et al., 2011). En la Bahía de La Paz, un lote de juveniles de *P. rugosa* (longitud total inicial= 30-34 mm) colectados en el ambiente natural con colectores artificiales fue cultivado de

manera suspendida en cajas tipo “Nestier”, mientras que, simultáneamente, otro lote de juveniles fue sembrado directamente en el fondo marino. Los organismos cultivados en sistemas suspendidos alcanzaron una densidad de 150 hachas x m² y presentaron una supervivencia mayor (85%) respecto de los animales cultivados en fondo bajo las mismas densidades de cultivo (50%). Las mayores tasas de crecimiento se dieron a una densidad de cultivo de hasta 50 individuos/m² y mantenidos en sistemas suspendidos, en tanto que los peores rendimientos fueron obtenidos cuando los organismos fueron cultivados en cajas tipo “nestier” y apoyados en el fondo marino. Estos resultados pobres fueron atribuidos a la escasez de flujo de agua y alimento que ocurre en las cajas que son mantenidas en el fondo y por lo tanto están proclives a recibir sedimento en suspensión, obliterando las vías de agua de las cajas. Desde el inicio del cultivo hasta la cosecha, las hachas alcanzaron una talla final de 300 mm en aproximadamente 20 meses, con un crecimiento promedio de hasta 20 mm/mes y 14.5 gr/mes, un peso total final entre 230-300 gr y un rendimiento de carne cercano al 50%. No hubieron diferencias significativas en el crecimiento en peso y largo total en las hachas cultivadas tanto a 50, 100 y 150 individuos/m² (Arizpe-Covarrubias, 1995) por lo que se concluye que el cultivo a altas densidades puede ser desarrollado sin inconvenientes. Cabe destacar que los altos valores de supervivencia alcanzados ocurren en gran medida porque los organismos son protegidos con un corral de fondo para prevenir la depredación. Arizpe-Covarrubias (1995) empleó de manera exitosa un corral de fondo de 10x10x0.30m con una apertura de malla de 1.2cm. Sin embargo, las mayores tasas de supervivencia (80%) ocurrieron cuando las hachas fueron cultivadas en sistemas suspendidos. Por último, en la región de Puerto Peñasco-Bahía San Jorge, Soria (Manuscrito no publicado) obtuvo excelentes rendimientos en la colecta de juveniles de *Pinna* spp. (Probablemente *P. rugosa*) de hasta 1000 hachas por colector (tipo Netlon y suspendido a 1, 3, 5, 7 y 9m) colocados en el mar en junio y retirados en agosto. La captación de juveniles mostró fuertes diferencias con el sitio de colecta, siendo el lugar más propicio la zona de La Choya-Sandy Beach. Las hachas colectadas presentaron una talla que varió entre 10 y 40 mm de longitud total, luego de 2 meses de colecta y no se registraron hachas muertas.

Objetivos

Objetivo general

Engorda de callos de hacha (*Atrina tuberculosa*, *Atrina maura*, *Pina rugosa*) en las aguas de la localidad de Bahía de Kino.

Objetivos específicos

- Engorda de callo de hacha del género *Atrina* y *Pinna* del medio natural;
- Estimar el crecimiento y el rendimiento del callo de hacha, bajo dos condiciones de cultivo (siembra en corrales de fondo y sistemas suspendidos);
- Estimar parámetros de crecimiento y mortalidad de los organismos sembrados.

Los resultados obtenidos brindarán información básica sobre la variabilidad espacial-temporal y su relación con la profundidad, en la disponibilidad de larvas en la región.

La información recolectada será de aplicación directa para el desarrollo y emprendimiento de la maricultura en el Estado y en el país incluyendo la tecnología requerida para la engorda y producción de reproductores.

Este estudio contribuirá con información necesaria para el desarrollo de planes y herramientas de manejo pesquero y acuícola, incluyendo el diseño de reservas marinas que contemplen zonas de no pesca en donde el stock parental pueda provenir de juveniles colectados y sembrados en fondo.

Aplicación práctica de los resultados (Justificación)

Técnica

El cultivo de especies de la familia *Pinnidae*, que en México incluye a las especies *Atrina maura*, *A. tuberculosa* y *Pinna rugosa*, ha sido desarrollado con tecnología de fácil acceso y bajo costo (Arizpe-Covarrubias, 1995; Cendejas et al., 1985; Góngora-Gómez et al., 2011; Reynoso-Granados et al., 1996). En particular todas las etapas, desde colecta de semillas hasta la engorda de los organismos a la talla-peso comercial, pueden ser desarrolladas en el medio ambiente natural. En general no existe la necesidad de disponer de instalaciones sofisticadas en tierra para la producción de semillas o mantenimiento de reproductores en un centro acuícola, salvo el espacio necesario para almacenaje y tareas de preparación de equipos, tareas de desdoble y limpieza de los organismos (Cardoza-Velasco & Maeda-Martínez, 1997; Góngora-Gómez et al., 2011; Reynoso-Granados et al., 1996). La provisión de semillas o juveniles puede ser garantizada mediante la colecta de los mismos en ambiente natural, utilizando para ellos colectores artificiales de red plástica (Arizpe-Covarrubias, 1995; Arizpe-Covarrubias & Félix, 1986; Soria, Manuscrito no publicado). Las áreas potenciales de uso para el cultivo de las especies son accesibles con embarcaciones menores y la logística empleada puede realizarse con mano de obra local, incluyendo en su gran parte buzos comerciales que pescan regularmente alguna de las especies de callo (Moreno et al., 2005). Los sitios de engorda deben ser sitios someros y protegidos de eventos oceanográficos adversos. Los materiales necesarios para la confección de las artes de cultivo pueden, en su gran mayoría, ser obtenidos en el mercado nacional. Las especies de hacha cultivadas en México llegan a talla comercial en 18-20 meses de cultivo y alcanzan buenos rendimientos de músculo o callo (cerca al 35% respecto de las partes blandas). En general la tasa de mortalidad de los organismos cultivados es relativamente baja y más aún si se realiza una mantención adecuada de las líneas de producción (limpieza, boyado, remoción de predadores, etc.) (Arizpe-Covarrubias, 1995; Góngora-Gómez et al., 2011).

Metodología del cultivo

Localización

El proyecto se realizará en la comunidad pesquera de Bahía de Kino, Municipio de Hermosillo en el Estado de Sonora. Esta localidad es conocida como la puerta a la Región de las Grandes Islas en la parte central del Golfo de California. La Bahía es relativamente somera, alcanzando profundidades de 30 metros en la parte sur y hasta 50 metros en la parte norte, presentando una pendiente suave en dirección norte-sur. Por cual se encuentra completamente dentro de la plataforma continental.

La región de Bahía de Kino comparte características oceanográficas con el cinturón insular que corre desde Isla Tiburón hasta Isla Ángel de la Guarda, donde las corrientes de mareas son moderadas a fuertes con una intensa mezcla de agua ocasionando surgencias constantes y una alta productividad primaria (Alvarez-Borrogo, 2002). La amplitud del régimen de mareas

alcanza los 4 m y el ciclo anual dominante de vientos en la zona son del sureste durante el verano (junio-agosto) que soplan noche y día y viento del noroeste en invierno (diciembre-febrero), que por lo regular soplan de día con una duración de 2 a 5 días, siendo en los meses de marzo y abril, cuando existe una calma relativa (Herring, 2002). Existen otros tipos de viento, llamados localmente como westes, que provienen del oeste y son comunes de octubre a febrero.

Micro-localización

Superficie que encierra la poligonal

El polígono cuenta con un área de 1 hectárea. Las zonas de cultivo de organismos se realizarán dentro del polígono, el cual se encuentra en las orillas de playa de san Nicolás, frente al estero Santa cruz y a un costado de la punta hueso de ballena, la cual se encuentra frente a la costa del pueblo pesquero de Bahía de Kino.

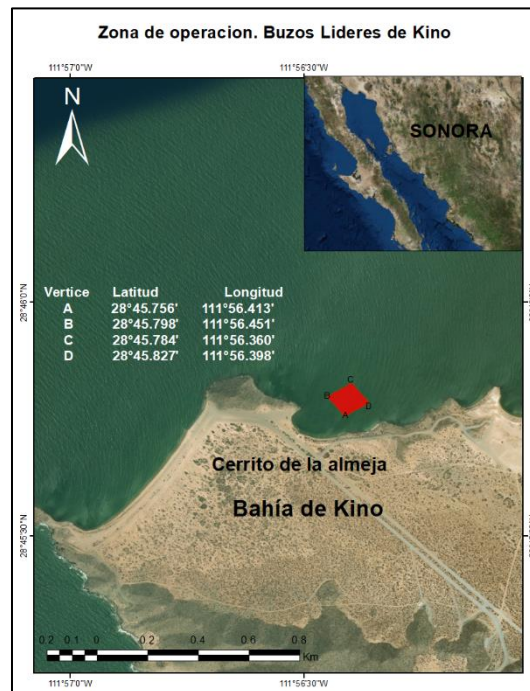


Figura 1. Ejemplo de la ubicación del polígono otorgado a Buzos Líderes de Kino.

Justificación de la especie a cultivar

Las larvas requeridas tanto para el cultivo en sistema de fondo o suspendido en long-lines serán obtenidas de laboratorio

*Cultivo en sistema de fondo: Se requiere una producción final de 7,000 juveniles de 2.5 cm de largo de valvas. Mortalidad asociada 10%.

*Cultivo en sistema suspendido: Se requiere una producción final de 6,200 juveniles de 2.5 cm de largo de valvas. Mortalidad asociada 10%. Numero de juveniles a engordar 7,000 juveniles. Rendimiento 100 hachas juveniles. Total número de arte de engorda 70 y anclados en anclas individuales en fondo. Total 9 líneas.

En total para la etapa de colecta de larvas se requieran coleccionar 15,000 juveniles (postlarvas), se emplearan 19 líneas y se ocupara un área de 3.2 hectáreas

Sistema de cultivo

El tipo de cultivo es intensivo en el medio natural, el ciclo es incompleto en el corto plazo ya que las larvas serán obtenidas de laboratorio. En el mediano y largo plazo se planea la producción y mantenimiento de reproductores y producción de semilla.

Etapas que abarca el cultivo

Pre-engorda y engorda. Sin embargo, durante la fase de cultivo los organismos podrán alcanzar la fase de maduración y realizar naturalmente acciones de reproducción que se espera beneficiará el área otorgada y otras a su alrededor.

Duración de la etapa

Desde las larvas hasta el arribo a talla comercial es de 18 a 20 meses. La pre-engorda de juveniles, o cultivo intermedio, es de 5 meses y la etapa de engorda es de 11 meses más.



Figura 2. Diagrama del ciclo de vida y fases del callo de hacha para la engorda en el medio natural.

Numero de Artes de cultivo

Tipo y características

Se considera una producción final de 500 kg de callo de Hacha con un rinde de 20 hachas de talla comercial (largo concha= 20 cm) por kg de callo. Esto representa una producción final total aproximada de 10,000 hachas. La producción final total será cultivada mediante 2 tecnologías diferentes, siembra directa en fondo en sistemas de corrales y cultivo en sistema suspendido usando canastas tipo “Nestier” dispuestas en long-lines sub-superficiales. A continuación se detalla el número de artes de cultivo necesarias para alcanzar la producción final de 500kg de callo luego de un ciclo productivo de 18 meses de cultivo.

Líneas (long-lines) de cultivo de pre-engorda para el cultivo intermedio de individuos de talla intermedia cultivados en cajas tipo “Nestier”. Long-lines requeridos: 4, cada uno con 12

unidades (módulos) conformados por 5 cajas “Nestier”. El área requerida es de 2.2 hectáreas.

Líneas (long-lines) de cultivo hasta talla comercial en cajas tipo “Nestier” en sistema suspendido. Long líneas requeridas: 6, con 15 unidades (módulos) conformados por 5 cajas “Nestier”. El área requerida es de 3.3 hectáreas.

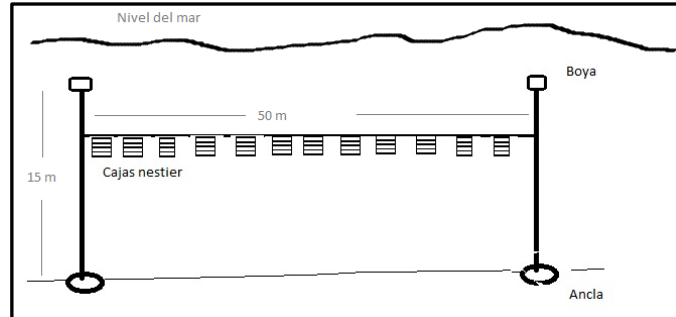


Figura 3. Línea madre (long-line) con cajas Nestier

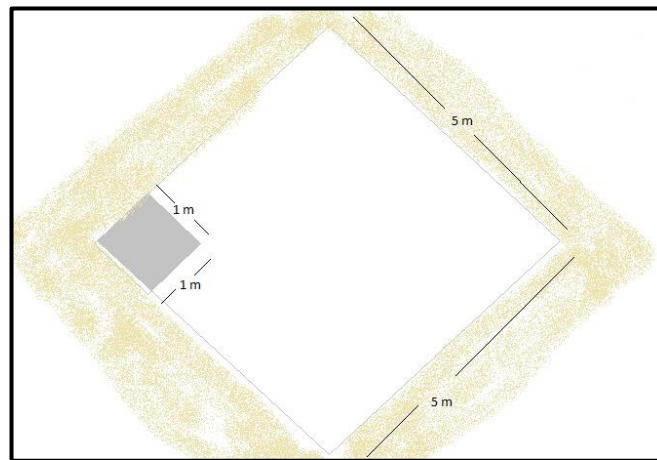


Figura 4. Parcelas de fondo para engorda de los individuos hasta talla comercial. Cada parcela consta de 5mx5mx0.3m, cubierta con una malla de 1 a 3 cm de abertura, se requieren 13 unidades con un área de 1.5 hectáreas.

Dimensiones

Líneas: cabo de 6mm de diámetro de 12 m de longitud, con ancla (45kg) en un extremo y boya (5l) en el otro.

Long-line de pre-engorda. Largo útil de 50 m con tientos o líneas de tensión de 15 m adicionales cada uno.

Long-line de engorda. Largo útil de 50 m con tientos o líneas de tensión de 15m adicionales cada uno.

Distribución espacial (orientación y espacio entre ellos).

Las líneas long-lines deben colocarse de manera paralela al sentido de las corriente de marea o la de mayor prevalencia. Debe de haber una separación no menor a la 40 m entre líneas para facilitar el laboreo de las embarcaciones.

Las líneas madres deberán emplazarse a una distancia no menor a 40 m lineales entre sí para facilitar el laboreo y para evitar que las líneas se enreden entre sí.

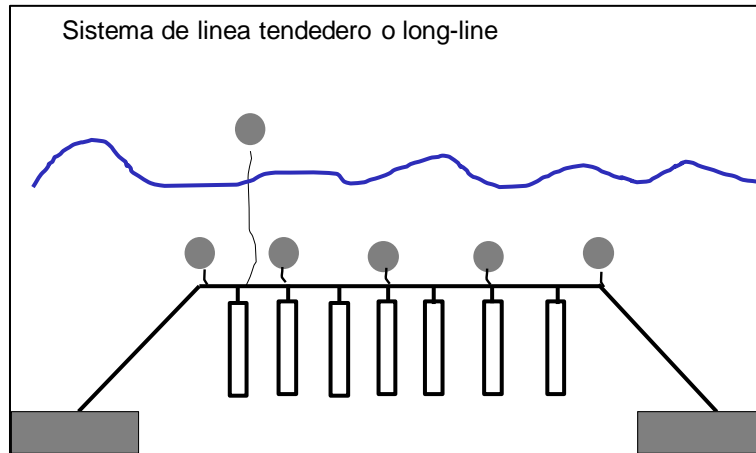


Figura 5. Vista general de una línea madre dentro del agua, para las artes de cultivo y colectores.

Alimentación

El alimento consiste en fitoplancton y materia orgánica disuelta en la columna de agua. Para el cultivo de hachas una vez salidas del laboratorio u obtenidas del medio natural, no se requiere la producción artificial de alimento para ninguna de las etapas de cultivo. El alimento provisto a los organismos provendrá directamente del medio marino.

Calidad del agua

Los parámetros fisicoquímicos que se monitorearán son la temperatura, salinidad y oxígeno disuelto en el agua (se utilizará un oxímetro multifunción YSI 85) semanalmente. La oxigenación y recambios de agua en su caso no aplican al tratarse un cultivo en aguas abiertas.

En este caso se estará monitoreando la temperatura del agua a través de un sensor Hobo (Onset U22), el cual fue instalado por los buzos de la cooperativa y personal de Comunidad y Biodiversidad, A.C. Cada dos meses se pretende recopilar la información que registre los sensores. Para ello, se capacita a los pescadores de la localidad en instalación, limpieza y bajar la información de los sensores. Se cuenta con una base y acoplador donde se conecta el sensor para la descarga de toda la información a través un cable USB que es conectada a la computadora y agilizar su contenido de información a través del software Hobo.

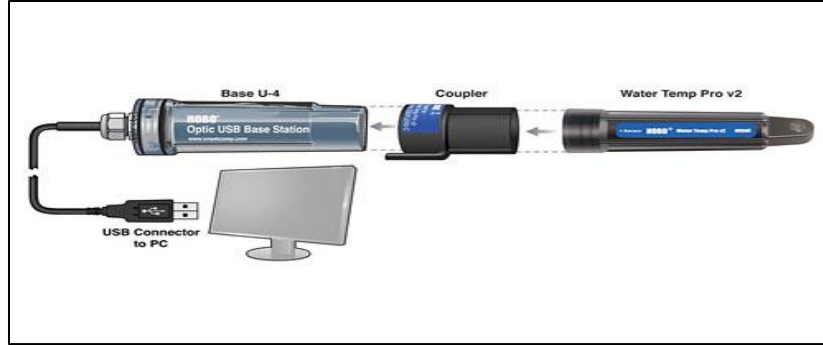


Figura 6. Modelo del sensor de temperatura que se usa para sus registro en Bahía de Kino, Sonora.

Se instalaron tres sensores alrededor de la Bahía donde se encuentra el polígono de cada cooperativa y un sensor dentro del área donde se lleva a cabo el proceso de colecta y engorda de callos de hacha. En total se colocaron 6 sensores Hobo U22 y 4 Pendant UA-002. Para su colocación, se construyeron muertos (estructuras de cemento) para poder ser anclados al fondo del mar y amarrar los sensores en un aro de acero inoxidable, a cada sensor se le proporciono una clave de acuerdo al número y cooperativa que pertenece, por ejemplo al sensor uno de Buzos Líderes de Kino, se les nombro BLKU2201, BLKU2202 y BLKU2203 (BLK son las iniciales de la cooperativa, U22 es el modelo del sensor y 01, 02, 03 es el número consecutivo). Lo mismo se hizo para la cooperativa Jóvenes Eco pescadores (JEPU2201, JEPU22PE y JEPU2203).

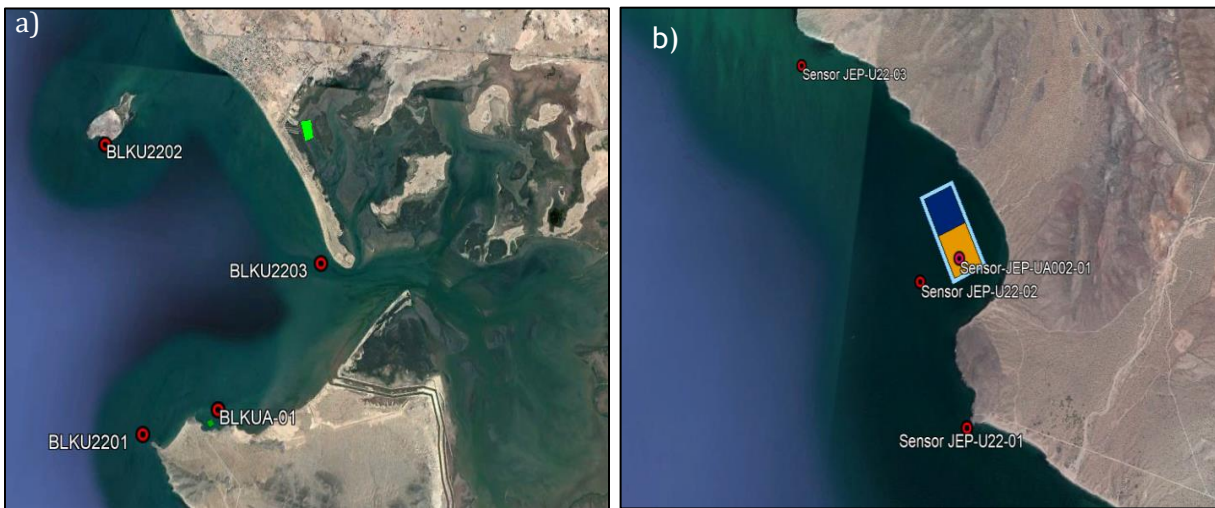


Figura 7. Mapa de la ubicación de las ZMI en Bahía, se muestra la donde se colocaron los sensores a) Buzos Líderes de Kino y b) Jóvenes Eco pescadores. Puntos estratégicos de cada punta de las bahías.

Bioseguridad

Medidas contra depredadores

Las etapas de cultivo serán desarrolladas en cajas tipo “Nestier” que son fabricadas con plástico duro e inerte y que resiste el ataque de depredadores tales como peces del género *Ballistes*. Los animales sembrados en el fondo marino serán cubiertos por un corral de fondo construido con red plástica de 5x5x0.3 m y con una apertura de malla de entre 1-3 cm.

Sistema de seguridad contra fugas de organismos

Se trata de organismos bentónicos y sésiles. Los organismos no tienen la capacidad para desplazarse durante las etapas de cultivo con excepción de las larvas planctónicas durante la época de reproducción. No se requieren medidas adicionales para evitar la fuga o escape de organismos.

Biometrías de acuerdo a la especie

Para el caso de biometrías, se cuenta con un protocolo de monitoreo en el cual se obtiene información de la longitud total, amplitud y peso de los organismos. Esta actividad se realizará durante acciones de mantenimiento y desdoble de los organismos. Aunado a lo anterior, se realizará una evaluación anual de la abundancia de los organismos en la zona de amortiguamiento o restauración.

Mortalidad para etapa de cultivo

La mortalidad estimada para cada fase de cultivo en función de los datos presentados en Arizpe-Covarrubias (1995), Góngora-Gómez et al. (2011), y Soria (Manuscrito no publicado) es de: 10% durante la etapa de laboratorio, 10% durante la etapa de pre-engorda, 10% durante la etapa de engorda en sistema suspendido en cajas tipo “Nestier” y 20 % durante la etapa de engorda en siembra de fondo.

Cosecha

El ciclo de cultivo durará entre 18 y 20 meses, iniciando en el verano y cosechando en invierno del siguiente año. Se realizarán al menos 2 ciclos de cultivo que permitirán sistematizar las actividades y documentar las mejores prácticas que permitan optimizar este método de cultivo y pueda ser replicado por unidades económicas (cooperativas o permisionario) de la región.

Fecha de cosecha

La cosecha final de los organismos para su posterior comercialización es durante los meses de invierno cuando los organismos hayan alcanzado la talla comercial, después de 18 meses cuando presenten el mayor rendimiento muscular del callo (Arizpe-Covarrubias, 1995; Arizpe-Covarrubias & Félix, 1986; Moreno et al., 2005). Es decir, los organismos que se cultiven en los meses de julio-agosto serán cosechados en los meses de enero-febrero (18 a 20 meses después).

Talla en centímetros y peso en kilogramos

Se espera una producción de 500 kg de callo con un rendimiento de 20 hachas de talla comercial (largo concha= 20 cm) por kg de callo. Producción final total aproximada= 10,000 individuos de entre 250 y 300 gr de peso total incluyendo valvas. Rendimiento del callo entre 15-20% respecto

del peso total de los organismos y entre un 35-50% respecto de las partes blandas.

Rendimiento por área y al final de la cosecha, volumen total de cosecha y densidad final

Para el primer año el proyecto se prevé una producción de 250 kg de callo en 425m² mediante siembra directa en el fondo y 250 kg de callo producido en sistemas suspendidos tipo long-line. Se duplicarán esfuerzos y artes de cultivo al segundo ciclo de cultivo para obtener un rendimiento al segundo ciclo de cultivo de 780 kg de callo por hectárea con el sistema de siembra directa en el fondo. Para el caso del sistema long-line, la predicción es similar para obtener un rendimiento de 780 kg de callo en 24 artes de cultivo.

Técnicas de cosecha

Se espera realizar las maniobras de desdoble, limpieza, mantención y cosecha mediante buceo autónomo provisto con equipo de buceo tipo “hookah”.

Demanda actual

Las capturas de callo en la bahía de Bahía de Kino son representadas por las especies de callo redondo (*Pinna rugosa*), callo liso (*Atrina oldroydii*), callo media luna (*Atrina maura*) y callo riñón (*Atrina tuberculosa*). Siendo esta última especie, la que tradicionalmente ha sustentado las capturas de este recurso.

Finanzas

Comercialización

La presentación del recurso es fresco, enhielado. Generalmente el transporte se realiza en bolsas de 5 kg con un precio de 350 a 500 pesos por kg dependiendo de la especie. Es un recurso con una gran demanda regional (principalmente los estados de Sinaloa, Nayarit y Jalisco, respectivamente) y a nivel estado Bahía de Kino aporta el 80 % de la producción del género *Atrina*.



Figura 8. Presentación de los callos de hacha (musculo), para ser vendido por buzos de Bahía de Kino.

Calendario de actividades

El abastecimiento de los juveniles necesarios para el desarrollo de los procesos productivos debe darse únicamente durante la temporada de calor (mayo-agosto) que es la época donde las especies de hacha desovan. El cultivo intermedio y engorda tiene lugar dentro de los próximos 12 meses y la cosecha ocurre luego de 18 meses de iniciado el cultivo durante el invierno (diciembre-marzo), momento donde el rinde de callo de hacha es mayor (Moreno et al., 2005).

Referencia bibliográfica

Abasolo-Pacheco, F., Mazón-Suástegui, J., M., Saucedo, P., E., 2009. Response and condition of larvae of the scallops *Nodipecten subnodosus* and *Argopecten ventricosus* reared at the hatchery with different seawater sources. *Aquaculture* 296, 255-262.

Ahumada-Sempoal, M.A., Serrano-Guzmán, S.J., Ruiz-García, N., 2002. Abundancia, estructura poblacional y crecimiento de *Atrina maura* (Bivalvia: Pinnidae) en una laguna costera tropical del Pacífico mexicano. *Revista de Biología Tropical* 50, 1091-1100.

Alvarez-Borrego, S. 2002. Physical Oceanography. En: Case, T. J., M.L. Cody & E. Ezcurra (Eds). *Island Biogeography in the Sea of Cortéz*. University of California Press. Berkeley. 41-59 pp.

Angel-Pérez, C., Serrano-Guzmán, S.J., Ahumada-Sempoal, M.A., 2007. Ciclo reproductivo del molusco *Atrina maura* (Pterioidea: Pinnidae) en un sistema lagunar costero, al sur del Pacífico tropical mexicano. *Revista de Biología Tropical* 55, 839-852.

Arizpe-Covarrubias, O., 1987. Reclutamiento y mortalidad de *Pinna rugosa* (Sowerby, 1835) en condiciones semicontroladas en Bahía de la Paz, México. *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnológicas* 14, 249-254.

Arizpe-Covarrubias, O., 1995. Mortality, growth and somatic secondary production of the bivalve, *Pinna rugosa* (Sowerby), in suspended and bottom culture in Bahía de la Paz, Mexico. *Aquaculture Research* 26, 843-853.

Arizpe-Covarrubias, O., Felix, R., 1986. Crecimiento de *Pinna rugosa* (Sowerby, 1835) en la Bahía de La Paz. *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnológicas* 13, 167-172.

Basurto, X., 2004. How locally designed access and use controls can prevent the tragedy of the commons in a Mexican small-scale fishing community. *Society and Natural Resources*, 643-659.

Cáceres-Martínez, C., Ruíz-Verdugo, C.A., Ramírez-Fillipini, D.H., 1992. Experimental collection of pearl oyster, *Pinctada mazatlanica* and *Pteria sterna*, spat on a filament substrate. *Journal of World Aquaculture Society* 23, 234-240.

Cardoza-Velasco, F., Maeda-Martínez, A.N., 1997. An approach to aquacultural production of the penshell, *Atrina maura* Sowerby, 1835 (Bivalvia: Pinnidae), from the gulf of California. *Aquaculture* 16, 311-320.

Ceballos-Vázquez, B.P., Arellano-Martínez, M., García -Domínguez, F., Villalejo-Fuerte, M., 2000. Reproductive cycle of the rugose pen shell, *Pinna rugosa* Sowerby, 1835 (Mollusca: bivalvia) from bahía Concepción, gulf of California and its relation to temperature and photoperiod. *J Shellfish Res* 19, 95-99.

Cendejas, J.M., Carvallo, M.G., Juarez, L.M., 1985. Experimental spat collection and early growth of the pen shell, *Pinna rugosa* (Pelecypoda: Pinnidae), from the Gulf of California. *Aquaculture* 48, 331-336.

Coronel, J.S., 1981. Estudio gonadal de *Pinna rugosa* (Sowerby, 1835), Pinnidae, Mollusca, en el periodo comprendido entre agosto de agosto de 1979 y diciembre de 1980 en la bahía de La Paz. *Universidad Autónoma de Baja California Sur, La Paz*, pp. 50.

Félix-Pico, E.F., 2006. Mexico. In: Shumway, S.E., Parsons, G.J. (Eds.), *Scallops: Biology, Ecology and Aquaculture*. Elsevier, Amsterdam, pp. 1337-1390.

García-Hernández, J., García-Rico, L., Jara-Marini, M.E., Barraza-Guardado, R., Hudson Weaver, A., 2005. Concentrations of heavy metals in sediment and organisms during a harmful algal bloom (HAB) at Kun Kaak Bay, Sonora, Mexico. *Marine Pollution Bulletin* 50, 733-739.

Góngora-Gómez, A.M., García-Ulloa, M., Domínguez-Orozco, A.L., Hernández-Sepúlveda, J.A., 2011. Crecimiento del callo de hacha *Atrina maura* (Sowerby, 1835) (*Bivalvia Pinnidae*) cultivado a diferentes densidades. *Avances en Investigación Agropecuaria* 15, 79-94.

Herring, J. 2002. Weather and Climate of the Kino Bay Region. En: Riegner, M. (Ed.) *Course Reader for the Kino Bay Region*. Prescott College Publications. 51-60 pp.

Leyva-Valencia, I., Maeda-Martínez, A.N., Sicard, M.T., Roldán, L., Robles-Mungaray, M., 2001. Halotolerance, upper thermotolerance, and optimum temperature for growth of the penshell *Atrina maura* (Sowerby, 1835) (*Bivalvia: Pinnidae*). *J Shellfish Res* 20, 39-47.

Moreno-Báez, M., Cudney-Bueno, R., Orr, B.J., Shaw, W.W., Pfister, T., Torre-Cosio, J., Loaiza, R., Rojo, M., 2012. Integrating the spatial and temporal dimensions of fishing activities for management in the Northern Gulf of California, Mexico. *Ocean Coast. Manage.* 55, 111-127.

Moreno, C., Torre, J., Bourillón, L., Durazo, M., Weaver, A.H., Barraza, R., Castro, R., 2005. Estudio y evaluación de la pesquería de callo de hacha (*Atrina tuberculosa*) en la Región de Bahía de Kino, Sonora y Recomendaciones para su Manejo. *Comunidad y Biodiversidad, A. C., Guaymas*, pp. 27.

Reynoso-Granados, T., Maeda-Martínez, A., Cardoza-Velazco, F., Monsalvo-Spencer, P., 1996. Cultivo de Hacha. In: Casas-Valdez, M., Ponce-Díaz, G. (Eds.), *Estudio del Potencial Pesquero y Acuícola de Baja California Sur, México*. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, La Paz, Mexico, pp. 88-92.

Rodríguez-Jaramillo, C., Maeda-Martínez, A.N., Valdez, M.E., Reynoso-Granados, T., Monsalvo-Spencer, P., Prado-Ancona, D., Cardoza-Velazco, F., Robles-Mungaray, M., Sicard, M.T., 2001. The effect of the temperature on the reproductive maturity of the penshell *Atrina maura* (Sowerby, 1835). *J Shellfish Res* 20, 39-47.

Soria, G., Lavín, M.F., Martínez-Tovar, I., Macías-Duarte, A., 2012. Recruitment of catarina scallop (*Argopecten ventricosus*) larvae on artificial collectors off the NE coast of the Gulf of California. *Aqua. Res.* DOI: 10.1111/j.1365-2109.2012.03143.x.