TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE GUAYMAS

MAESTRÍA EN CIENCIAS EN MANEJO DE ZONA COSTERA

“COMPARACIÓN DE TRES MÉTODOS DE CULTIVO DE OSTIÓN JAPONÉS *Crassostrea gigas* (Thunberg 1793) EN BAHÍA LAS BATUECAS, GUAYMAS, SONORA”

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

MAESTRO EN CIENCIAS EN MANEJO DE ZONA COSTERA

P R E S E N T A

ABRIL NOHEMY SANDOVAL OSUNA

GUAYMAS, SONORA **MAYO 2023**

Instituto Tecnológico Guaymas
Departamento de Gestión Tecnológica Vinculación

OFICIO NUM.: DIR-861
ASUNTO: AUTORIACIÓN DE IMPRESIÓN DE TESIS
Guaymas, Sonora, 29/mayo/2023

C. ABRIL NOHEMY SANDOVAL OSUNA
Egresado de la Maestría en Ciencias en Manejo de Zona Costera
PRESENTE.

Habiendo analizado el trabajo denominado "Comparación de tres métodos de cultivo de ostión japonés *Cassostrea gigas* (Thunberg 1793) en Bahía las Batuecas, Guaymas, Sonora", referente a la TESIS que presenta como requisito parcial para obtener el Grado de Maestro en Ciencias en Manejo de Zona Costera. Comunicamos a usted que dicho documento cubre satisfactoriamente con los requerimientos de forma y contenido, por lo que autorizamos su impresión.

A T E N T A M E N T E
"Educar, Iluminar, Crecer"

Cargo:	Nombre:	Firma:
Director de Tesis	**Dr. Alejandro Acevedo Cervantes**	
Co-director de Tesis	**M. EN C. Javier Enríquez Flores**	
Asesor de Tesis	**Dr. Pero Rosales Grano**	

Vo.Bo.

EUGENIO BORBOA ACOSTA
Director del Plantel

EDUCACIÓN
TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE GUAYMAS,
DIRECCIÓN

ccp. M en C.Pedro García Hinostro Subdirector Académico.
ccp Lic. Maria Montserrat Felix Ayón jefa de Dpto. de Servicios Escolares.
ccp Lic. Ma. Del Rocio Morales Covarrubias jefa de la Divicion de Estudios Profesionales
ccp Consecutivo

DEDICATORIA

A Dios:

Por ser mi inspiración y soporte. La guía en la realización de este trabajo de investigación y permitir culminar un proyecto más en mi vida.

A mis hijas Zyntzi, Karlita y Natalia:

Que son lo más importante en mi vida y ser su ejemplo a seguir.

AGRADECIMIENTOS

A mis Maestros Asesores:

Gracias por todo el tiempo que apoyaron a la realización de este trabajo, sus consejos, sugerencias, correcciones, especialmente su disposición, lo cual me dio la confianza para desarrollarlo y culminado. Así como también les agradezco el conocimiento transmitido, lo cual enriqueció mis conocimientos.

Al Programa de Formación de Recursos Humanos del Centro Regional de Investigación Pesquera y Acuicultura CRIP Guaymas, Instituto Nacional de Pesca y Acuacultura, cuyo responsable fue el Oceanólogo Guadalupe Ochoa Araiza por el periodo 2020-2022 por todo su apoyo brindado en la formación de personal, aprendizajes, culminación de este trabajo y participación en el proyecto "Desarrollo y Validación de Tecnologías para el Cultivo de Moluscos Bivalvos en Zonas Productoras de México en el Estado de Sonora".

A la Cooperativa Guadalupe ubicada en las Batuecas en Guaymas, Sonora por el apoyo brindado al permitir la realización de los muestreos y estudios de ostión japonés *Crassostrea gigas*.

CONTENIDO

LISTA DE FIGURAS i

LISTA DE TABLAS iv

RESUMEN v

ABSTRACT vi

I. INTRODUCCIÓN 1

II. ANTESCEDENTES 2

2.1 La clasificación taxonómica 4

2.2 Anatomía externa 4

2.3 Anatomía interna 5

2.4 Hábitat y biología 9

2.5 Distribución 11

2.6 Antecedentes de la actividad acuícola 11

2.7 Temperatura 12

2.8 Salinidad 13

2.9 Tecnología de cultivo 13

2.9.1 El sistema de cultivo tradicional Canasta Nestier 13

2.9.2 Canasta australiana o el sistema desarrollado por BTS Oyster Supplies Pty 15

III. JUSTIFICACIÓN 17

IV. OBJETIVOS 17

4.1 Objetivo General 17

4.2 Objetivos Particulares 17

V. HIPÓTESIS 18

VI. MATERIAL Y MÉTODOS 18

VII. MANEJO DEL CULTIVO 24

7.1 Determinación del crecimiento y la sobrevivencia 24

7.2 Comparación del crecimiento de cada una de las artes de cultivo 25

7.3 Medición de los parámetros fisicoquímicos 25

VIII. RESULTADOS 26

IX. DISCUSIÓN 36

X. CONCLUSIÓN 38

REFERENTES BIBLIOGRÁFICOS Y VIRTUALES 39

LISTA DE FIGURAS

Figura		Págs.
1	Anatomía Interna del ostión japonés *Crassostrea gigas*	5
2	Anatomía Externa del ostión japonés *Crassostrea gigas*	7
3	Ciclo de vida de los ostiones.1) adultos macho y hembra, 2) ovocito libre, 3) espermatozoide, 4) huevo fertilizado, 5) desarrollo larval, 6) larva veliger temprana, 7) larva veliger tardía, 8) larva pediveliger, 9) semilla. Tomado de Goldsborough y Meritt, 2001	8
4	Hábitat natural del ostión japonés *Crassostrea gigas*	10
5	Cultivo de ostión japonés *Crassostrea gigas* en el noroeste de México. INAPESCA, 2018	12
6	Canasta Nestier o caja ostrícola	14
7	Canasta Nestier con algas marinas	15
8	Canastas Australianas	15
9	Interior de una Canasta Australiana con *ostión Crassostrea gigas*	16
10	Costales ostrícolas con luz de malla 5mm y 25 mm.	16
11	Isla Tío Ramón ubicada en Las Batuecas Guaymas, Sonora.	18
12	Ubicación del polígono del cultivo zona Las Batuecas	19
13	Diseño experimental para evaluar las artes de cultivo en la etapa de engorda.	20
14	Semilla procedente de La Paz, Baja California, Sur	21
15	Siembra de semilla *Crassostrea gigas* de 2-3 milímetros en bastidor	21

LISTA DE FIGURAS

Figura		Págs.
16	Observación de Crecimiento de semilla *Crassostrea gigas* dentro del bastidor de 15 mm y 25mm	22
17	Motobomba para instalación de los pilotes y línea larga	23
18	Biometría 28 de octubre del 2021	23
19	Señalamiento de la altura y longitud	25
20	Medición de la altura y longitud del molusco bivalvo en hojas milimétricas	25
21	Gráfico de medición de temperatura quincenal en área de estudio Las Batuecas en Guaymas Sonora	26
22	Gráfico de medición de salinidad quincenal en área de estudio Las Batuecas en Guaymas Sonora	26
23	Costal ostrícola con ostiones *C. gigas* en un muestreo después de la biometría	28
24	Forma adquirida de un ostión *Crassostrea gigas* del arte de cultivo costal ostrícola	29
25	Forma adquirida de un ostión *Crassostrea gigas* del arte de cultivo canasta australiana	29
26	Forma adquirida de un ostión *Crassostrea gigas* del arte de canasta nestier	30
27	Producto del ostión *Crassostrea gigas* del arte de cultivo de un costal	30
28	Producto obtenido del arte de cultivo caja nestier	31
29	Ostión del arte de cultivo canasta australiana	31

LISTA DE FIGURAS

Figura		Págs.
30	Relación altura-peso del arte de cultivo canasta nestier propuesta por Coutteau	32
31	Relación ancho- peso canasta nestier propuesta por Coutteau	32
32	Relación altura-peso arte de cultivo canasta australiana propuesta por Coutteau	33
33	Relación ancho-peso arte de cultivo canasta australiana propuesta por Coutteau	33
34	Relación altura-peso arte de cultivo costal ostrícola propuesta por Coutteau	34
35	Relación ancho-peso costales ostrícolas propuesta por Coutteau	34

LISTA DE TABLAS

Tabla		Págs.
I	Coordenadas UTM zona 12 R del polígono S.C. Pescadores de Guadalupe en el municipio de Guaymas, Sonora.	19
II	Cuadro de sobrevivencia de los organismos por arte del cultivo con fechas, número de muestreo, las tres artes de cultivo costal, canasta australiana y canasta nestier	27
III	Cuadro de crecimiento por muestreo quincenal (gramos y porcentaje) de los organismos por las tres artes de cultivo costal, canasta australiana y canasta nestier	28
IV	Análisis de varianza relacionada con la comparación de las medias del peso	35
V	Análisis de varianza relacionada con la comparación de las medias de altura	35

RESUMEN

La evaluación de la eficiencia de las artes de cultivo de ostión en la etapa de engorda se realizó con la especie *Crassostrea gigas,* ostión japonés con semilla procedente de La Paz, B.C.S. en la Bahía Batuecas, Guaymas, Sonora. Se operó en canasta Nestier, canasta tipo australiana y los poches (costales ostrícolas) con el fin de comparar el crecimiento y la sobrevivencia del ostión japonés. Se inició con juveniles de 40 mm de altura promedio y una densidad de 120 organismos por arte de cultivo dando un total de 1080. Se efectuaron 10 biometrías. Se obtuvo una altura promedio de 79.03 mm, la longitud promedio de 48.9 mm y un peso promedio de 65.71 en un tiempo aproximado de seis meses. La canasta australiana inició con un promedio de la altura inicial de 37.5 mm y finalizó con 82.2 obteniendo la mejor altura de las tres. También ha presentado la mayor variabilidad en la temperatura. Al medir la sobrevivencia en cada arte de cultivo el costal ostrícola obtuvo una sobrevivencia del 87.5% mientras que la canasta australiana un 85.8% y la canasta nestier 85%. La sobrevivencia puede estar asociada a diversos factores como la calidad de la semilla, las condiciones del medio natural del cultivo, la presencia de depredadores, la tecnología utilizada y del manejo propiamente dicho de los organismos por parte del acuicultor. Se calculó el crecimiento en peso siendo la canasta australiana la que presentó los mayores valores. Se aplicó un ANOVA (alfa=0.05) para los tratamientos y no se presentan diferencias significativas para el crecimiento del ostión japonés.

ABSTRAT

The evaluation of the efficiency of the oyster culture gear in the fattening stage is carried out with the species *Crassostrea gigas*, Japanese oyster with seed from La Paz, B.C.S. in Batuecas Bay, Guaymas, Sonora. Nestier basket, Australian type basket and poches (oyster sacks) were operated in order to compare the growth and survival of Japanese oysters. It began with juveniles with an average height of 40 mm and a density of 120 organisms per culture gear, giving a total of 1080. 10 biometrics were performed. An average height of 79.03 mm, the average length of 48.9 mm and an average weight of 65.71 were obtained in an approximate time of six months. The Australian basket started with an average initial height of 37.5 mm and ended with 82.2, obtaining the best height of the three, with the greatest variability being the temperature. When measuring the survival in each culture technique, the oyster sack obtained a survival of 87.5% while the Australian basket 85.8% and the nestier basket 85%. Survival may be associated with various factors such as the quality of the seed, the conditions of the natural culture environment, the presence of predators, the technology used and the management of the organisms by the farmer. Weight growth was calculated, with the Australian basket presenting the highest values. An ANOVA (alpha=0.05) was applied for the treatments and there are no significant differences for the growth of the Pacific oyster.

I. INTRODUCCIÓN

El ostión del Pacífico *Crassostrea gigas* representa la especie de molusco más cultivada en el mundo según (Martínez-Córdova, 1986). Debido a su tolerancia a condiciones ambientales y su rápido crecimiento ha sido elegido para su cultivo en diversas regiones del mundo. Además de la gran aceptación como alimento y adaptabilidad a diferentes condiciones ecológicas. El ostión japonés *C. gigas* fue introducido en México en 1973 con fines experimentales, en varios estados de México (Baja California, Sonora, Sinaloa y Nayarit) y cultivado con éxito hasta finales de los años 90 dando resultados de crecimiento elevados de: 8 cm de longitud en solamente 6 meses de engorda, esto le confiere a esta especie un gran valor económico (Carvalho, 2003). Es una especie altamente adecuada para ser cultivada; resiste un amplio intervalo de temperatura y salinidad. La tasa de crecimiento es alta en buenas condiciones. La talla comercial la alcanzan entre 6 y 12 meses dependiendo de la época del año y lugar de siembra. La actividad ostrícola se desarrolla en las costas del pacifico como en las del Golfo de México, sin embargo, las características de desarrollo y tipo de cultivo difieren de una costa a otra. En el Pacifico los cultivos son realizados de tipo intensivo, donde la tecnología e insumos están mayormente desarrollados. En Sonora el cultivo de *C. gigas* se inició en 1980, utilizando el método de canastas en suspensión en “Long line” (Villanueva, 2011).

II. ANTECEDENTES

Zarain, M. y Villalobos, C. (2012) mencionan que los bancos artificiales de ostión se iniciaron en los años 140 a c. En el lago Fusan, el cual contiene agua salobre y ocupa el antiguo cráter de un volcán extinguido donde eran colocados montones de piedras con ostiones adheridos para forma una especie de “banco artificial” con el uso de ramas recolectaban las larvas que después de un tiempo ya que tenía una talla considerable eran ubicadas en cestas al otro lado del lago para el engorde hasta tener un tamaño considerable para su venta.

En México el Diario Oficial de la Federación en la Carta Nacional Acuícola, (2018) El Ostión japonés es una especie exótica introducida en la década de 1970 y cuya producción comercial se realiza desde 1980. El cultivo de ostión presenta una eficiente propagación, formando polos de desarrollo acuaculturales debido a su excelente adaptación a las condiciones templadas del Pacífico norte del país, principalmente en los estados de Sonora, Baja California (B.C.), Baja California Sur (B.C.S.) y Sinaloa. El desarrollo de la ostricultura es una actividad consolidada sin problemas ambientales, cuyo cultivo intensivo y de alto rendimiento, resulta ser una actividad económica prometedora y establecida en México.

En México se estableció su cultivo con éxito en 1973 en la Bahía de San Quintín, B.C. con semilla proveniente del estado de Washington, EUA, *C. gigas* es considerada como una especie altamente adecuada para ser cultivada, ya que presenta un crecimiento rápido y resiste un amplio intervalo de temperatura y salinidad, atribuyen el éxito de la implantación de poblaciones del ostión japonés en diversos ambientes a una capacidad ecológica superior, otorgada muy probablemente por los altos niveles de variabilidad genética que presenta esta especie.

Zarain *et al* (2012) comenta que el ostión japonés *Crassostrea gigas* es aceptado por su rápido crecimiento y gran adaptabilidad del cultivo. Países como Corea, Francia, Estados Unidos de América y Japón, han desarrollado tecnología eficiente en la producción de semilla y engorda que los coloca como los primeros productores a nivel mundial.

Aunque este organismo tiene desarrollo óptimo en aguas frías y templadas, presenta tolerancia a un amplio intervalo de temperatura y salinidad. El ostión es una especie estuarina, prefiriendo sustratos firmes del fondo en donde llevan una

existencia sedentaria adheridos a las rocas, desechos y conchas desde la zona inter-mareal más profunda hasta profundidades de 40 m. Sin embargo, estos ostiones también pueden encontrarse en fondos arenosos y lodosos. El rango salino óptimo es de entre 20 y 25 ppm, aunque la especie puede también existir a menos de 10ppm y pueden sobrevivir en salinidades superiores a 35ppm, en donde es probable que crezcan a menor tasa. También es altamente tolerante a un amplio rango de temperaturas que va desde 10 a 35 °C.

El ostión es hermafrodita protándrico, madurando comúnmente primero como machos. En zonas con buena disponibilidad de alimentos, las hembras dominan la proporción sexual en poblaciones de ostras mayores, mientras que lo opuesto se presenta en áreas con menor disponibilidad alimenticia. Las ostras hembras pueden transformarse en machos cuando el alimento escasea, por ejemplo, cuando se encuentran en situación de hacinamiento. La gametogénesis comienza alrededor de los 10 °C y en salinidades de entre 15 y 32‰ y raramente se completa en salinidades mayores. El desove ocurre a temperaturas superiores a los 20 °C y raramente entre 15–18 °C. La especie es muy fecunda, con hembras de 8–15 cm de largo produciendo entre 50 y 200 millones de huevos en un solo desove. Las larvas son planctotróficas y se distribuyen a través de la columna de agua. Su concha mide 70 µm en la etapa prodissoconcha I, (poco después del desarrollo embrionario) y se establece fuera de la columna de agua para arrastrarse, usando el pie larval, en búsqueda de una ubicación apropiada para fijarse cuando alcanzan los 300–340 µm. Esto puede tomar entre dos y tres semanas, dependiendo de la temperatura del agua, la salinidad la disponibilidad de alimentos; durante este tiempo pueden ser dispersados en una amplia área por las corrientes acuáticas. Como en otras especies de ostión, las larvas maduras de ostión japonés se adhieren permanentemente al sustrato elegido mediante una secreción de cemento de una glándula en el pie. Una vez asentados, los ostiones se transforman en juveniles. La tasa de crecimiento es muy rápida en buenas condiciones, y alcanzan su tamaño de mercado entre 6 a 9 meses.

Ochoa y Fimbres (1980) evaluaron el crecimiento de ostiones, temperatura y salinidad del asa en el estero La Atanasia, Sonora, México, zona del cultivo de ostión japonés (*Crassostrea gigas*). Los resultados obtenidos indican que tanto el lugar como el método de cultivo (canastas en suspensión) son altamente favorables para esta especie, ya que se registró un crecimiento promedio mensual de 0.7 cm, con un incremento de 77 g en el peso total, lo cual representa aproximadamente el 50% más de lo registrado en el mismo periodo por otros países tales como Japón e Inglaterra. Salinidades tan altas como 43.5 ppm no inhibieron el crecimiento de esta especie en la zona de cultivo.

El ostión *Crassostrea,* posee fertilización externa, es decir, descarga sus gametos al agua circundante donde son fertilizados para después desarrollarse a través de varios estudios larvarios y al terminar estos fijarse en el sustrato, permaneciendo en este.

2.1 La clasificación taxonómica

Reyno: Animal

Phyllum: Mollusca

Clase: Bivalvia

Subclase: Pteriomorphia

Orden: Ostreoida

Superfamilia: Ostreoidea

Familia: Ostreidae

Género: Crassostrea

Especie: gigas (Thunberg, 1793)

Nombre común: Ostión japonés o del Pacífico

2.2 Anatomía externa

La concha es la única estructura que brinda protección al cuerpo blando del animal. Debido a que las dos valvas son diferentes en forma, se dice que son inequivalvos; ya que la valva izquierda es más larga y cóncava que la valva derecha, la cual es plana y más corta. En la región umbonal, donde se encuentran unidas las valvas por un ligamento de estructura quitinosa se localiza la boca del animal. Si el ostión es colocado sobre uno de sus bordes con un umbo apuntando hacia la derecha y la valva cóncava alejada del observador la parte baja del organismo será la región ventral y la superior la región dorsal. Externamente cuenta con una capa conocida como periostraco, que inicialmente cubre completamente la capa exterior de la concha que es delgada y quebradiza, inmediatamente debajo del periostraco se encuentra la capa prismática, que está compuesta por cristales conquiolina (Quayle, 1969). La tercera capa compuesta por aragonita es llamada nacarada, que es poco visible de tal manera suelen perderse estas secciones. Otra característica de las conchas de estos organismos, es que presentan crestas de crecimiento en las que se pueden deducir la edad del animal.

2.3 Anatomía interna

Si el ostión está abierto con la charnela a la derecha sobre la valva cóncava, se observa el lado derecho del animal. En esta posición son notorios los dos lóbulos branquiales integrados a su vez por dos laminas cada una, estos se encuentran separados a lo largo del cuerpo, uniéndose al manto en la parte anterior y posterior, un poco abajo del musculo aductor donde los bordes del manto estas fusionados. El organismo posee un par de palpos labiales derechos justamente en la porción ventral y en el área de la charnela. De tras de estos se encuentran el par de lóbulos branquiales, que se extienden desde los palpos y en dirección posterior hasta el punto de fusión del manto. Un poco debajo de las branquias y hacia delante del punto de fusión, se encuentra el músculo aductor que mantienen las dos valvas juntas, e inmediatamente arriba, esta abertura del ano al final del tracto digestivo. En el espacio por debajo de las branquias la cámara inhalante y el de arriba se conocen como cámara exhalante (Fig.1).

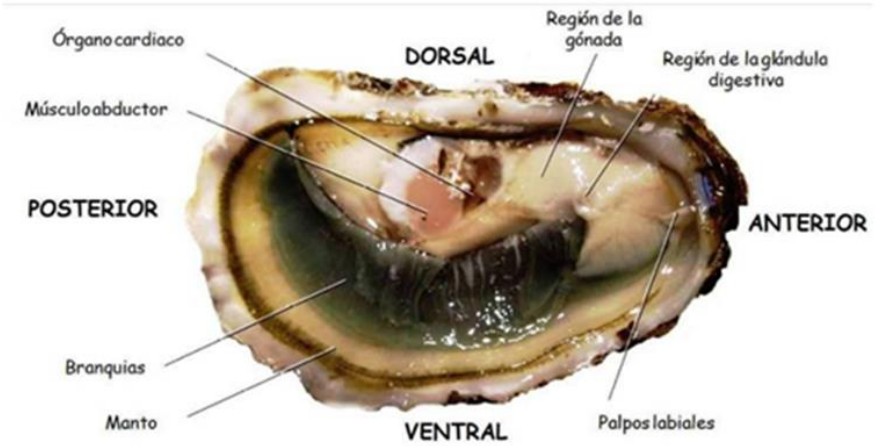

Figura1. Anatomía Interna del ostión japonés *Crassostrea gigas*

El manto en el ostión generalmente está cubriendo el cuerpo del organismo formado por los dos lóbulos. El borde del manto es engrosado por tres dobleces paralelos o puentes, que son de gran importancia para el animal. El doblez exterior, próximo al borde, es el área de formación de la concha ya que la superficie superior de éste es la encargada de formar la región calcaría de la misma, mientras que el periostraco es formado por la parte inferior. El doblez intermedio posee silicios, que sirven para una función sensora, ya que detectan cambios de la composición química del agua que pasa por esta región del manto (Quayle op. cit).

El doblez interior es más largo y fuertemente musculado e implantado también de cilios de tamaño uniforme. Este, es llamado en ocasiones como cortina paleal y los cilios del lóbulo derecho e izquierdo pueden unirse para formar una barrera (al paso del agua), a lo largo de todo el borde del manto o en ciertas áreas. El borde del manto junto con estos dobleces se presenta a menudo pigmentado de negro en esta especie. El manto, particularmente en los ostiones jóvenes también toma parte en la respiración.

La respiración de estos organismos es efectuada por las branquias, las cuales son de color gris, verde o café pardusco, se encuentran ubicadas entre la cavidad del manto un poco debajo de la masa visceral; las branquias están formadas por cuatro laminas, dos a cada lado del cuerpo. Todo este sistema de branquias esta abundantemente ciliada; estos cilios son los que provocan corrientes de agua y partículas alimenticias. Las branquias presentan tejido muscular que permiten mantener la circulación de la hemolinfa. El sistema circulatorio es parcialmente cerrado, basado en sistemas vasculares imbricados en la masa visceral. La hemolinfa es impulsada por el corazón, ubicado en la cavidad pericárdica, adyacente al músculo aductor. El corazón impulsa la hemolinfa a través de las arterias que irrigan los órganos, y la hemolinfa es colectada posteriormente en senos venosos para su paso a través de las branquias. La hemolinfa carece de pigmentos transportadores de oxígeno (FAO, 2006).

Finalmente, en la base de las branquias y en sus bordes libres, hay unas líneas altamente ciliadas que transportan las partículas alimenticias hacia la boca. El sistema digestivo comienza en la boca, la cual es una abertura horizontal entre el labio superior e inferior, formados por la función de la porción anterior del par de palpos, de ahí pasa a un tubo corto llamado en ocasiones esófago que desemboca en el estómago.

Entrando en el estómago, hay un número de ductos que desembocan desde la oscura masa de material que casi rodea al estómago y se conoce como glándula digestiva; esta glándula cambia de color en el invierno se ve café y verde en primavera, el color es usualmente asociado con el tipo de alimento consumido; opuesto al esófago esta la entrada al intestino, el cual es un tuvo delgado que rodea al estómago para terminar en el ano y está localizado en la cámara anal debajo del musculo aductor. Cerca de entrada del intestino y asociado con él se encuentra otro tubo delgado que tiene una terminación ciega conocida como estilo cristalino.

El sistema reproductor es una estructura de la anatomía del ostión que puede únicamente ser observada en la época de crianza, debido a que en esta etapa los órganos reproductivos forman el 50% del volumen del cuerpo. Durante el invierno donde no ha habido desove la masa gonadal es llenada por una masa de tejido

colectivo con células vesiculares que contienen grasa, glucógeno. Embebido cerca de los órganos internos del ostión, hay un sistema duplicado, a cada lado de túbulos ramificados, empezando en la parte anterior del cuerpo, que van uniéndose hasta formar un tubo sencillo, uno en cada lado, lo que termina en el poro genital (Fig.2).

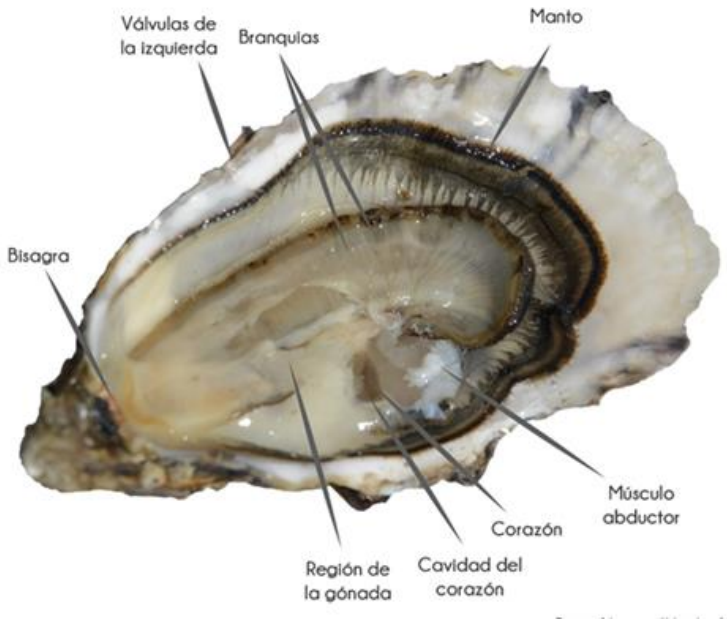

Figura 2. Anatomía Externa del ostión japonés *Crassostrea gigas*

En primavera, las células llenas de glucógeno del tejido colectivo, son gradualmente remplazadas por la proliferación de células sexuales. Aun no se sabe si el glucógeno es usado en la formación de las células sexuales pero la desaparición de una, lleva a la aparición de la otra. Debido a esta característica y por observación propia del autor, es importante cosechar el ostión cultivado antes de que se formen las células sexuales para aprovechar al máximo su contenido en grasas y en glucógeno, ya que aumenta el volumen del organismo y por lo tanto su aceptación en los mercados.

Los sexos en el ostión japonés son separados, o sea, que hay hembra y macho, aunque ocasionalmente presentan casos de hermafroditismo los sexos pueden ser determinados únicamente a través del examen del tejido reproductor. El sexo puede cambiar de año a año, durante el invierno. Hay una creencia de que las condiciones ambientales tienen influencia considerable en la determinación de los sexos de esta especie. En áreas con un buen suplemento de comida el radio de sexos en ostiones maduros muestra predisposición de hembras, mientras que en áreas con bajo contenido de nutriente sucede lo contrario. Organismo dioico que tiene alternancia de sexos al final del ciclo de reproducción. La fecundación es

externa. El estadio larval es planctónico y su duración depende de la temperatura del agua, generalmente dura 3 semanas entre las temperaturas de 19-20 °C y aproximadamente 10 días a temperaturas de 27 °C. Los estadios juvenil y adulto son bentónicos a partir del cual se mantienen fijos a un sustrato. El asentamiento y fijación de los juveniles depende de la salinidad y corrientes de agua (INAPESCA, 2018). El ciclo de vida sin embargo no sufre alteraciones con estos cambios (Fig.3).

El ciclo de vida de los ostiones se divide en dos etapas, primera etapa forma parte del plancton (vida plantónica) en esta etapa se encuentra suspendido en la columna del agua, no tiene movilidad propia. La segunda etapa es la (vida bentónica) en esta etapa la larva selecciona un sustrato donde permanece fija toda su vida como adulto. Cuando se encuentran en temperaturas frías, su ciclo vital es más lento" (Zarain, et al., 2012).

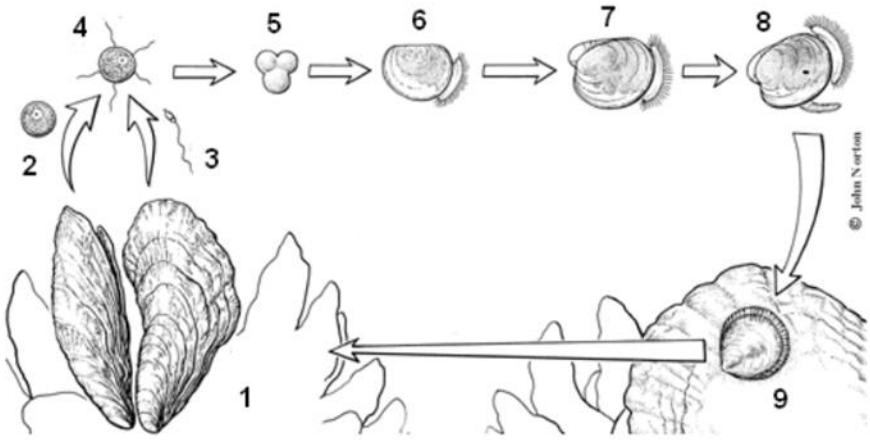

Figura 3. Ciclo de vida de los ostiones.1) adultos macho y hembra, 2) ovocito libre, 3) espermatozoide, 4) huevo fertilizado, 5) desarrollo larval, 6) larva veliger temprana, 7) larva veliger tardía, 8) larva pediveliger, 9) semilla. Tomado de Goldsborough y Meritt, 2001.

"El desarrollo larvario se da después de la fecundación los espermatozoides y el óvulo en el medio abierto, los huevos sufren división meiótica que da forma al cigoto, este huevo o cigoto pasa por una serie de transformaciones pasando por las fases multicelulares de blástula y gástrula convirtiéndose en un organismo de vida libre llamado trocófora. La duración de la fase larvaria varía, dependiendo de la especie o de determinados factores ambientales como la temperatura, pero oscila entre los 18 y 30 días. Al alcanzar la madurez, la larva mide entre 200 y 330 µm, según la especie. El desarrollo de la larva comienza con una larva trocófora con un periodo corto de 24 h posterior a esto se presenta la larva veliger. Después de la fecundación posterior a las 72 h se convierte en larva "veliger de charnela recta" de 80 µm" (Zarain, et al., 2012).

“Después de un tiempo de 12-14 días se alcanza la etapa larval pediveliger, en esta etapa inicia la búsqueda del sustrato firme mediante el pie aductor que sirve de sujeción para adherirse al mismo, en el cual se prepara para la metamorfosis dejando su actividad planctónica, donde pierde por completo el vélum y se desarrolla las branquias, desplazándose al fondo, seleccionando el sitio por medio del pie donde una glándula segrega cemento se vuelca y se adhiere con la valva izquierda al sustrato seleccionado, iniciando su vida sésil similar a la del adulto. En esta etapa se considera semilla individual de 10 mm, durante sus etapas de crecimiento pasa a ser semilla a los 40 mm, juveniles a los 70 mm y adultos a los 100 mm en adelante” (Zarain, et al., 2012).

El crecimiento de estos organismos está influenciado por las características del medio ambiente y la disponibilidad de alimento, ejemplo, el mismo ostión crece a una tasa aproximada de 5 cm, anuales en la costa de Canadá, pero en las costas de Sonora y en Baja California Sur alcanza una tasa de crecimiento de 1.5 cm por mes o sea 18.5 cm anuales.

La talla recomendada para su comercialización es de 12 cm, el crecimiento observado en cultivos que se han hecho en Bahía Magdalena en B.C.S. es de 1.8 cm mensual, alcanzando aproximadamente la talla comercial a los 8 meses.

El ostión es un organismo filtrador quiere decir que introduce un flujo constante de agua por su cámara incurrente; esta agua circula adentro de las conchas impulsada por movimientos ciliares del manto y las branquias. De este flujo toma las partículas alimenticias (algas microscópicas principalmente), y el oxígeno necesario para su respiración, este flujo es desalojado de las conchas a través de la cámara excurrente.

2.4 Hábitat y biología

El ostión japonés es una especie estuarina, prefiriendo sustratos firmes del fondo en donde llevan una existencia sedentaria adheridos a las rocas, desechos y conchas desde la zona intermareal más profunda hasta profundidades de 40 m. Sin embargo, estos ostiones también pueden encontrarse en fondos arenosos y lodosos.

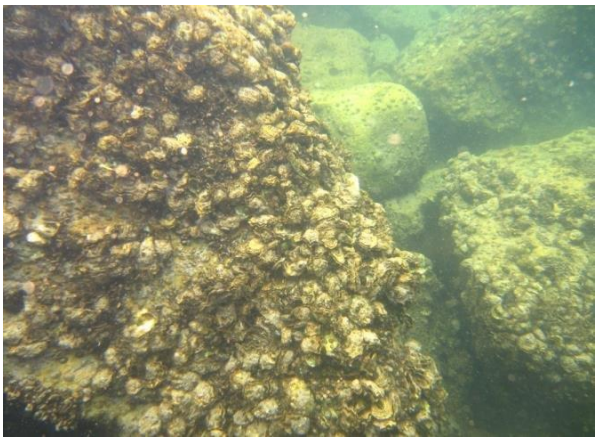

Figura 4. Hábitat natural del ostión japonés *Crassostrea gigas*
http://www.iucngisd.org/gisd/species.php?sc=797

El rango salino óptimo es de entre 20 y 25‰ aunque la especie puede también existir a menos de 10‰ y pueden sobrevivir en salinidades superiores a 35‰, en donde no es probable que crezcan. También es altamente tolerante a un amplio rango de temperaturas que va desde –1,8 a 35 °C.

El ostión japonés es hermafrodita protándrico, madurando probablemente primero como machos. En zonas con buena disponibilidad de alimentos, las hembras dominan la proporción sexual en poblaciones de ostras mayores, mientras que lo opuesto se presenta en áreas con menor disponibilidad de alimentos (Chávez-Villalba, 2014). Las ostras hembras pueden transformarse en machos cuando el alimento escasea, por ejemplo, cuando se encuentran en situación de hacinamiento. La gametogénesis comienza alrededor de los 10 °C y en salinidades de entre 15 y 32‰ y raramente se completa en salinidades mayores. El desove ocurre a temperaturas superiores a los 20 °C y raramente entre 15–18 °C. La especie es muy fecunda, con hembras de 8–15 cm de largo produciendo entre 50 y 200 millones de huevos en un solo desove. Las larvas son planctotróficas y se distribuyen a través de la columna de agua. Su concha mide 70 µm en la etapa prodissoconcha I – poco después del desarrollo embrionario– y se establece fuera de la columna de agua para arrastrarse, usando el pie larval, en búsqueda de una ubicación apropiada para fijarse cuando alcancen los 300–340 µm. Esto puede tomar entre dos y tres semanas, dependiendo de la temperatura del agua, la salinidad y la disponibilidad de alimentos; durante este tiempo pueden ser dispersados en una amplia área por las corrientes acuáticas. Como en otras especies de ostión, las larvas maduras de ostión japonés se adhieren permanentemente al sustrato elegido mediante una secreción de cemento de una glándula en el pie. Una vez asentados, los ostiones se transforman en juveniles. La

tasa de crecimiento es muy rápida en buenas condiciones, y alcanzan su tamaño de mercado entre 18 y 30 meses (FAO, 2009).

2.5 Distribución

El ostión japonés es nativo de las costas asiáticas del océano Pacífico, pero que ha sido introducida en diversas partes del mundo por su rápido crecimiento y gran adaptabilidad al cultivo. En México fue introducida en baja california a principios de la década de los 70 y desde entonces se cultiva en el noroeste del país.

2.6 Antecedentes de la actividad acuícola

Esta especie es considerada una de las más importantes en el mundo, ya que su producción es la más alta de todos los moluscos. En México, la introducción del ostión japonés se llevó a cabo con el fin de impulsar actividades de acuicultura en la región Noroeste del país por parte de investigadores del Instituto de Investigaciones Oceanológicas (IIO) de la Universidad Autónoma de Baja California (UABC) (Chávez-Villalba, 2014). Siendo el primer lote de semilla de ostión japonés en octubre del 1973. A partir de la primera siembra, en la década de los 80 comienza la producción experimental en diferentes centros el Noroeste del país. Los primeros cultivos en México se llevaron a cabo importando semilla fijada en concha madre proveniente de los Estados Unidos de América. No obstante, para el cultivo en otros sistemas como las cajas ostrícolas y los costales, se requería semilla individual o suelta, por lo que también se empezó a importar en esta modalidad. En 1984 se crea el Centro Ostrícola conocido como Centro Reproductor de Especies Marinas del Estado de Sonora (CREMES), el cual fue el primer centro en México en producir semilla individual y larva fijadora a partir de productores locales.

Para la obtención de semilla y/o larva fijadora para cultivo en México, existen varias alternativas, que varían dependiendo de la demanda y de la disponibilidad que se tenga. Uno de los principales productores de semillas en el país es CREMES, seguida de Maxmar Mariscos, Sea Farmer, Maricultura del Pacífico, Acuacultura Robles y Bivalvos del Pacífico.

Actualmente, el cultivo de ostión presenta una eficiente propagación, formando polos de desarrollo acuaculturales debido a su excelente adaptación a las

condiciones templadas del Pacífico Norte del país, principalmente en los estados de Baja California, Baja California, Sur Sonora, y Sinaloa (Fig.5). En el 2010, de las 14 unidades de producción acuícola comerciales instaladas en B.C.S., sólo operaron ocho, las cuales realizan la engorda, a través de canastas ostrícolas y costales. En Baja California, se reporta la mayor producción se tienen más de 20 Unidades de Producción Acuícola (UPA) comerciales con sartas y costales, y Sinaloa tiene un número mayor de UPA, que generalmente utilizan canastas ostrícolas y camas en los cultivos. En el 2011, se registra un Permiso de Acuacultura de Fomento en Oaxaca. El desarrollo de la ostricultura es una actividad consolidada sin problemas ambientales, cuyo cultivo intensivo y de alto rendimiento, resulta ser una actividad económica prometedora y establecida en México (Chávez-Villalba, 2014).

Figura 5. Cultivo de ostión japonés *Crassostrea gigas* en el noroeste de México. INAPESCA, 2018.

2.7 Temperatura

El factor ambiental que más incide en los cultivos de moluscos es la temperatura, ya que a pesar de tratarse de especies euritermas (que toleran amplios intervalos de temperatura), la variación de ésta influye directamente en todos los

procesos biológicos. Al aumentar la temperatura, el metabolismo del animal se hace más activo, traduciéndose en un incremento en la velocidad del movimiento ciliar y por tanto, la cantidad de agua bombeada, también aumenta el ritmo respiratorio y el ritmo cardíaco, por lo que la apertura de las valvas también depende de la temperatura; en el caso de que el organismo se encuentre por debajo de cierta temperatura la actividad ciliar se detiene. La temperatura también define el ritmo sexual, ya que debe de presentarse una temperatura mínima favorable para el inicio y el desarrollo normal de la gametogénesis, además por debajo de esta temperatura mínima, tampoco hay liberación de gametos. En general, las ovoposiciones son inducidas a temperaturas superiores a los 20ºC mientras que por debajo de los 10ºC suelen inhibirse (Polanco et al., 2002).

2.8 Salinidad

La salinidad, que representa el contenido de sales disueltas en el agua, es otro de los factores de gran importancia para la ostricultura ya que una disminución prolongada de sales provoca un importante retraso en el desarrollo sexual, llegando a los extremos de que un elevado porcentaje de ostras no alcanza la maduración ante condiciones desfavorables de salinidad, perturbándose, incluso, el comportamiento general del organismo, con los descensos de salinidad se originan alteraciones en los procesos respiratorios así como en los reproductivos alterando el nivel de la estimulación de liberación de gametos maduros (Hernández-Sepúlveda, 2006).

2.9 Tecnología de cultivo

2.9.1 El sistema de cultivo tradicional Canasta Nestier

Tradicionalmente, la tecnología de cultivo que prevalece en Sonora son las canastas Nestier, la cual consiste en la estiba en conjuntos de cuatro a cinco canastas donde se colocan los organismos. El flujo de agua se da a través de orificios de 6 a 10 mm para todas las etapas de crecimiento de las ostras y al cabo del tiempo este flujo se ve disminuido por la presencia de organismos incrustantes. Las canastas apiladas se convierten en módulos con flotadores de espuma de poliestireno extruido unidas a una línea madre que las lleva suspendidas a una distancia de aproximadamente 1 m sobre el fondo en mareas altas y en marea baja

los módulos quedan expuestos al aire y al sol sobre el piso de las lagunas costeras. Las densidades de siembra son variables, dependiendo del crecimiento y las tallas, una charola puede contener unas 250 piezas de tallas de 5-8 cm, y un módulo unas 1200 piezas, según sean las tallas que va adquiriendo el organismo en los campos ostrícolas y de acuerdo con los criterios del productor (Fig. 6).

El sistema Nestier requiere una constante supervisión, ya que los organismos que se incrustan (balanos, esponjas, uva de mar, algas, entre otros) impiden la libre circulación del agua, que además de competir por alimento y oxígeno con el ostión, crean una excesiva carga de trabajo para el productor por las faenas de limpieza que se necesitan (Figura 7 y 8). También, debido al contacto con el fondo y a la turbulencia de las corrientes de marea se da una acumulación de sedimento al interior de las canastas. Así, la situación de las prácticas actuales de cultivo frena la actividad en la producción. De acuerdo con los productores, el sistema de canastas Nestier en línea es de baja eficiencia por el mantenimiento requerido y baja producción obtenida. Es por esto que los ostricultores mexicanos requieren un cambio de método que pueda ser validado para las condiciones particulares de los sistemas lagunares de Sonora (Castro-Longoria *et al.*2013)

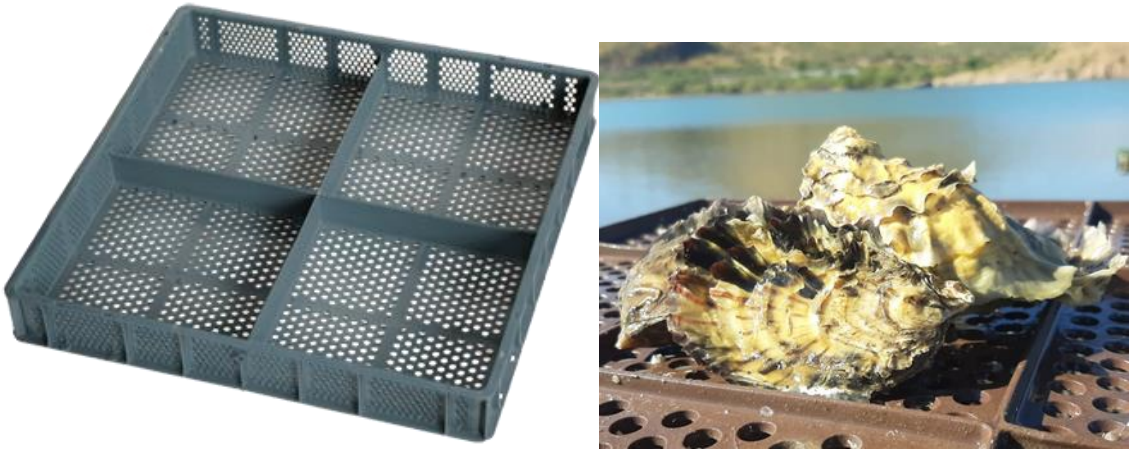

Figura 6. Canasta Nestier o caja ostrícola

Figura 7. Canasta Nestier con algas marinas

2.9.2 Canasta australiana o el sistema desarrollado por BST Oyster Supplies Pty Ltd

El sistema desarrollado por BST Oyster Supplies Pty Ltd consiste en líneas paralelas de polímero de monofilamento de alta resistencia, unidas a postes de madera de 2.5 m. Los postes se instalaron en marea baja y se enterraron aproximadamente a 1.5 m de profundidad con la ayuda de una motobomba. A éstos va unida la línea dinámica donde se cuelgan canastas cilíndricas de luz de malla de 6, 12 y 17 mm para semilla, juveniles y engorda final (Fig. 9). La línea que sostiene a las canastas se puede ajustar a diferentes alturas y aún en la más baja las canastas no tocan el fondo por lo que no están expuestas a la acumulación de sedimento (Castro-Longoria et al, 2013)

Figura 8. Canastas Australianas

Las ventajas de este sistema son varias: Trabaja de acuerdo con el régimen de mareas ya que se instala para varios niveles de altura de acuerdo con éstas y a criterio del ostricultor; alto soporte a condiciones ambientales como exposición al agua de mar, exposición al sol y a la fuerza de las mareas; fácil armado de los módulos de producción; fácil manejo de grupos de tallas de siembra en concordancia con la abertura de la canasta; menos mantenimiento al sistema y por ende, menos carga de trabajo para el productor. Como beneficio adicional, y con las densidades adecuadas, se facilita el flujo del agua y la alimentación para el ostión es constante, lo que promueve una mayor eficiencia que resulta en un crecimiento homogéneo y una alta producción (Fig. 10).

Figura 9. Interior de una Canasta Australiana con ostión *Crassostrea gigas*

Figura 10. Costales ostrícolas con luz de malla 5mm y 25 mm.

III. JUSTIFICACIÓN

La demanda mundial de proteína de alta calidad con un bajo impacto medioambiental es un reto para la Acuicultura. La sobreexplotación de las especies marinas agota el recurso, por esta causa se busca implementar nuevas alternativas que disminuyan el exterminio de las especies endémicas, recuperar la riqueza y biodiversidad de especies para su preservación y explotación socialmente responsable.

Existen artes de cultivo que no han sido validadas o comparada su eficiencia. Los elementos que se pueden considerar para que un arte de cultivo sea eficiente son: buen intercambio de agua, bajo costo, que permita un buen crecimiento y buena sobrevivencia a los organismos en cultivo, bajo costo (horas-trabajo) de mantenimiento, vida media del arte de cultivo (canasta). Además, se pretende generar elementos de validación de los métodos de cultivo, que puedan ser utilizados en la ficha técnica de ostión de la Carta Nacional Acuícola.

IV. OBJETIVOS

4.1 Objetivo general:

Analizar el crecimiento y sobrevivencia del ostión japonés (*Crassostrea gigas*) durante la etapa de engorda con tres métodos de cultivo: canastas Nestier, canastas australianas y costales ostrícolas en la bahía las Batuecas Guaymas, Sonora.

4.2 Objetivos particulares:

Determinar el crecimiento y la sobrevivencia del ostión japonés (*Crassostrea gigas*), en la etapa de engorda utilizando tres métodos de cultivo (canastas Nestier, australianas y costales ostrícolas).

Verificar cual método genera mayor rendimiento en peso y sobrevivencia.

Generar elementos de validación de los tres métodos de cultivo que puedan ser utilizados en la ficha técnica de ostión de la Carta Nacional Acuícola.

V. HIPÓTESIS

No existen diferencias significativas en el crecimiento y sobrevivencia del ostión cultivado en canastas Nestier, australianas y costales ostrícolas, en Playa Las Batuecas, Guaymas, Sonora.

VI. MATERIAL Y MÉTODOS

El sitio del proyecto fue en la Sociedad Cooperativa Pescadores de Guadalupe situada en Guaymas, Sonora, Playa las Batuecas, ubicada en la Isla Tío Ramón (Figura 11 y 12).

Figura 11. Isla Tío Ramón ubicada en Las Batuecas Guaymas, Sonora.

Figura 12. Ubicación del polígono del cultivo zona Las Batuecas

Tabla I. Coordenadas UTM zona 12 R del polígono S.C. Pescadores de Guadalupe en el municipio de Guaymas, Sonora.

Vértice	LN	LE
1	3090266.00 m N	513923.00 m E
2	3090392.00 m N	513952.00 m E
3	3090359.00 m N	514318.00 m E
4	3090224.00 m N	514282.00 m E
ÁREA en Has.		4.94

En este diseño experimental se compararon los tres métodos de cultivo por triplicado: la canasta Nestier, canasta australiana, y costales ostrícolas durante toda la etapa del cultivo. La etapa de engorda inició con 120 juveniles de 4 cm de longitud de concha en cada arte de cultivo. Los datos serán recabados en una bitácora que

contendrá información del productor, la zona de cultivo, fecha, temperatura del agua y las biometrías. Con los datos se realizará una distribución de frecuencias de las tres medidas (largo, ancho y peso vivo). La información recabada será analizada estadísticamente. Al final del estudio se determinó que arte de cultivo es la más eficiente (Fig. 13).

Figura 13. Diseño experimental para evaluar las artes de cultivo en la etapa de engorda.

La semilla utilizada es procedente de La Paz Baja California Sur del Laboratorio Acuicultura Robles, S.P.R. de R. I. Especie Ostión Japonés *Crassostrea gigas* triploide. Fue empacada en una hielera de unicel con Bolsas refrigerantes Isotérmicas (gel) para mantener la temperatura fresca con el objetivo de bajar el metabolismo y así no necesiten alimentarse en el transcurso del viaje. Los ostiones fueron transportados vía aérea de La Paz, B.C.S. hasta Hermosillo, Sonora y vía terrestre desde el aeropuerto hasta el sitio de cultivo. Antes de ser introducidos en el estero, una muestra fue revisada al microscopio (Fig. 14).

Figura 14. Semilla procedente de La Paz, Baja California, Sur

La talla de las semillas a la siembra fue de 3 a 4 milímetros, estas fueron colocadas en los bastidores rectangulares de madera con las medidas de 1.40 de largo, 50cm de ancho y 14 cm de altura. Tiene en el interior tres divisiones. La base y la tapadera tiene una malla mosquitera de 1 mm de luz. Esto permite la circulación de agua y alimentarse del medio natural. En cada división del bastidor se colocó una densidad de 113 gramos de semilla por cada división (Fig. 16 y 17). Una vez introducida la semilla de ostión al cuerpo de agua, comienza la fase de pre engorda. Ésta fase contempla 2 meses aproximadamente durante la cual la semilla sembrada alcanzará una talla aproximada de 2-3 centímetros. Durante esta fase se realizarán maniobras de mantenimiento, limpieza, procesos de desdoble, remoción de organismos muertos, y posteriormente los organismos se sacaron de las bolsas de malla mosquitera o artes de cultivo utilizadas.

Figura 15. Siembra de semilla *Crassostrea gigas* de 2-3 milímetros en bastidor

Figura 16. Observación de Crecimiento de semilla *Crassostrea gigas* dentro del bastidor de 15 mm y 25mm.

Para poder realizar el experimento primero se sembró para pre-engordar el ostión. Una vez que llegó a la medida de 4 a 5 cm se iniciaría la etapa de engorda. Después se analizaron las tres artes de cultivo para validar y comparar cual es la más eficiente. Los bastidores y las artes de cultivo se colocaron en Línea larga o línea madre suspendida en flotación. Esta consiste en postes de madera o plástico de aproximadamente 3 metros de largo por 10 cm de diámetro. Estos postes fueron colocados con ayuda de una motobomba (Fig. 18). Lo sujeta una línea, cable o cabo de un grosor de diámetro 3/4 de pulgada. En esta se colocaron las artes de cultivo donde se ejerce movimiento de subir y bajar según las mareas. Esto permitió que dentro de cada arte exista movimiento y además no se adhieran organismos epibiontes competidores o predadores que pudieran afectar el crecimiento del ostión (Fig. 19). Al mismo tiempo, se revisó el estado físico de los mismos (color y forma) y se colectaban los organismos muertos para registrar la mortalidad. En cada limpieza, se midieron in situ la temperatura y salinidad. Utilizando un termómetro de mercurio y un refractómetro. La mortalidad se registró contando semanalmente el número de organismos muertos en cada módulo hasta el término de estudio. Cuando las ostras llegan a los 4 o 5 cm inicia la etapa de engorda y se divide 120 organismos por arte de cultivo.

Figura 17. Motobomba para instalación de los pilotes y línea larga.

Figura 18. Biometría 28 de octubre del 2021

VII. MANEJO DEL CULTIVO

Cada 15 días se realizaron labores de limpieza a las artes de cultivo. Se transportaban a la orilla de la playa para observarlos, retirarle organismos que se adhieren a las artes de cultivo (fauna y flora de acompañamiento). Se fue revisando el estado físico de los ostiones para detectar la presencia de enfermedades, depredadores y competidores. Cada 15 días se retiraban los organismos incrustados en la superficie de las artes de cultivo. Cuando los bivalvos alcanzaron una talla promedio de 2 cm de longitud, los moluscos fueron extraídos de los bastidores y colocados en las artes de cultivo en el que se realizó el experimento (canastas Nestier, australiana y costal). Fueron 120 organismos para comenzar en experimento con una talla de 2 cm.

7.1 Determinación del crecimiento y la sobrevivencia

Las biometrías fueron realizadas cada 15 días. Se medieron y se pesaron los 120 organismos de cada arte de cultivo, es decir, un total de 1080 en tres réplicas al inicio. La mortalidad fue registrada durante el estudio. Las mediciones posteriores se realizaron con los ostiones sobrevivientes en cada arte. La longitud total se midió con una hoja milimétrica plastificada molusco por molusco. Para tener una mayor precisión del peso húmedo individual de cada semilla fue medido mediante el uso de una balanza fueron pesados con una báscula de precisión electrónica marca OHAUS modelo Scout SC610 de capacidad de 5 kg (Fig.20 y 21). Para medir el crecimiento en peso se aplicó la relación propuesta por Coutteau et al. (1994) la cual mide el crecimiento entre dos periodos de tiempo regulares, esta relación es la siguiente:

$$C = \left[\left(\sqrt[n-1]{P_n/P_1}\right) - 1\right] * 100$$

Donde C es el crecimiento; P_n es el peso húmedo del día n; P_1 es el peso húmedo del día 1 y n es el número del día.

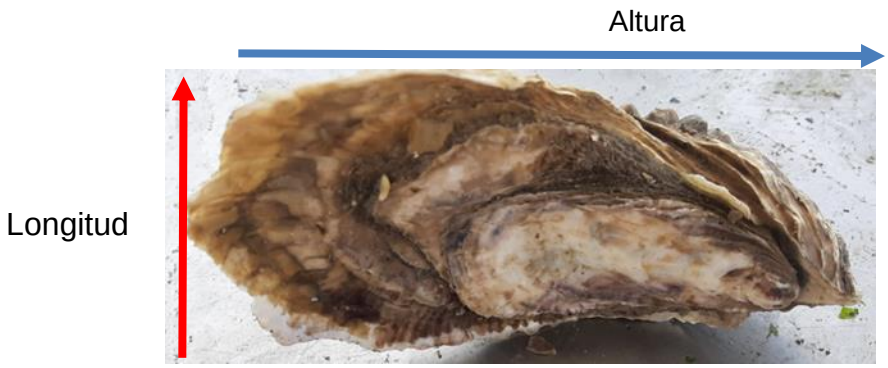

Figura 19. Señalamiento de la altura y longitud

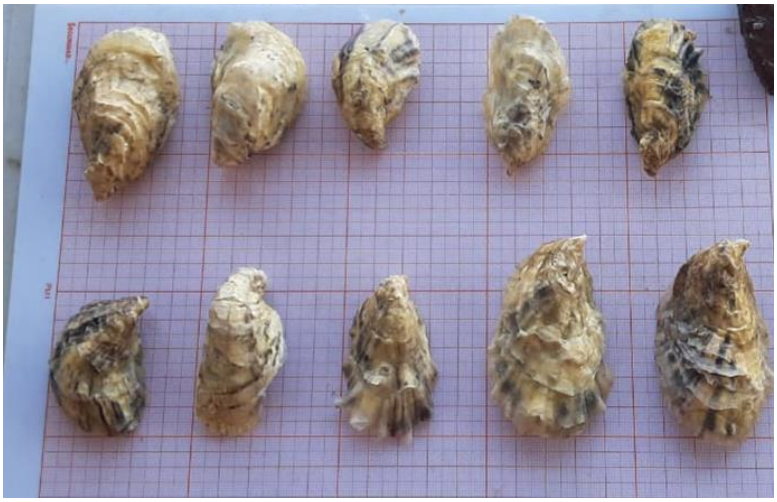

Figura 20. Medición de la altura y longitud del molusco bivalvo en hojas milimétricas

7.2 Comparación del crecimiento de cada uno de los artes de cultivo

Para comparar el crecimiento se aplicó un análisis de varianza (con un 95% de confianza), para las mediciones de crecimiento medio del peso por muestreo. Con el propósito de determinar si existen diferencias significativas en las mediciones, bajo la hipótesis de que no existe diferencia entre el crecimiento de los tres artes de cultivo.

7.3 Medición de parámetros fisicoquímicos

El registro de las condiciones fisicoquímicas del agua en el sitio de cultivo, fue realizado semanalmente al iniciar y finalizar el manejo. Para medir la temperatura y salinidad, fue utilizado un termómetro de mercurio marca Brannan 76mm/1mm escala -35 a +50º C y un refractómetro compensado marca Bio-Marine Aquafauna escala 0-100 g/l, respectivamente.

VIII. RESULTADOS

Los parámetros ambientales se consideran normales de acuerdo a la época del año, presentándose la temperatura más baja en el mes de febrero y la más alta en el mes de agosto. Por parte de la salinidad los valores mayores se presentaron en los meses de marzo y junio con 40 ppm. (Figura 21 y 22).

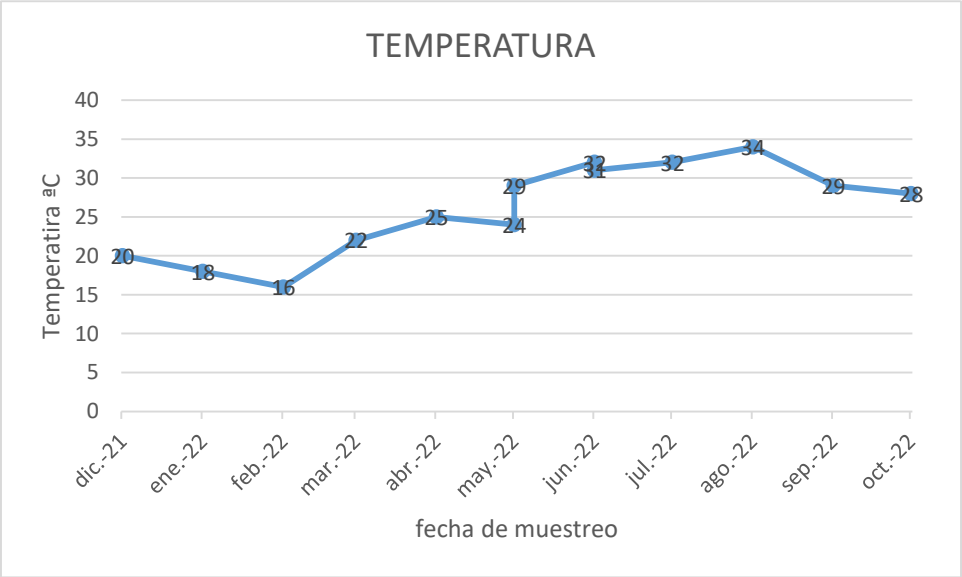

Figura 21. Gráfico de medición de temperatura quincenal en el área de estudio Las Batuecas en Guaymas Sonora

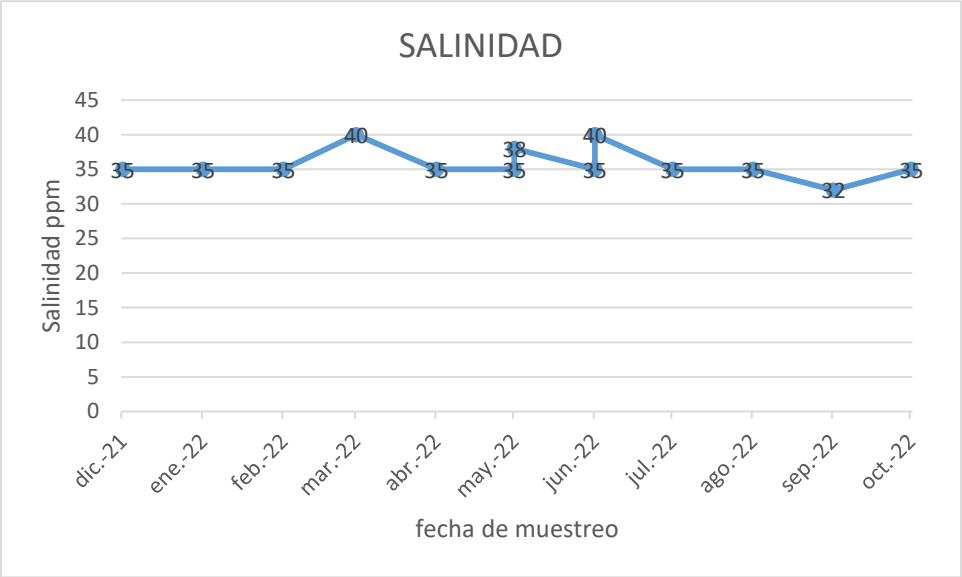

Figura 22. Gráfico de medición de salinidad quincenal en el área de estudio Las Batuecas en Guaymas Sonora.

El experimento de siembra para medir la sobrevivencia en cada uno de las artes de cultivo mostró que el costal obtuvo una sobrevivencia del 87.5 % mientras que le canastilla australiana y la canastilla niester obtuvieron el 85.8 y 85 % respectivamente (Tabla II).

Al concluir el estudio, los organismos de las tres artes de cultivo evaluadas obtuvieron una altura promedio de 79.03 mm, una longitud promedio de 48.9 mm y un peso promedio de 65.71 en un tiempo aproximado de seis meses iniciando en febrero hasta agosto del mismo año.

En el costal ostrícola se registró un promedio de la altura inicial de 36.3 mm y terminó con 74.2 mm. La canasta australiana inició con un promedio inicial de 37.5 mm y finalizó con 82.2 mm. La canasta Nestier inició con un promedio de 40 mm y culminó con 80.7 mm. En lo referente a la longitud de la concha el costal ostrícola inició con una longitud promedio de 25.4 mm y terminó con 47.8 mm. La canasta australiana con un promedio inicial de 25.3mm y finalizó con 51.1 mm. La canasta Nestier inicio con un promedio 25.4 mm y culminó con 47.8 mm. El peso promedio del arte de cultivo del costal fue de 6 gramos y terminó con 58.9 gramos. La canasta australiana inició 5.71 gramos y culminó con 68.70 gramos. La canasta Nestier comenzó con 6.82 y finalizó con 69.94 gramos.

Tabla II. Cuadro de sobrevivencia de los organismos por arte del cultivo con fechas, número de muestreo, las tres artes de cultivo costal, canasta australiana y canasta nestier

Sobrevivencia de los organismos por arte de cultivo				
Fecha	N° Muestreo	Costal	Australiana	Nestier
24/02/2022	Inicio	120	120	120
11/03/2022	1	119	118	114
30/03/2022	2	118	116	113
12/04/2022	3	118	116	112
02/05/2022	4	114	115	111
17/05/2022	5	114	114	111
07/06/2022	6	114	114	111
23/06/2022	7	114	114	111
23/07/2022	8	114	110	102
09/08/2022	9	114	106	102
23/08/2022	10	105	103	102

El crecimiento evaluado por muestreo se presenta en la tabla II, mientras que el porcentaje promedio fue de 28, 31.1 y 19 % respectivamente.

Tabla III. Cuadro de crecimiento por muestreo quincenal (gramos y porcentaje) de los organismos por las tres artes de cultivo costal, canasta australiana y canasta nestier

CRECIMIENTO QUINCENAL % (g)		
NESTIER	**AUSTRALIANA**	**COSTAL**
0	0.0	0.0
31.4	32.4	18.5
29.4	38.0	26.1
35.2	41.7	34.3
32.5	37.6	26.6
30.9	36.6	26.9
27.0	34.2	28.4
24.8	28.9	26.3
22.4	25.2	1.0
19.0	6.0	1.0

El Costal Ostrícola: Permite el eficiente paso de agua a través del cuerpo de la bolsa. El diseño es favorable. Existe abundante flujo de magua que lleva a su vez alimento y oxígeno. El material es de plástico esto evita su oxidación y dura largos periodos de tiempo.

Figura 23. Costal ostrícola con ostiones *C. gigas* en un muestreo después de la biometría

Figura 24. Forma adquirida de un ostión *Crassostrea gigas* del arte de cultivo costal ostrícola

Canasta Australiana: Trabaja de acuerdo al régimen de mareas. Se necesita menos mantenimiento para el productor. Funciona muy bien si se colocan las densidades adecuadas. Facilita el flujo del agua y la alimentación. Tiene mayor eficiencia en el crecimiento y se puede tener más alta producción.

Figura 25. Forma adquirida de un ostión *Crassostrea gigas* del arte de cultivo canasta australiana

Canasta Nestier: el flujo de agua se ve disminuido por la presencia de organismos incrustados. Las densidades de siembra son variables dependiendo del crecimiento y tallas. Puede ser una densidad de 250 piezas de talla de 5 a 8 cm. Este modelo puede tener en módulos apilados hasta 1200 organismos. Requiere constante supervisión por los organismos que se incrustan y la baja circulación de

agua, además disminuyen el alimento y oxígeno cuando crea una excesiva carga de trabajo para el acuicultor. Se necesita limpieza. Es de baja eficiencia por el mantenimiento requerido y baja producción obtenida.

Figura 26. Forma adquirida de un ostión *Crassostrea gigas* del arte de canasta nestier

Los productores han notado una gran diferencia entre el método Nestier, canastas australianas y costales en lo que se refiere a la forma de la concha, tiempo y esfuerzo dedicado a la limpieza de las artes del cultivo.

Figura 27. Producto de ostión *Crassostrea gigas* del arte de cultivo de un costal

Figura 28. Producto obtenido del arte de cultivo caja Nestier

Figura 29. Ostión del arte de cultivo canasta australiana

La figura 30 y 31 muestra los resultados de la relación altura-peso y ancho-peso registradas durante el muestreo el arte de cultivo canasta Nestier en la ensenada las Batuecas Guaymas.

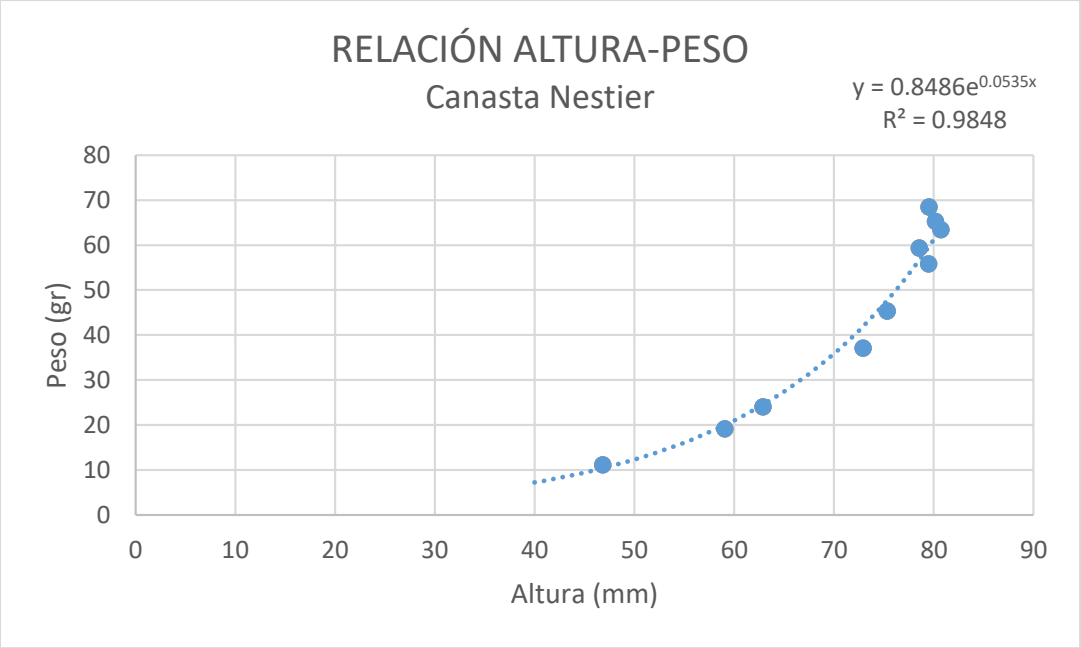

Figura 30. Relación altura-peso del arte de cultivo canasta nestier propuesta por Coutteau

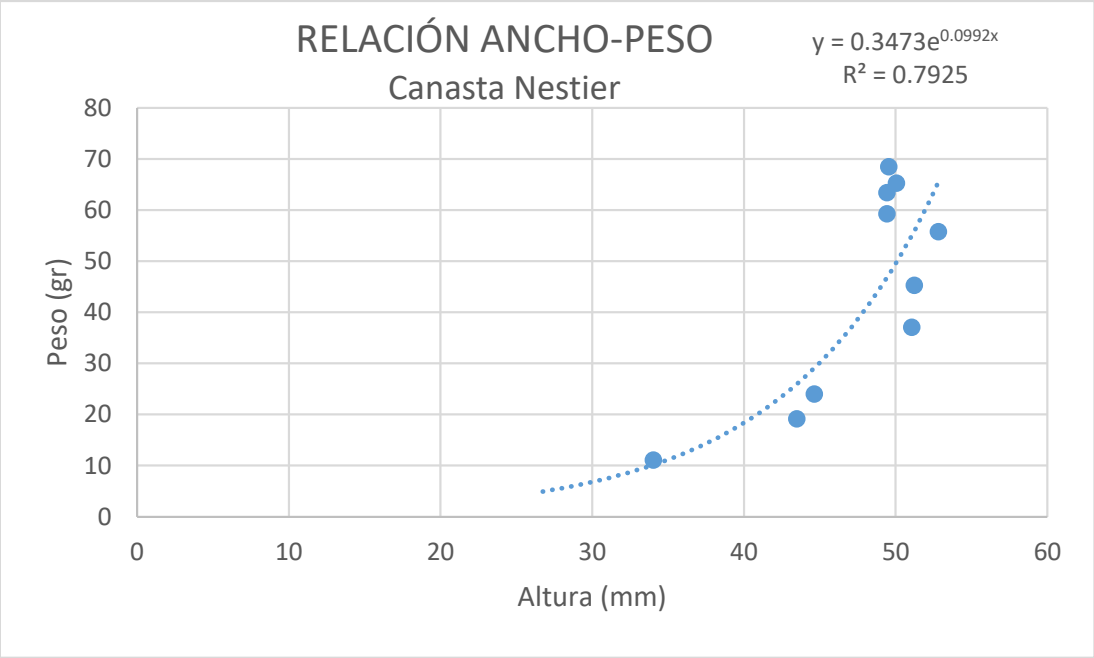

Figura 31. Relación ancho-peso canasta nestier propuesta por Coutteau.

La figura 32 y 33 muestra los resultados de la relación altura-peso y ancho-peso registrados durante el muestreo el arte de cultivo canasta australiana en la ensenada las Batuecas Guaymas.

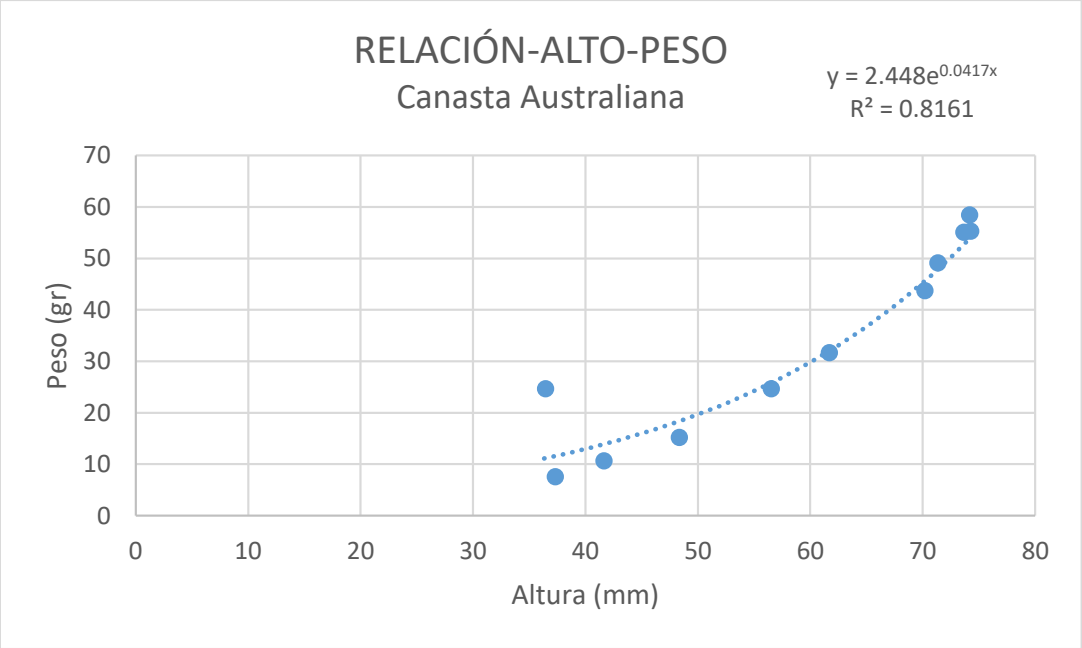

Figura 32. Relación altura-peso arte de cultivo canasta australiana propuesta por Coutteau

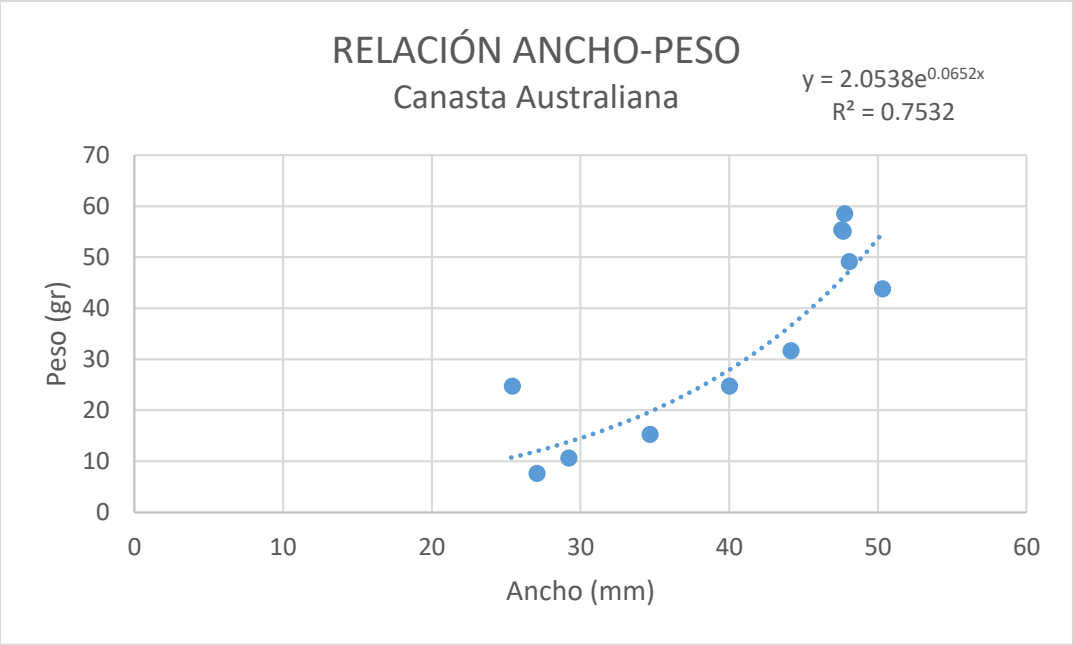

Figura 33. Relación ancho-peso arte de cultivo canasta australiana propuesta por Coutteau

La figura 34 y 35 muestra los resultados de la relación altura-peso y ancho-peso registradas durante el muestreo el arte de cultivo costal ostrícola en la ensenada las batuecas Guaymas.

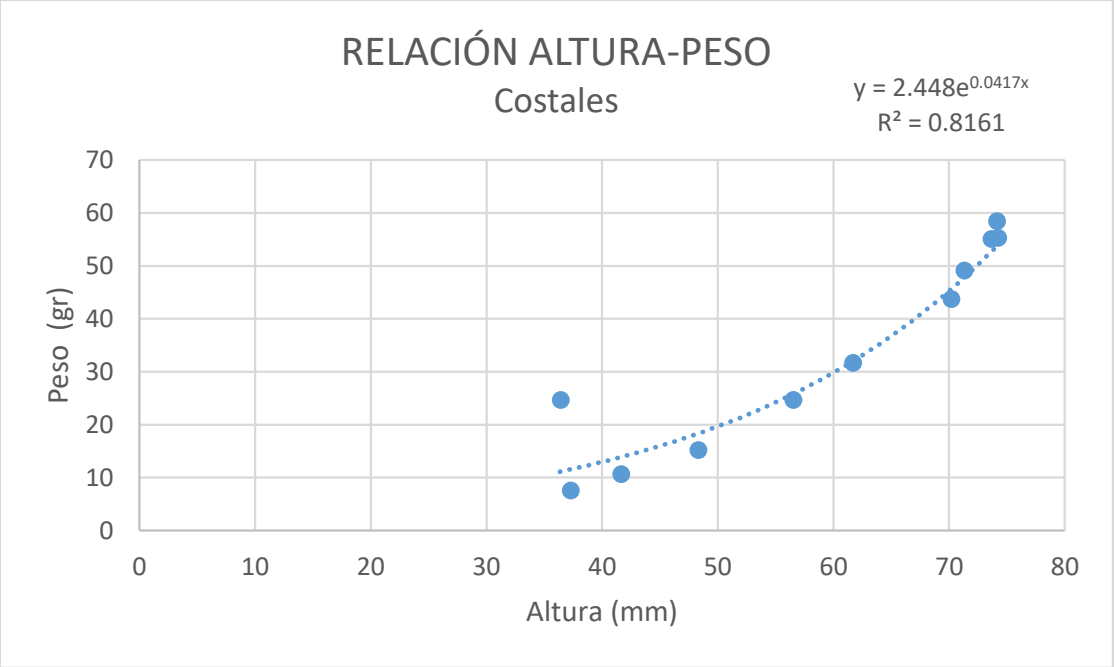

Figura 34. Relación altura-peso arte de cultivo costal ostrícola propuesta por Coutteau

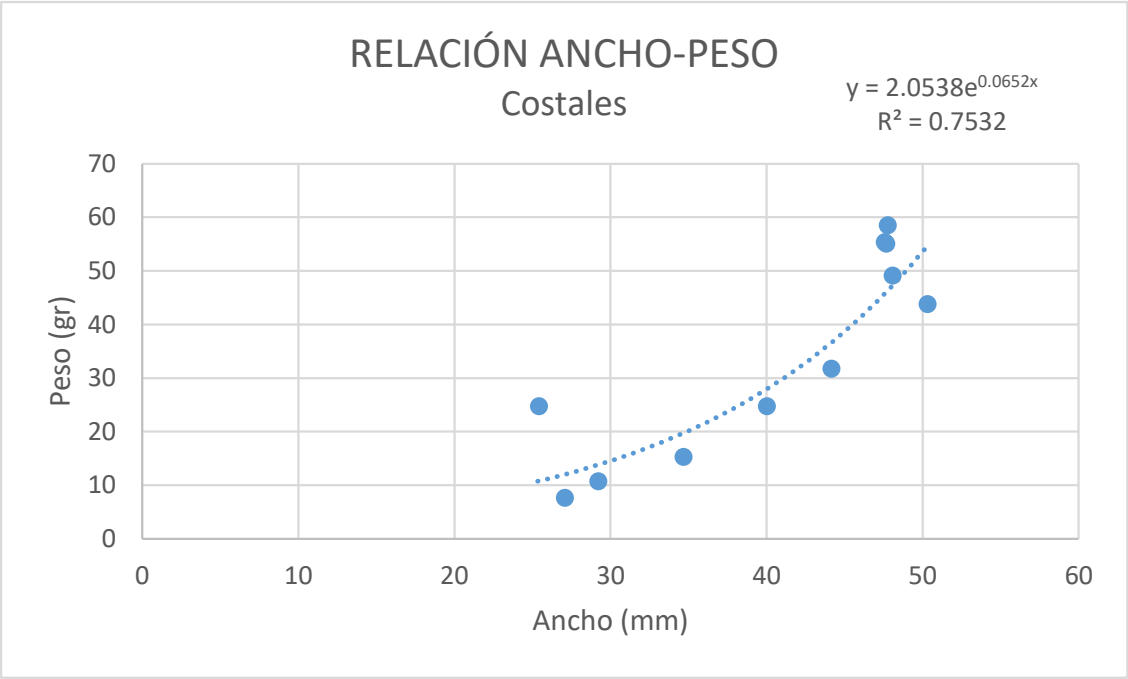

Figura 35. Relación ancho-peso costales ostrícolas propuesta por Coutteau

El resultado del análisis de varianza se presenta en la Tabla IV para la comparación de las medias del peso y en la tabla III para la comparación de medias de la altura con una confianza de 0.05% (alfa=0.05).

Tabla IV. Análisis de varianza relacionada con la comparación de las medias del peso

ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen de las variaciones	*Suma de cuadrados*	*Grados de libertad*	*Promedio de los cuadrados*	*F*	*Probabilidad*	*Valor crítico para F*
Entre grupos	1160.71834	2	580.3592	0.9066	0.4146	3.3541
Dentro de los grupos	17284.2135	27	640.1561			
Total	18444.9313	29				

Tabla V. Análisis de varianza relacionada con la comparación de las medias de altura

ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen de las variaciones	*Suma de cuadrados*	*Grados de libertad*	*Promedio de los cuadrados*	*F*	*Probabilidad*	*Valor crítico para F*
Entre grupos	1164.8728	2	582.43644	2.2858	0.11912	3.3158295
Dentro de los grupos	7643.9215	30	254.797386			
Total	8808.79446	32				

IX. DISCUSIÓN

En 6 meses de engorda, se obtuvo una talla promedio de altura de 79.03 mm, iniciando con semilla de altura promedio de 37.93 mm, una longitud promedio de 48.9 mm y peso promedio al inicio fue de 6.51 gramos y al finalizar el muestreo de 65.71gramos. Se pretendía darle seguimiento hasta febrero del 2023 pero por las cuestiones climatológicas en mes de septiembre hubo un huracán por lo que ocurrió alta mortalidad por el cambio de salinidad. Así que se decidió que hasta el mes de agosto del 2022 culminar el estudio. En el agua templada-fría del noroeste del país, la talla comercial de 8 a 12 cm es alcanzada en un periodo de siete a nueve meses de cultivo a partir de semilla de 3 a 5 mm (Mazón, 1996). Se puede observar que la talla al inicio de la siembra en el mes de agosto 2021 fue de 3 a 5 mm para iniciar la engorda en febrero se obtuvo una talla promedio de 37.93 de altura y un peso promedio de 6.51gramos. En 11 meses se tiene una talla promedio de la altura de la concha de 79.03 mm lo cual coincide con la literatura. Es importante mencionar que, en comparación con el peso, la longitud es una medida más precisa para monitorear el crecimiento de muchos bivalvos (Quayle y Newkirk, 1989).

Esto puede observarse en el cuadro 1, en donde la desviación estándar de la longitud es menor a la del peso. La variación en la ganancia de peso de un ostión puede estar explicada principalmente por la acumulación de reservas de glucógeno, la presencia de organismos epibiontes en la concha y el agua presente en la cavidad interna de las valvas durante el manejo (Quayle y Newkirk, 1989).

La sobrevivencia final fue alta con un 87.5%, ya que un indicador más cercano a la realidad de los proyectos comerciales es una mortalidad acumulada final del 30 al 40%. La mortalidad fue de 12.5% puede estar asociada a diversos factores como la calidad de la semilla, las condiciones del medio en el lugar de cultivo, la presencia de depredadores, la tecnología utilizada y al manejo propiamente dicho de los organismos por parte del acuicultor (Mazón, 1996).

Los parámetros fisicoquímicos registrados durante el estudio, presentaron valores dentro de los intervalos óptimos para el crecimiento de esta especie, el cual se produce a salinidades de 25 a 37 g/l. Sin embargo, se tuvo una salinidad del 40ppm durante el mes de marzo. La temperatura de 20 a 25°C es la óptima (Mazón,1996) y en el muestreo se obtuvieron de 16°C hasta 32°C. En aguas cálidas el crecimiento es constante debido a que la temperatura del agua aumenta el

metabolismo (Quayle y Newkirk, 1989); sin embargo, la muerte en este bivalvo se produce a una temperatura mayor a 30ºC (Mazón, 1996). La variación en los parámetros antes mencionados causa un efecto importante sobre el crecimiento y la sobrevivencia. Los cambios en la temperatura del agua están estrechamente relacionados con la concentración de alimento que repercute sobre el crecimiento del ostión (Blake, 1996), y las variaciones repentinas en la salinidad reducen su tolerancia a los cambios de otras variables como la temperatura (Brown y Hartwick, 1988). Durante el presente trabajo, se observó una baja variabilidad en las condiciones fisicoquímicas del agua que pudo haber favorecido el crecimiento de los organismos por las razones antes mencionadas.

X. CONCLUSIÓN

En el presente trabajo se obtuvieron resultados que muestran que esta especie puede crecer satisfactoriamente en la bahía de Guaymas Sonora en la temporada de otoño- invierno y primavera. Se observó que no existen diferencias significativas en el crecimiento y sobrevivencia del ostión cultivado en canastas Nestier, australianas y costales ostrícolas, en Playa Las Batuecas.

El experimento de siembra para medir la sobrevivencia en cada uno de las artes de cultivo mostró que el costal obtuvo una sobrevivencia del 87.5 % mientras que le canastilla australiana y la canastilla niester obtuvieron el 85.8 y 85 % respectivamente. Sin embargo, la única diferencia es la presentación del producto obteniendo una concha más cóncava y lisa en el costal. Por el roce de un organismo con otro por el movimiento de la marea y no permite que se incrusten organismos epibiontes en las valvas del bivalvo.

El registro del crecimiento, sobrevivencia y organismos del arte de cultivo de la canasta australiana no está validado en la Carta Nacional Acuícola por lo que la información obtenida puede ser útil. En relación altura-peso y ancho- peso del arte de cultivo canasta australiana propuesta por Coutteau fue la que más ventaja obtuvo.

El arte de cultivo de la canasta australiana y el costal permite el eficiente paso del agua por lo que el molusco, se alimenta mejor, evita que se adhieran organismos epibiotes por el movimiento de la marea y se necesita menor mantenimiento por parte del productor. En las canastas nestier el flujo de agua se ve disminuido impidiendo un crecimiento uniforme del ostión.

Existe una gran diferencia entre el método Nestier, canastas australianas y costales en lo que se refiere a la forma de la concha, tiempo y esfuerzo dedicado a la limpieza de las artes del cultivo.

XI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS Y VIRTUALES

Carvalho Saucedo, L. 2003.Temperatura óptima y temperatura letal superior en dos poblaciones de juveniles de ostión japonés *Crassostrea gigas* (Doctoral dissertation, Instituto Politécnico Nacional. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas.).

Castro-Longoria , T. Rehn , J.M. Grijalva-Chon , R. Vázquez , E. Ramírez-González , J.F. Ramírez-Villa , M.R. Acedo-Valdez y L.E. Costich-González. 2013. Universidad de Sonora. Departamento de Investigaciones Científicas y Tecnológicas. El sistema australiano de línea ajustable para el cultivo en Sonora: una alternativa de producción sostenible. Divulgación acuícola, Volumen (8), p. 15-22. http://divulgacionacuicola.com.mx/revistas/8-Revista%20Divulgaci%C3%B3n%20Acu%C3%ADcola%20Mayo2013.pdf

Chávez-Villalba J. 2014. Cultivo de ostión *Crassostrea gigas*: Análisis de 40 años de actividades en México. Hidrobiológica 24(3): 175-190.

FAO, 2009. *Crassostrea gigas* en Fichas técnicas de especies acuáticas cultivadas. https://www.fao.org/fishery/docs/DOCUMENT/aquaculture/CulturedSpecies/file/es/es_pacificcuppedoyster.htm

FAO, 2006. Culture Aquatic Species Information Programme- *Crassostrea gigas*. Text by Helm, M.M. FAO Fisheries and Acuaculture Departament [Online]. Rome https://idl-bnc-idrc.dspacedirect.org/bitstream/handle/10625/4455/49748.pdf?sequence=3

Hernández-Sepúlveda, J. A. 2006. Crecimiento y sobrevivencia del ostión del Pacífico *Crassostrea gigas* (Thunberg, 1851) en el estero La Piedra, Guasave, Sinaloa. Durante el ciclo de cultivo Otoño–Invierno. Tesis de licenciatura. Instituto Tecnológico de los Mochis, Sinaloa. 113 p.

INAPESCA. 2018. Acuicultura Ostión Japonés. https://www.gob.mx/inapesca/acciones-y-programas/acuacultura-ostion-japones

Martínez -Córdova. 1986. Introducción de ostión japonés *Crassostrea gigas* (Thunberg, 1975) en el Estero la Cruz, Sonora. Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas. Universidad de Sonora. Hermosillo, Sonora.

Ochoa-Araiza, G. y Fiambres -Peña, M.T. 1984. Evaluación de la temperatura, salinidad y crecimiento de ostión japonés (Crassostrea gigas) en una laguna costera del estado de Sonora, México. Ciencias Marinas 10 (3)

Polanco, T. E., Fernández, P. J. M., Ruesga, B. S. M. 2002. Impulso desarrollo y potenciación de la ostricultura en España. Fundación Alfonso Martínez Escudero. 1era edición. 294 p.

Quayle, D.B. y G.F. Newkirk, 1989. Farming Bivalve Molluscs: Methods for Study and Development, Advances in World Mariculture, Vol. 1. Los Angeles, USA. The World Aquaculture Society, 294 pp.

UABC. 2012. Universidad Autónoma de Baja California. Capacitan a ostricultores de ostión. Agencia fronteriza de noticias. http://www.afntijuana.info/informacion_general/13053_capacitan_a_productores-de-ostion

Villanueva-Fonseca, B.P. 2011. Efecto de la densidad de siembra y los factores ambientales en el cultivo de ostión japonés *Crassostrea gigas* en la península de Lucernilla, Navolato, Sinaloa. Tesis de Maestría. Instituto Politécnico Nacional.

Zarain-Herzberg, M. y C. Villalobos-Fernández. 2012. Manual de operación y manejo biológico del cultivo de ostión (CONACyT- FOMIX-126285). Centro de Ciencias de Sinaloa. Culiacán, México. 51 p.