



**UNIVERSIDAD JUÁREZ AUTONOMA DE TABASCO**

“ESTUDIO EN LA DUDA ACCIÓN EN LA FE”



**DIVISIÓN ACADÉMICA DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**

**MAESTRIA EN CIENCIAS AMBIENTALES**

Implementación de un sistema de cultivo de *Crassostrea virginica*  
(Ostión del Golfo) a base de canastas australianas en  
Un sistema laguna Carmen-Pajonal-Machona, Tabasco.

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE

**MAESTRO EN CIENCIAS AMBIENTALES**

PRESENTA

**BIOL. JOSÉ LUIS PÉREZ LÓPEZ**

DIRECTOR DE TESIS

**DR. ARTURO GARRIDO MORA**

Villahermosa, Tabasco Noviembre de 2021



**UNIVERSIDAD JUÁREZ  
AUTÓNOMA DE TABASCO**

"ESTUDIO EN LA DUDA. ACCIÓN EN LA FE"



**DIVISIÓN ACADÉMICA DE CIENCIAS BIOLÓGICAS  
DIRECCIÓN**

Villahermosa, Tab., a 11 de Octubre de 2021

**ASUNTO:** Autorización de Modalidad de Titulación

**C. LIC. MARIBEL VALENCIA THOMPSON  
JEFE DEL DEPTO. DE CERTIFICACIÓN Y TITULACION  
DIRECCIÓN DE SERVICIOS ESCOLARES  
PRESENTE**

Por este conducto y de acuerdo a la solicitud correspondiente por parte del interesado, informo a usted, que en base al reglamento de titulación vigente en esta Universidad, ésta Dirección a mi cargo, autoriza al **C. JOSÉ LUIS PÉREZ LÓPEZ** egresado de la Maestría en **CIENCIAS AMBIENTALES** de la División Académica de **CIENCIAS BIOLÓGICAS** la opción de titularse bajo la modalidad de Tesis de Maestría denominado: **"IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CULTIVO DE *Crassostrea virginica* (OSTIÓN DEL GOLFO) A BASE DE CANASTAS AUSTRALIANAS EN EL SISTEMA LAGUNAR CARMEN-PAJONAL-MACHONA, TABASCO, MÉXICO"**.

Sin otro particular, aprovecho la ocasión para saludarle afectuosamente.

A T E N T A M E N T E

  
**DR. ARTURO GARRIDO MORA  
DIRECTOR DE LA DIVISIÓN ACADÉMICA  
DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**

**U.J.A.T.  
DIVISIÓN ACADÉMICA  
DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**



**DIRECCIÓN**

C.c.p. - Expediente Alumno de la División Académica  
C.c.p.- Interesado



**UNIVERSIDAD JUÁREZ  
AUTÓNOMA DE TABASCO**

"ESTUDIO EN LA DUDA. ACCIÓN EN LA FE"



**DIVISIÓN ACADÉMICA DE CIENCIAS BIOLÓGICAS  
DIRECCIÓN**

**OCTUBRE 11 DE 2021**

**C. JOSÉ LUIS PÉREZ LÓPEZ  
PAS. DE LA MAESTRIA EN CIENCIAS AMBIENTALES  
P R E S E N T E**

En virtud de haber cumplido con lo establecido en los Arts. 80 al 85 del Cap. III del Reglamento de titulación de esta Universidad, tengo a bien comunicarle que se le autoriza la impresión de su Trabajo Recepcional, en la Modalidad de Tesis de Maestría en Ciencias Ambientales titulado: **"IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CULTIVO DE *Crassostrea virginica* (OSTIÓN DEL GOLFO) A BASE DE CANASTAS AUSTRALIANAS EN EL SISTEMA LAGUNAR CARMEN-PAJONAL-MACHONA, TABASCO, MÉXICO"**, asesorado por el Dr. Arturo Garrido Mora y Dr. Raúl Enrique Hernández Gómez sobre el cual sustentará su Examen de Grado, cuyo jurado integrado por el Dr. Francisco Javier Félix Torres, Dra. Ana Rosa Rodríguez Luna, Dra. Arturo Garrido Mora, Dr. Leonardo Cruz Rosado y Dr. Raúl Enrique Hernández Gómez.

Por lo cual puede proceder a concluir con los trámites finales para fijar la fecha de examen.

Sin otro particular, me es grato enviarle un cordial saludo.

**A T E N T A M E N T E  
ESTUDIO EN LA DUDA. ACCIÓN EN LA FE**

**DR. ARTURO GARRIDO MORA  
DIRECTOR**

C.c.p.- Expediente del Alumno.  
C.c.p.- Archivo

**U.J.A.T.  
DIVISIÓN ACADÉMICA  
DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**



**DIRECCIÓN**



## CARTA AUTORIZACIÓN

El que suscribe, autoriza por medio del presente escrito a la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco para que utilice tanto física como digitalmente el Trabajo Recepcional en la modalidad de Tesis de Maestría denominado: **“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CULTIVO DE *Crassostrea virginica* (OSTIÓN DEL GOLFO) A BASE DE CANASTAS AUSTRALIANAS EN EL SISTEMA LAGUNAR CARMEN-PAJONAL-MACHONA, TABASCO, MÉXICO”**, de la cual soy autor y titular de los Derechos de Autor.

La finalidad del uso por parte de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco el Trabajo Recepcional antes mencionada, será única y exclusivamente para difusión, educación y sin fines de lucro; autorización que se hace de manera enunciativa más no limitativa para subirla a la Red Abierta de Bibliotecas Digitales (RABID) y a cualquier otra red académica con las que la Universidad tenga relación institucional.

Por lo antes manifestado, libero a la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco de cualquier reclamación legal que pudiera ejercer respecto al uso y manipulación de la tesis mencionada y para los fines estipulados en este documento.

Se firma la presente autorización en la ciudad de Villahermosa, Tabasco el día 11 de octubre del dos mil veintiuno.

AUTORIZO



---

JOSÉ LUIS PÉREZ LÓPEZ

# Implementación de un sistema de cultivo de Crassostrea virginica (Ostión del Golfo) a base de canastas australianas en un sistema laguna Carmen-Pajonal-Machona, Tabasco

INFORME DE ORIGINALIDAD

# 19%

ÍNDICE DE SIMILITUD

## FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="http://sinat.semarnat.gob.mx">sinat.semarnat.gob.mx</a> Internet	3142 palabras — 18%
2	<a href="http://sernapam.tabasco.gob.mx">sernapam.tabasco.gob.mx</a> Internet	121 palabras — 1%
3	<a href="http://aprenderly.com">aprenderly.com</a> Internet	24 palabras — < 1%
4	<a href="http://docplayer.es">docplayer.es</a> Internet	17 palabras — < 1%
5	<a href="http://www.scielo.org.mx">www.scielo.org.mx</a> Internet	12 palabras — < 1%

EXCLUIR CITAS

ACTIVADO

EXCLUIR COINCIDENCIAS DESACTIVADO

EXCLUIR BIBLIOGRAFÍA

ACTIVADO



## DEDICATORIA

*A dios, por protegerme durante todo mi camino y darme fuerzas para superar los obstáculos y dificultades a lo largo de toda mi vida, por haberme guiado en todas mis metas y objetivos, además de su infinita bondad y amor.*

*A mis padres José Atila Pérez Pérez Y Leticia López Alejandro, quienes con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir hoy un sueño más, gracias por inculcar en mi ejemplo de esfuerzo y valentía, de no temer las adversidades porque con su apoyo y dios están conmigo siempre.*

*A mi hermana, Yesenia Guadalupe Pérez López, por su cariño y apoyo incondicional, durante este proceso, por estar en todo momento de felicidad y por la confianza que siempre nos hemos tenido ¡Gracias!*

*A mis abuelos, por el gran amor y apoyo siempre.*

*A toda mi familia, por sus consejos y palabras de aliento hicieron de mí una mejor persona.*

*A mis amigos y amigas, por apoyarme cuando más los necesite, por su compañía y amistad.*



## AGRADECIMIENTO

*La presente investigación fue realizada gracias a la colaboración de distintas personas quienes contribuyeron aportando de sus conocimientos en mi formación para mejorar este trabajo de tesis, al Laboratorio de Pesquerías de la División Académica de Ciencias Biológicas de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Asimismo, agradezco al Consejo Nacional de Ciencia Y Tecnología por el apoyo de la beca otorgada.*

*Al Dr. Arturo Garrido Mora, a quien le agradezco por ser mi director y asesor de tesis, y por darme la oportunidad de realizar esta investigación, gracias por compartir sus conocimientos invaluable para llevar a cabo esta investigación y por su amistad al confiar una vez mas en mi persona.*

*Al Dr. Francisco Javier Félix Torres, por su confianza y por verme ayudado con mi investigación, por compartir sus conocimientos para la culminación de mi tesis.*

*A los integrantes del jurado, por el tiempo, sugerencias y comentarios que me ayudaron para mejorar esta investigación:*

*Dr. Francisco Javier Félix Torres*

*Dra. Ana Rosa Rodríguez Luna*

*Dr. Arturo Garrido Mora*

*Dr. Leonardo Cruz Rosado*

*Dr. Raúl Enrique Hernández Gómez*

*Agradezco a los excelentes profesores del programa de maestría que me orientaron para formar mi investigación, a mis compañeros del Laboratorio de Pesquerías por su amistad; Julio, Fider, Moisés, Aaron y A mis amigas, Gaby, Idania, Karla, Nora y Sandra, por su constante amistad.*



## RESUMEN:

El ostión americano (*Crassostrea virginica*) es considerado una especie de gran importancia comercial en el estado, los cuerpos lagunares Carmen, Pajonal y la Machona así como Mechoacán son de los principales ecosistemas con una mayor producción pesquera en los últimos años, siendo una actividad pesquera extractiva y representa una actividad generadora de ingresos económicos para las comunidades costeras y una fuente importante de alimento como de importancia social, así mismo esta especie ha sido explotada por su talla comercial, el presente trabajo se planteó con el objetivo de implementar una nueva técnica de cultivo para mejorar la producción de *C. virginica*, a base de canastas australianas. Esta investigación se llevó a cabo en el sistema lagunar Carmen-Pajonal-Machona, Tabasco, en un periodo de enero a diciembre de 2020 con un método de cultivo en suspensión la cual pertenece a un sistema de cultivo de engorda ostrícola denominado "Pilotes y Sartas" la cual están estructuradas de manera rectangular con un área de 04.0 hectáreas con unas dimensiones de 400.00 M. de largo por 100.00 de ancho, con sartas tipo japonés en forma de anillo a una profundidad aproximada de 100 a 130 cm. La aplicación del sistema de cultivo consta de 4 etapas que corresponden en: Fijación, Pre-engorda, Engorda y Cosecha. Se introdujeron 2'867,200 semillas en cada módulo de una hectárea y en cuanto a su totalidad de 8'601,600 para cargar la granja en cada ciclo de engorda. En cuanto a la obtención de semilla de ostión se obtuvo ya fijada en las sartas desde el mismo laboratorio la cual está ubicada en el sistema lagunar Carmen-Pajonal-Machona. Por cada ciclo se obtuvo una cosecha con una producción de 100 toneladas / ha de ostión y asimismo se obtuvo 300 toneladas por los 3 ciclos del total del cultivo. Las canastas australianas se consideró un sistema de alta calidad por su alta eficiencia en método de cultivo ya que soporta altas condiciones ambientales tales como salinidad, temperatura y mareas, al ser una técnica que mantiene en constante movimiento los ostiones logrando que soben entre ellos esta técnica no acumula sedimentos y maximiza la producción del recurso.





## INDICE

CONTENIDO	PAGINAS
<b>CAPÍTULO 1</b>	
<b>Lista de Figuras</b> .....	11
<b>Introducción</b> .....	13
<b>Antecedentes</b> .....	17
<b>Objetivos</b> .....	21
3.1 Objetivo General.....	21
3.2 Objetivo Específico.....	21
<b>Justificación</b> .....	22
<b>Área de estudio</b> .....	23
5.1 Características Geográficas.....	25
5.2 Condiciones Hidrológicas.....	28
5.3. Parámetros Físicoquímicos.....	29
<b>Metodología</b> .....	30
<b>Referencias bibliográficas</b> .....	34
<b>CAPÍTULO 2</b>	
Artículo en extenso: Implementación de un sistema de cultivo de <i>Crassostrea virginica</i> (Ostión del Golfo) a base de canastas Australianas en el sistema lagunar Carmen-Pajonal-Machona, Tabasco, México.....	39
<b>Abstract</b> .....	39
<b>Introducción</b> .....	40
<b>Materiales Y Métodos</b> .....	41
Estructuras de soporte de cultivo utilizadas.....	42
Artes de cultivo utilizadas.....	43
Elaboración e Instalación de Sistemas de Engorda.....	44



Obtención de las semillas.....	44
Semillas de laboratorio.....	44
Semillas silvestres.....	44
Siembra .....	45
Periodo de crecimiento.....	46
Periodo de engorda.....	47
Cosecha.....	47
<b>Resultados</b> .....	49
Descripción del sistema de cultivo en canastas australianas.....	49
<b>Discusión</b> .....	51
Situación actual del recurso ostrícola.....	52
Empleos generados por la actividad ostrícola .....	53
Ventajas y desventajas frente a otros artes de cultivo en la zona....	53
Comparación de diferentes técnicas de Cultivo.....	54
Sustentabilidad Ambiental.....	55
Requerimientos Legales.....	56
<b>Conclusión</b> .....	57
<b>Bibliografía</b> .....	59



LISTA DE FIGURAS PAGINA

**Capítulo 1**

Figura 1: Macrolocalización del Sistema Lagunar Carmen-Pajonal-Machona..... 24

Figura 2: Corrientes del Sistema Lagunar Carmen-Pajonal-Machona.....28

Figura 3: Canastas australianas instaladas en líneas suspendidas.....30

Figura 4: Diagrama de la instalación de las canastas australianas.....30

Figura 5: Instalación de postes.....31

Figura 6: instalación de cuatro líneas de 135m.....31

Figura 7: Instalación de postes con una distancia cada 3 metros.....31

Figura 8: Instalación de Clips para cada poste.....31

Figura 9: Obtención de semilla de Laboratorio.....32

Figura 10: Sistema de Pre-engorda.....32

Figura 11: Monitoreo de Parámetros Físicoquímicos.....32

Figura 12: Colocación de Semillas en luz de malla.....33

Figura 13 Colocación en Canastas Australianas.....33

Figura 14: Canastas Australianas en estantes.....33

**Capítulo 2**

Figura 1: Microlocalización del sistema lagunar Carmen, Pajonal, Machona, Cárdenas, Tabasco..... 41

Figura 2: Detalles en vista lateral de una granja de engorda de ostión con el sistema denominado "Pilotes y Sartas".....42

Figura 3: Isométrico de una granja de engorda de ostión con el sistema denominado "Pilotes y Sartas".....43



Figura 4: Collar, anillo o aro y la sarta tipo japonés para el cultivo de ostión.....	43
Figura 5: Granja de engorda de ostión con el sistema denominado "Pilotes y Sartas" en la Laguna Carmen.....	45
Figura 6: Sarta tipo japonés con ostión de cosecha.....	48
Figura 7: Anillo o aro con ostión de cosecha.....	48
Figura 8: Diagrama de flujo desde la obtención de las semillas hasta la cosecha..	48
Figura 9: Canastas australianas instaladas en líneas suspendidas.....	49
Figura 10: Diagrama de la instalación de las canastas australianas.....	49
Figura 11: Instalación de postes, líneas y canastas.....	50
Figura 12: Canastas Australianas en estantes.....	50
Tabla 1: Tipos y Descripción de Long Line y las canastas.....	51
Tabla 2: Análisis del cultivo de ostión en módulos de canastas australianas.....	52
Tabla 3: Relación de granjas de ostión americano <i>Crassostrea virginica</i> cultivado en el sistema Pilote y Sartas en las lagunas Carmen-Pajonal-Machona, Cárdenas, Tabasco.....	53
Tabla 4: Comparación de diferentes técnicas de cultivo.....	54



## I.- INTRODUCCIÓN

La producción mundial de ostión sumada la pesca y acuicultura, se mantiene fluctuando en los últimos 10 años entre las 4.5 y 5 Mt anuales, en gran medida por la alta producción de China (con más de 3.7 Mt). Es importante destacar que en esta producción la especie de ostión japonés *Crassostrea gigas* representa más del 93.00%, el ostión americano casi el 5% (con un volumen promedio anual de 225 mil toneladas), y la diferencia con la suma de otras especies de menor importancia. En la producción mundial de ostión americano *Crassostrea virginica* es EUA quien destaca con una participación del 75%, México el segundo lugar con 20.8% y en tercer sitio Canadá con 4.1%. En lo que respecta específicamente a la producción por acuicultura el ostión americano *Crassostrea virginica* en el periodo de los años 2007 al 2016 pasó de 95,583 a 118,362 toneladas manteniendo un promedio de casi 100 mil toneladas anuales, en donde EUA aporta más del 95.0%, Canadá más del 4.0% y México menos del 1.0%.

En México los cultivos ostrícolas son unas de las principales actividades acuícolas de mayor importancia económica (Cabrera, 1993) por su condición biológica al ser filtrador; el ostión del golfo perteneciente a la familia Ostreidae unos de los recursos más importantes a nivel comercial. Su distribución abarca desde el golfo de San Lorenzo hasta el Caribe, generalmente habitan en las zonas tropicales y templadas. Es una especie característica de aguas salobres, someras, protegidas, sin azolvamiento continuo, presente en sistemas lagunares y esteros, formando parte de la epifauna cementante, generalmente a salinidades de 10 a 32 UPS (unidades prácticas de salinidad) y temperaturas de 18° C a 27° C (Aldana et al., 2004).

De acuerdo con el Anuario de Estadísticas de Pesca y Acuicultura de la FAO correspondiente al año 2017, México ocupa el lugar 22 en la producción por acuicultura mundial con 243,283 toneladas. Aunque el Anuario Estadístico de Pesca y Acuicultura 2017 de la Comisión Nacional de Pesca y Acuicultura (CONAPESCA) informa una producción de 399,413 toneladas de producción total por acuicultura.





La información contenida en el Anuario Estadístico 2017 de la CONAPESCA, de las 54,964 toneladas de producción de ostión nacional al litoral del Golfo de México corresponde el 71.50% aprovechando la especie ostión americano *Crassostrea virginica*, esta explotación se registra principalmente en los estados de Veracruz 42.06%, Tabasco 24.84% y Tamaulipas con 4.59%. El estado de Tabasco cuenta con 4 lagunas costeras importantes (Carmen-Pajonal-Machona, Mecoacán, Tupilco y Redonda) en donde la explotación del ostión *C. virginica* constituye la actividad primordial, esto hace que sea la especie más estudiada en estos sistemas (De Lara, 1972; Iracheta, 1975).

La producción en México de ostras se basa principalmente en dos especies: *Crassostrea virginica* (ostión americano) y *Crassostrea gigas* (ostión gigante), la cual el primer recurso se distribuye naturalmente en las lagunas costeras del Golfo de México, y es considerada la especie más importante por su captura tiene una producción total del 90% de ostras en México. Procedentes de los principales estados con mayor producción en México: Tamaulipas, Veracruz, Tabasco y por último Campeche; La siguiente especie *Crassostrea gigas* (ostión gigante), originaria de Japón que se ha introducido en el Océano Pacífico en sus lagunas costeras de México, y la cual representa un total del 10% de la producción nacional de ostras en México (Rodríguez, 1986; Gómez, 1977).

Los estados con mayor producción de ostras de *C. virginica* en México están ordenados de acuerdo a sus lagunas costeras: El estado líder en producción de ostras es Veracruz, que abarca 116,600 hectáreas, de las cuales se destaca la importancia de las ostras en las lagunas de Tampamachoco y Tamiahua; Tabasco es el segundo productor, que cuenta con alrededor de 29,800 hectáreas de lagunas, donde los principales ecosistemas son Mecoacan y Carmen Pajonal Machona. Tamaulipas ocupa el tercer lugar en producción de ostras, con 231,200 hectáreas de lagunas costeras las cuales se destacan San Andrés y Laguna Madre los más importante. Por último, en cuarto lugar, en producción de ostras es Campeche con alrededor de 5,000 hectáreas de lagunas costera, Laguna de Atasta y Pom siendo los más importantes (Contreras, 2010).



El litoral costero del Golfo de México se extiende desde Tamaulipas hasta Yucatán con una longitud total de 1910 km, mientras que las lagunas costeras abarcan un área de aproximadamente 5.767 km<sup>2</sup> (Contreras y Castañeda, 2004). Las lagunas costeras son una fuente importante para los recursos acuáticos de importancia comercial y fuente de ingreso para las comunidades regionales. De los grupos taxonómicos existentes en estos cuerpos de agua, los bivalvos representan una parte importante.

El sistema lagunar Carmen-Pajonal-Machona se encuentra ubicado y comprende los municipios de Cárdenas, Paraíso y Comalcalco, dichas lagunas cuentan con condiciones ambientales convenientes para el desarrollo del cultivo de organismos de ambientes salobres y filtradores, dado que existe una variabilidad en la salinidad y presenta corrientes moderadas, asimismo, se reportan menores concentraciones de coliformes totales y fecales (INAPESCA, 2013). Estos sitios brindan refugios a diversos organismos acuáticos tanto marinos como estuarinos (Ramírez, 2009). En Tabasco los cultivos extensivos para la repoblación de bancos silvestres, han sido uno de los aportes económicos más importantes de apoyo a la pesquería del ostión americano, sin embargo, posteriormente al año 2005 se han abandonado por diversos motivos, si bien los trabajos realizados no contaban con tecnologías innovadoras y sin embargo los resultados eran efectivos y de gran importancia pues elevaban y mantenían los niveles productivos del recurso.

El problema que ha detenido la producción de la acuicultura de los ostiones en México, es por causas de falta de organizaciones sociales, los cuerpos lagunares se han visto afectados por la contaminación asimismo no se cuenta con departamentos investigaciones para el desarrollo de los cultivos bivalvos para los productores locales. Esto ha ocasionado que los productores incrementen el costo de *Crassostrea virginica*, al ser organismos con alta demanda, pero la escases no es favorable para los productores (Maeda-Martínez 2008). Las larvas de bivalvos están sujetas a factores que afectan su crecimiento y su etapa de desarrollo y su supervivencia de las larvas cultivadas en tanto a su variabilidad de temperatura, (Helm, mm , Nacido, N; Lovatelli, A. 2006).



En Tabasco, la producción y engorda de ostión por mucho tiempo se han basado en el sistema pilotes y anillos o sartas tipo japonés, técnica que fue operada convenientemente, no obstante, que esta técnica tiene ciertas limitaciones en su aplicación como es: la necesidad de profundidad promedio, tipo de constitución del fondo, su condición de fijo o inmovilidad y que se abastecían de semilla del medio natural; en particular este último limitante para la captación efectiva de larvas se contaban con el apoyo de los estudios básicos (monitoreo de parámetros físico-químicos, madurez gonadal, muestreos de plancton, estudio de estadios larvarios y colectores testigos) que permitían determinar con mucha exactitud el periodo en que deben ser introducidos a las granjas de fijación los colectores para obtener resultados positivos.

No obstante, estas actividades que realizaba el gobierno federal se abandonó a mediados de los años 90', lo que actualmente complica y hace poco efectivos los trabajos de captación de semillas del medio natural, sobre todo por el amplio movimiento de los periodos de reproducción que se observan año con año, otro inconveniente que tiene el emplear semillas del medio natural, resulta ser, que no se pueden programar los ciclos de producción y se limita a los ciclos de desove masivo, siendo que para las poblaciones naturales del molusco distribuidos dentro de los sistemas estuarinos de Tabasco se presentan, (marzo-abril y octubre-noviembre) pero sólo el segundo resulta importante para realizar una captación efectiva. Lo que puede ocasionar que no se carguen las granjas y se pierdan un ciclo productivo que normalmente es de un año.

Por otro lado, es indispensable hacer estudios y realizar el cambio sobre las técnicas de cultivo ostrícola actuales y/o mejorarlas, para que de este modo los organismos juveniles, tanto de reproducción como para engorda, sean de la talla, peso y calidad que el mercado de bivalvos demanda.



## II.- ANTECEDENTES

Iracheta (1977), realizó un importante trabajo con *Crassostrea virginica* en la laguna Mecoacán, en el Estado de Tabasco, con la finalidad de determinar el comportamiento de la madurez gonadal, abundancia larvaria y la fijación de larvas mediante colectores tipo sarta, señaló que en el ecosistema se presentaron dos épocas de abundancia larvaria y fijación; señaló que se presentaban porcentajes superiores al 50 % de organismos en fase IV (previos al desove) durante dos épocas del año; la abundancia de larvas la reportó con valores máximos en abril y agosto con 39 y 22 larvas/ml respectivamente, y que la fijación se realizaba masivamente en julio con valores de 150 a 450 ostrillas fijadas/colector y en agosto-septiembre-octubre con fijaciones de 3500 ostrillas/colector. Aunque estos valores son importantes porque constituyen los primeros reportes sobre este aspecto en la laguna Mecoacán, el mismo autor critica la metodología utilizada porque careció de una frecuencia adecuada.

En el litoral tabasqueño se localizan las lagunas costeras de Mecoacán, con 5,168 Has.; el sistema lagunar Carmen – Machona, con 7,375 Has.; y el sistema lagunar Tupilco – Redonda, con 590 Has. ; dichas lagunas presentan características estuarinas, en cuyos fondos se asientan poblaciones ostrícolas en bancos naturales, los cuales representan un recurso de gran importancia socioeconómica para la región y el Estado , principalmente para las comunidades de pescadores que se asientan en las márgenes de dichas lagunas los cuales lo constituyen cerca de 2000 familias (Garrido, 1978).

El Gobierno del Estado de Tabasco, inició en 1975 en las lagunas Carmen- Pajonal-Machona y Mecoacán, trabajos de investigación con la finalidad de atender el problema de la disminución de la producción del ostión, y promovió los trabajos de captura de larvas en colectores de concha de ostión tipo sarta; para complementar estos estudios se necesitó la concha, por lo que fue necesario que se obligara al pescador a desconchar el ostión en las cooperativas y que lo comercializara en



pulpa, el método fue aceptado y como consecuencia de ello a finales de 1978 y principios de 1979 se lograron captar 443 millones de larvas de ostión para repoblar bancos ostrícolas con semillas de 2 a 3 cm, efectos que se observaron al año siguiente (1979) pasando de una producción de 8,876 TM a 11,036 en 1980 (Tello, 1988).

La demanda del mercado estadounidense de moluscos bivalvos sigue creciendo. En el año 2005, EUA fue el mayor importador de moluscos bivalvos, representando el 18,9% del valor total de las importaciones de moluscos, alcanzando los \$ 395 millones de dólares (Lovatelli et al. 2008).

Con respecto al funcionamiento de la pesquería de ostras, se puede observar que muchos aspectos diferentes se realizan de forma artesanal, provocando la falta de sanidad en los procesamientos y asimismo pasar por alto la reglamentación establecida de la conapesca para el recurso ostrícola (Garrido et al., 2007), si bien la falta de desarrollo de semicultivos han conducido a la disminución de los recursos.

Los trabajos en la acuicultura a través de semicultivo (recolección de larvas y liberación en bancos de cultivo) llevado a cabo a fines de la década de 1970 fue necesario para mantener e incrementar el volumen de producción de *C. virginica*. En las lagunas costeras en México, si bien en el año 2000 hasta la actualidad, los cultivos de repoblación últimamente han sido olvidados en varios estados del país en las diferentes lagunas costeras (SEPESCA, 1988).

En el 2011, se realizó el proyecto 95477, Plan de Investigación para el cultivo de ostión, con el apoyo del FONCICYT. Dentro de este proyecto resalta la problemática identificada en la producción inconsistente de semillas y las tecnologías de engorda deficientes; recomendado para esta última seguir evaluando las alternativas tecnológicas para los sistemas de engorda en campo (CONACYT, 2011).





*Crassostrea virginica* es una especie clave y ha sido el foco de los esfuerzos de conservación y restauración porque las poblaciones de ostras han disminuido en todo el mundo, y también lo han hecho los servicios ecosistémicos que brindan, incluida la mejora de la calidad del agua costera a través de la filtración y la creación de arrecifes complejos que representan hábitats clave para numerosos peces, invertebrados y especies de aves. El momento de la reproducción de los ostiones coincide con períodos de pH bajo en los estuarios. Aunque el éxito de la reproducción es fundamental para la sostenibilidad de las poblaciones, el efecto de la acidificación de los océanos en la capacidad reproductiva (es decir, el éxito de la gametogénesis y la fertilización) no se ha investigado en esta especie ni en ninguna especie de bivalvo (Boulais et al., 2017).

Los desarrollos de los ostiones fueron supervisados en dos métodos de cultivo suspendidos (Long line y balsa) y diferentes tipos de cesta, se seleccionaron semillas de un mes de edad con una longitud de 30 mm con una máxima de 7mm de la concha, que fueron colectadas de acuerdo a la metodología de (Buitrago y Alvarado, 2005). La FAO (2005) señala que la principal desventaja de utilizar el método de cultivo en suspensión para las ostras es que las unidades de cultivo resultantes tienden a interactuar con las corrientes, provocando un aumento de aglomeración de los organismo.

En México, se utilizan tanto el cultivo en suspensión como en el fondo, y uno de los métodos más populares adoptados en la parte noroeste de México es el método de cultivo colgante donde se utilizan cestas de ostras tipo Nestier. (Diarte, 2007). Los cultivos long-line son mayormente utilizados por la acuicultura por ser un método de cultivo con resultados de buen desarrollo productivo y de manera eficiente (Sala & Luchetti, 2008). Márquez et al., (2011), evaluaron el crecimiento y supervivencia de ***Pinctada imbricata*** en cilindros de PVC, cilindros de malla plástica, cestas abiertas y cestas cerradas, suspendidos en un Long line a una profundidad de 1,5 m de profundidad; en la Bahía de Mochima, estado de Sucre, Venezuela, durante siete meses. Posteriormente, se sembraron en cuatro diferentes elementos de



confinamiento. Obteniendo como resultado en tallas y biomasa final fueron:  $32,5 \pm 0,41$  mm y  $3,3 \pm 0,18$  g para las cestas cerradas,  $34,0 \pm 0,52$  mm y  $3,6 \pm 0,15$  g para las cestas abiertas,  $32,8 \pm 1,41$  mm y  $4,2 \pm 0,21$  g para los cilindros de PVC y para los cilindros de malla plástica  $31,9 \pm 0,10$  mm y  $4,1 \pm 0,33$  g, los promedios mensuales de supervivencia fueron mayores a 80

Este sistema de cultivo long-line consiste en el tendido de líneas madre de polipropileno de 1.57 cm de diámetro y aproximadamente 200 m de largo, suspendidas a partir barriles de plástico con capacidad de 200 L, los cuales son utilizados como boyas. Los extremos de la línea se anclan al fondo del mar mediante anclas de metal de 0.8 a 1.2 ton. La línea madre se coloca sumergida a 5 m de la superficie y a partir de ella quedan suspendidas las cuerdas de cultivo de 3 - 6 m (Cáceres-Martínez, 1997; Tapia-Vázquez et al. 2013).

Se consideró que para el sistema long-line en la zona intermareal, se requiere de una base sólida, estar protegido contra la influencia del oleaje, en el cultivo submareal, las causas principales es la depredación, el sustrato y el desarrollo de su crecimiento. (ISA 2006).

Unas de las razones principales de los ostiones son muy sensibles a los movimientos, ya que en presencia de agitación se sienten amenazados, cerrando sus valvas y cesando su alimentación. Una solución a esto es posicionar a las unidades de cultivo y a los flotadores a una mayor profundidad para que no se vean afectados por la acción de las olas y las corrientes (Pereira, 1995). Donde los efectos se ven minimizados en el ambiente del cultivo (Loland, 1991).

En el estado de Tabasco para el cultivo de ostión americano *Crassostrea virginica* se han probado durante los últimos 30 años las mismas tecnologías que son empleadas en la Región del Pacífico para el cultivo del ostión japonés *Crassostrea gigas* (canastas, camas, estantes, pochones, balsas, Etc.)



### III.- OBJETIVOS

#### 3.1.- General:

Implementar una nueva técnica de cultivo para mejorar la producción del ostión del Golfo (*Crassostrea virginica*) en un sistema lagunar Carmen-Pajonal-Machona, Tabasco, a través de cajas australianas.

#### 3.2.- Específicos:

- Diseñar e implementar las cajas australianas en Paraíso, Tabasco.
- Determinar parámetros físicos y químicos del agua, en las áreas de cultivo.
- Analizar la tasa de crecimiento de juveniles y adultos para reproducción y engorda de *Crassostrea virginica*.



#### IV.- JUSTIFICACIÓN

La pesca en México es una fuente importante de alimento proteico siendo una actividad predominantemente extractiva. En el estado de Tabasco constituye una actividad generadora de ingresos para un gran número de familias. También se tiene conocimiento que en nuestro país los bancos ostrícolas han sido objeto de una sobre explotación la cual trae consigo un decremento en la población ostrícola natural y esto conlleva a una disminución de los organismos de talla comercial por bancos.

El ostión constituye uno de los mejores alimentos balanceados, proporcionándonos vitaminas A, B, C y D; así como fosfatos, cloruros, sales de magnesio, compuestos glicero fosfóricos, carbohidratos y proteínas en cantidades considerables y de fácil digestión ya que en comparación con la carne de res que tiene proteína digerible en un 63%, la del ostión es un 100%; es importante además, por su alto contenido en Yodo, por lo que se le considera de valor inapreciable en el tratamiento de ciertas enfermedades, ocasionadas por deficiencias alimenticias, como las tiroideas y anemias (Sevilla 1959).

La producción de los moluscos bivalvos como en particular *Crassostrea*, al ser una especie con bajo costo y de manera adaptable para su desarrollo en cuerpos de agua tales como estuarinas y costas. Para la práctica de cultivo de ostiones, no se necesita una instalación costosa ni una dieta equilibrada, ya que estas especies se alimentan de manera de filtración. Asimismo, se considera que esta actividad no tiene problemática para el medio ambiente. El desarrollo ostrícola posee un 97,6% de la producción de ostras de cultivo proviene de las regiones de la Costa del Golfo y el Caribe, el 2,4% proviene de la Costa del Pacífico. El cultivo de ostras en el Golfo es uno de los contribuyentes económicos más importantes de Tabasco, especialmente en Paraíso. Sin embargo, por una variedad de razones, el negocio renovable en apoyo de la pesca de ostras del Golfo se ha quedado incompleto, pero es importante señalar que, si bien esto no se ha logrado mediante la innovación tecnológica, las ventajas obtenidas son de gran importancia ya que plantean y mantener el nivel de producción del recurso.



## V.-AREA DE ESTUDIO

### 5.1 Descripción física del sistema Lagunar Carmen-Pajonal-Machona y su relevancia para la obtención de ostiones:

Tabasco es uno de los 32 estados que integran en la República Mexicana. Tiene una extensión desde la planicie costera del Golfo de México hasta el norte de Chiapas. Sus coordenadas geográficas se encuentran entre las latitudes 18 ° 39 '(N) y 17 ° 15' (S) N, y entre las longitudes 91 ° 00 '(E) y 94 ° 07' (W).

Cárdenas unos de los municipios del estado de Tabasco, ubicado en el sureste de México; Está ubicado en la mitad occidental del meridiano de Greenwich. Su coordenada geográfica del municipio de Cárdenas se encuentra situado entre los meridianos 93°17' W, frente al Río Veracruz-Llave y 94° 07' W en el extremo este, tocando Paraíso, Comalcalco y Cunduacán; así como entre los paralelos 18° 25' N al norte, límite con el Golfo de México y 17° 56' N al sur, con el municipio de Huimanguillo y el estado de Chiapas. La extensión territorial del municipio es de 2,119.5 km<sup>2</sup>, lo cual representa el 8.3% de la zona de Tabasco.

Los deltas de los ríos Mezcalapa y Grijalva son una región costera madura y con un relieve suave, con crestas pequeñas de hasta 5. m sobre el nivel del mar, las cuales fueron formados por sedimentos de la Edad de Hielo y por los lagos aluviales cercanos a este. Según Psuty (1966), el cuanto a su longitud aproximado del delta es de 200 mills (unos 320 km). Asimismo, el río Mezcalapa erosionó rocas magmáticas y sedimentarias de la era Cenozoica (Carta Geológica de la República Mexicana, 1976; De Cserna, 1958).





Los sistemas lagunares, Carmen, Pajonal y La Machona se ubican en el extremo occidental de la planicie costera del estado de Tabasco, con 35 km al este del río Tonalá, sus coordenadas son 18 ° 15 y 18 ° 30 Latitud N y con Longitud de 93 ° 53° W (figura 2). Su ubicación geográfica incluye la parte noroeste del río Mezcalapa, un área descrita por Psuty (1966), Tanner y Stapor (1971) y Tom (1967) y Raisz (1959) Correspondiente a la unidad geológica nombrada por Álvarez en (1962) Cuenca Salina del istmo y a la tercera unidad tectónica morfológica, propuesta por Carranza Edwards, Gutiérrez Estrada y Rodríguez Torres (1975).

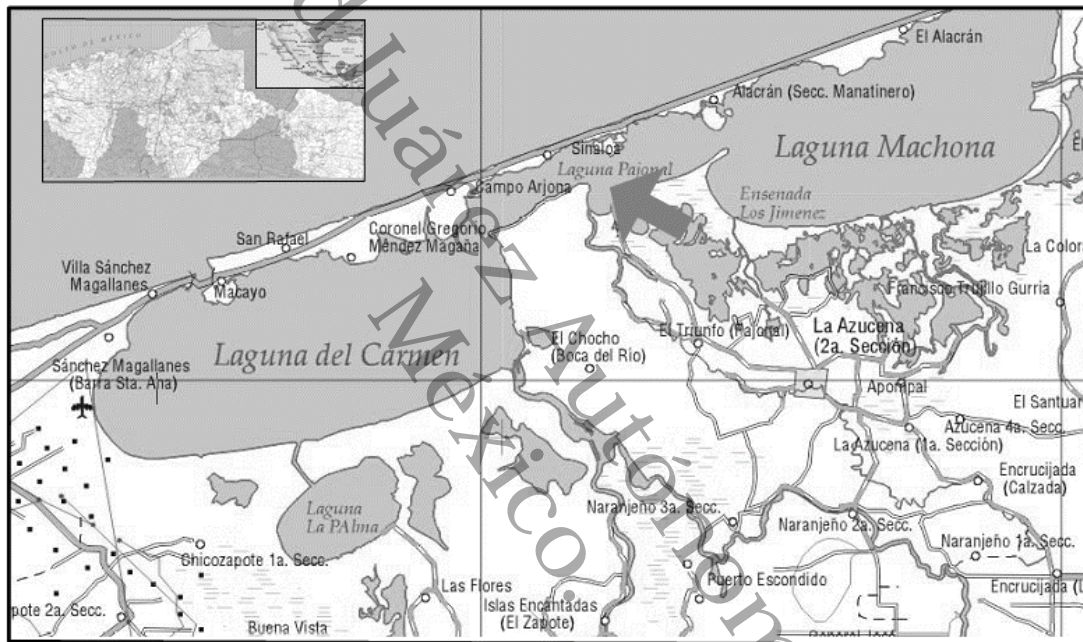


Figura 1. Macrolocalización del Sistema Lagunar Carmen-Pajonal-Machona (Lab. Pesquería UJAT, 2016)

Los cuerpos de agua, Carmen, Pajonal y La Machona están divididos por una berrera costera del Golfo de México. Cuenta con una extensión de 35 km de largo, 300-1000 m de ancho y con una altura de 2-3 m, el sistema lagunar consta con líneas de playa parcialmente cubiertas por grandes dunas de arena y manglares. Las lagunas están conectadas con el Golfo de México a través de dos desembocaduras hacia el mar. El primero en el lado noroeste de la laguna el Carmen que es de forma natural y tiene un ancho de 400 metros; La segunda zona, en el lado noreste de la laguna la Machona, que es de forma artificial y tiene un ancho promedio de 550 m (Fig. 1).



### 5.1.1 CARACTERÍSTICAS GEOGRÁFICAS

En Cárdenas, en determinadas épocas del año, el agua cubrirá por completo el terreno, como el área de Tular o el terreno cercano a los manglares. Por el contrario, se han encontrado algunos bosques densos con una altura de más de 40 m en áreas donde la precipitación anual supera los 3.000 mm. Entre estos extremos, hay varias comunidades arbustivas, como palmerales y selvas, con diversos grados de muerte de las hojas, etc. (Gutiérrez-Estrada y Galaviz, 1983).

En esta zona tiene un clima húmedo con lluvias en verano (García, 1964) La temperatura promedio anual es de 26°C y con un índice pluvial de 1 500mm/año Los vientos dominantes proceden del noreste o del suroeste con velocidades de 5 a 8km/h; mientras, los siguientes meses invernales tienen perturbaciones meteorológicas que provocan fuertes lluvias y disminución de la temperatura y su vaporización anual es de 1600mm y su deslizamiento promedio es de 300 mm con superiores en octubre y mínimos en abril (Servicio Meteorológico Nacional, 1970).

El abastecimiento de agua dulce a las lagunas está restringido principalmente por la época de lluvias y por las costas de los ríos San Felipe o Nuevo y Santa Ana que drenan su cauce, el primero en el extremo noroeste de la Laguna El Carmen y, el segundo, NE de la Laguna La Machona. Se desconoce el volumen de agua dulce que fluye hacia las lagunas.

Flora: La vegetación que rodea la laguna es típica del trópico lluvioso y se describe por bosques de mangle tropical, con mangle negro (*Avicennia germinans*) y mangle rojo (*Rizophora mangle*), de hasta 4 m de altura, extendiéndose hacia los ríos y lagunas adyacentes.; la distribución de este tipo de vegetación está determinada por la influencia de la marea (Phleger y Ayala-Castañares, 1971).



**Transparencia del agua:** La visibilidad hídrica permisible en los esteros de Santa Ana y Panteones, su transparencia tuvo de hasta 2,20 metro en marea y de reflujos de 1,50 a 1,80 m. La visibilidad en los lagos fue de 0,20 m. La baja transparencia se asocia con la entrada de agua del río, los altos niveles de materia en suspensión y la eliminación de sedimentos finos del lecho de la laguna (Gutiérrez-Estrada y Galaviz, 1983).

**Corrientes lagunares:** La corriente y la dirección del flujo corresponden a la corriente de las mareas y al régimen del viento. Su rango de contraste es de 0 a 200 cm / seg. Las velocidades más altas se presentaron en la desembocadura de Santa Anna y Panteones durante la marea baja, en temporadas de tormentas el flujo del agua que ingresa a la laguna fluye a una velocidad de hasta 150 cm / seg. (Gutiérrez-Estrada y Galaviz, 1983).

**Temperatura:** Su registro fue de temperaturas cálidas con un valor promedio de 30 ° C; La temperatura en la desembocadura de la laguna varía de 25 ° C, en el flujo de la línea, a 33 ° C, en el rebote. El desagüe superficial se registraron aguas cálidas entre 29 y 33 ° C a la parte sur de la laguna. Los procesos de luz solar y mezcla hicieron que la temperatura del agua en las áreas lacustres sin la influencia del río o el mar se elevara a 27 a 32 grados centígrados (Gutiérrez-Estrada y Galaviz, 1983).

**Salinidad:** La salinidad promedio del agua se determinó en la laguna y se oscilaron entre 6 y 37,8 ‰. En cuanto a las dos desembocaduras de Santa Anna y Pantones se determinaron salinidades de 34 y 35 ‰ que corresponde a la escorrentía observada. En cuanto a la marea baja, los valores fueron de 34 y 37,8 ‰ de salinidad. La influencia de entrada de agua de río a la laguna la salinidad promedio fue de 6 y 10‰ (Gutiérrez-Estrada y Galaviz, 1983).

**Marea:** Las mareas de las desembocaduras de Santa Anna y los Panteones, su rango de diferencia notable es de 5 a 70 cm, las amplitudes de las mareas se ven



afectadas por el viento y los valores máximos se registran en las desembocaduras de la laguna (Gutiérrez-Estrada y Galaviz, 1983).

**Oxígeno disuelto:** El oxígeno disuelto varío de 4 a 19 partes por millón. El valor máximo se encuentra en las áreas de la laguna con influencia de agua de río y el valor mínimo se determina en las desembocaduras de la laguna. En el centro de la laguna, el oxígeno disuelto varía de 5 a 8 partes por millón (Gutiérrez-Estrada y Galaviz, 1983).

**Oleaje:** El oleaje provocadas por los vientos vespertinos predominantes del noreste y sureste son de corta duración de 3 segundos, y tienen una altura máxima de 0,80 metros. El oleaje domina al oeste y el suroeste de la laguna y promueve la misma dirección de transporte de sedimentos finos en el fondo de la laguna (Gutiérrez-Estrada y Galaviz, 1983).

**Corrientes costeras:** La velocidad de la corriente y su dirección se estableció hacia el noreste desde las dos entradas de la laguna, y su velocidad varia de 0 a 150 cm / seg. Con movimientos de 300 cm / seg. Su velocidad promedio es de 25 cm / seg. Las corrientes más altas corresponden a la frecuencia de tormentas comunes en el Golfo de México que se caracterizan por los meses de invierno. Se ha determinado que su velocidad de la corriente costera tiende a aumentar cuando la condición de la marea coincide con el flujo de los ríos, a disminuir durante el reflujos hasta que a veces se cancela en la siguiente marea baja. Esta función se mantiene hasta 30 minutos (Gutiérrez-Estrada y Galaviz, 1983).

**Medición de profundidad:** Las lagunas son poco profundos, con una profundidad media al nivel del mar de 0,90 m, con un máximo de 10,0 m en la desembocadura de Panteones. El fondo de la laguna es principalmente plano, y sus rasgos geomorfológicos con diferentes características como son: canales naturales de marea sin desarrollo ubicados dentro de las desembocaduras de la laguna, asimismo los cultivos de criaderos de ostión (Gutiérrez-Estrada y Galaviz, 1983).



### 5.1.2.- Condiciones hidrológicas

Las condiciones hidrológicas de las lagunas Carmen, Pajonal y la Machona están ubicadas en la zona hidrológica del río Grijalva y Usumacinta, (CONAGUA, 2011), las cuencas Carmen y Machona, Se ubican en la planicie costera del estado de Tabasco, entre las latitudes  $18^{\circ} 14$  y  $18^{\circ} 18$  N y las longitudes  $93^{\circ} 45$  y  $93^{\circ} 53$  W. Las cuales cuentan una extensión de 186 km<sup>2</sup>, están separadas del Golfo de México por un tramo de arena de 37 km de largo y de 100 a 300 metro de ancho, asimismo se describe como una laguna de forma elongada considera un remanente de un largo lago paralelo a la costa (Fig. 2).

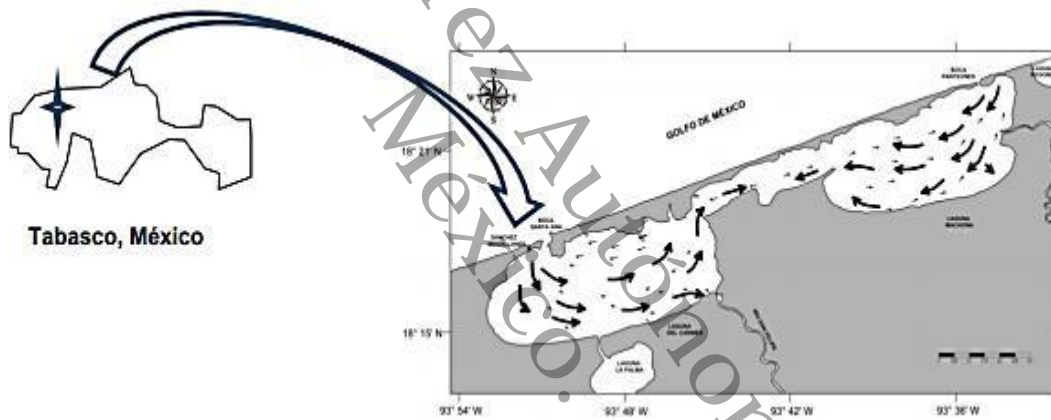


Figura 2. Corrientes del Sistema Lagunar Carmen-Pajonal-Machona (CONAGUA, 2011)

**Población vecina:** Los sistemas lagunares, Carmen, pajonal y la Machona se encuentran ubicados en el municipio de Cárdenas del estado de Tabasco, las cuales son colindan con los municipios vecinos de Cunduacán y Huimanguillo. Unos de los principales poblados vecinos de las lagunas son: Pedro Sánchez Magallanes, Ejido Sinaloa 1ra. Sección, Ejido Sinaloa 2da, Ejido Sinaloa 3ra, Villa Andrés Sánchez Magallanes, Ejido San Rafael, ejido Coronel Gregorio Méndez Magaña y por ultimo Boca del Río.





### 5.1.3.- Parámetros Físicoquímicos

El cuerpo lagunar Carmen, Pajonal y la Machona sus factores Físicoquímicas varían de acuerdo a las estaciones del año y uno de ellos es al período de nortes y al nivel bajo de la laguna, así como con la contribución de los ríos, el clima y los regímenes de la marea por la desembocadura de este sistema (Gutiérrez-Estrada y Galaviz, 1983).

**Temperatura:** La temperatura fluctuó entre los 19.5 ° C y con un promedio máximo de 33.5°C y con una temperatura media de 21-29 °C, en épocas de norte. Carmen registró las temperaturas superiores a 28 ° C, asimismo durante en temporadas de secas la laguna aumenta su temperatura arriba de los 28 ° C.



**Salinidad:** Con una oscilación de 6 Unidades Porcentuales de salinidad y con un máximo de 37.8 ups Y con un Promedio de 11-25 ups y de 33 – 36 ups, el rango de salinidad sigue siendo una constante en estos sistemas lagunar La Machona y Pajonal excepto la laguna el Carmen.



**Oxígeno disuelto:** Se describió que el oxígeno oscila con una mínima de 5 mg y con un máximo de 10.5 mg, el rango se mantiene constante en las lagunas La Machona y el Pajonal excepto la Laguna el Carmen.



**pH:** Se presentó un pH mino de 6 y con máximo de 8.4 y en cuanto a la clorofila con una mínima 0.6, alcanzando un máximo de 1.1388.



## VI.-METODOLOGÍA

La tecnología de cultivo contempla la evaluación en granjas ostrícolas del sistema de canastas y líneas ajustables, este sistema. Las empresas Seapa y Hexcyl, con sede en Adelaide y Ceduna, Australia del Sur, desarrollan esta tecnología, con certificación según la norma AS / NZS ISO 9001: 2008. Las canastas son de copolímero de poli-propileno estabilizado por UV para soportar los rigores del medio marino. Las canastas con luz de malla de 3 y 6 mm tienen un volumen de 15 l y las de mallas 12 y 20 mm de 25 l de capacidad. Los postes de fijación, se instalan en marea baja y se entierran aproximadamente a 1.5 m de profundidad con la ayuda de una motobomba. A éstos va unida la línea dinámica donde se cuelgan canastas. 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 (Fig. 3).



Figura 3.- Canastas australianas instaladas en líneas suspendidas (Universidad de Sonora, 2013)

Los postes intermedios serán de PVC hidráulico cédula 40 de 2" de diámetro, con longitudes de 3 m. Los postes tensores serán de mismo material, con diámetro de 4". De acuerdo a la zona, se podrá utilizar los pilotes de concreto instalados en el cultivo con sartas. En cada poste se instalarán 3 clips a diferente altura para las variaciones de altura de la línea (Fig. 4).

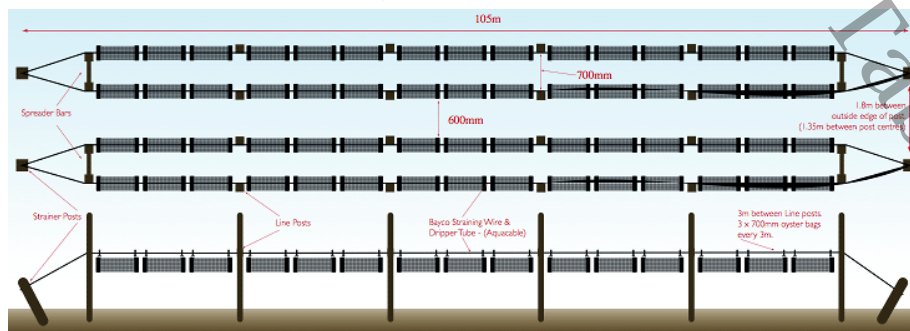


Figura 4.- Diagrama de la instalación de las canastas australianas.



Para el proceso de pre-engorda del ostión, se ocuparon sistemas de surgencia denominado (FLUPSY, por sus siglas en ingles), para tallas iniciales de la semilla proveniente de laboratorio (4 a 5 mm), hasta a 12 mmm. Al mismo tiempo se utilizó un sistema de recirculación en tierra, para comparar el crecimiento de los organismos en los diferentes sistemas.

En cada sitio se instalaron postes (Fig. 5) con cuatro líneas de 135 m (Fig. 6), con postes separados a cada 3 metros (Fig. 7), en cada poste se le instalaron tres clips para cada poste, para subir o bajar las líneas, de acuerdo al nivel de estas fueron instaladas mediante un sistema de líneas largas ajustables, sostenidas con postes de fijación que permiten ajustar la altura de las canastas para evitar tocar el fondo y evitar la acumulación de sedimento y entrada de depredadores (Fig. 8).



Figura 5: Instalación de postes



Figura 6: Instalación de cuatro líneas de 135m



Figura 7: Instalación de postes cada 3 metros

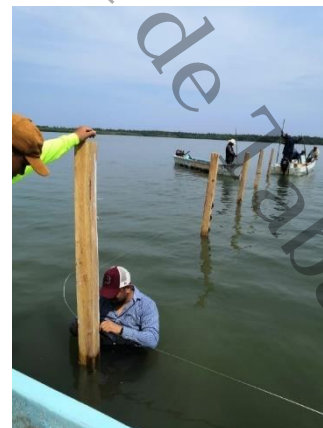


Figura 8: Instalación de Clips para cada poste.



La semilla se adquirió de los laboratorios de producción de semillas (Fig. 9). De igual manera se mantuvo contenida en una hielera, envuelta en un lienzo húmedo a una temperatura entre los 5 y 8 °C utilizando blue-ice; al inicio de la aclimatación, se abrió la hielera bajo la sombra y se dejó unos minutos mientras alcanza la temperatura ambiental. A la par se preparó una cubeta con agua donde serán introducidas.



Figura 9: Obtención de semilla de Laboratorio

Se introdujo el lienzo con las semillas durante un corto tiempo. Una vez igualadas las temperaturas se abrió el paquete dejando libres las semillas en el agua, se agito con una vara o tubo y una vez que se observó el movimiento de las mismas, se distribuyo por toda la superficie de la cubeta. La semilla permaneció en el sistema de pre engorda durante 30 días periodo durante el cual se realizó cada 15 días, el monitoreo de crecimiento y separación de tallas (Fig. 10), Se efectuó una vez al día el monitoreo de parámetros fisicoquímicos del agua como son: temperatura, salinidad, pH, oxígeno disuelto, nitrógeno amoniacal total, nitritos, nitratos y sólidos suspendidos totales (Fig. 11).



Figura 10: Sistema de Pre-engorda



Figura 11: Monitoreo de Parámetros Fisicoquímicos





Una vez que la semilla alcanzo una talla de 12 mm, se colocó en las canastas de 3 mm de luz de malla, a una densidad de 6 mil semillas por canasta (Fig. 12). De acuerdo al crecimiento de las ostras, se realizó desdobles, ocupando las demás canastas, hasta alcanzar la talla de cosecha, de los 10 cm de longitud, utilizando las canastas con luz de malla de 12 mm (Fig. 13).



Figura 12: Colocación de Semillas en luz de malla



Figura 13 Colocación en Canastas Australianas

Para el cultivo suspendido se propuso utilizar un sistema vertical de canastas con un sistema de lastre sujetos a una base de concreto de 25-30 kg y suspendidas a media agua, los cuales se cuelgan generalmente en línea vertical a la superficie. Las unidades, contaron con bolsas a media agua. Se construyeron estructuras de soporte elaboradas con varilla de acero corrugado de 1/2" de diámetro conocidas como "estantes". Cuatro tramos de 3.0 m de largo fueron unidos con soldadura eléctrica sobre tres tramos de 2.0 m de largo doblados en forma de "U" invertida (Fig. 14).



Figura 14: Canastas Australianas en estantes (Lab. Pesquería, UJAT 2021)



## VII.- BIBLIOGRAFÍA

**Aldana. A. D., Patiño. V., Rodríguez. H., Baqueiro. E. (2004).** Pesquería artesanal del ostión americano *Crassostrea virginica* y su estructura poblacional en diferentes lagunas costeras de Tabasco en el Golfo de México. 15p.

**ÁLVAREZ, Jr., M. (1962).** Geología, Paleogeografía y Tectónica de México. Univ. Nal. Autón. México. Fac. Ingeniería. 150 p.

**Boulais, M., Soudant, P., Le Goïc, N., Quéré, C., Boudry, P., (2017).** ATP content and viability of spermatozoa drive viability of fertilization success in the Pacific oyster (*Crassostrea gigas*). *Aquaculture* 479, 114-119.

**Buitrago E, Alvarado D. (2005).** A highly efficient oyster spat collector made with recycled materials. *Aquacult. Eng.* 33(1): 63–72.

**Cabrera, R. P. (1993).** Crecimiento y sobrevivencia del ostión *Crassostrea virginica* (Gmelin, 1791) en San Felipe, Rio Lagartos, Yucatán, México. Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional. Unidad Mérida. Departamento de Recursos del Mar. 126 pp.

**Cáceres-Martínez, C. & J. Chávez-Villalba. (1997).** Pearl oyster culture in Baja California Sur, Mexico. *J. World Aquaculture Society. Soc.*, 33-38 pp.

**CARRANZA-EDWARDS, A. M. GUTIÉRREZ-ESTRADA R. RODRIGUEZ-TORRES. (1975).** An. Centro Cienc. del Mar y Limnol. Unidades morfo-tectónicas continentales de las costas mexicanas. Univ. Nal. Autón. México 81-88 2 (1)

**COMITÉ DE LA CARTA GEOLÓGICA, DE MÉXICO. (1976).** Carta Geológica de la República Mexicana 4a edición México, D. F. Escala 1: 2.000,000

**Conagua, Semarnat (2011).** Estadísticas del Agua en México. Edición 2011. Conagua. Conagua, Semarnat. México.

**Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. (2011).** Plan de investigación para el cultivo de ostión, Proyecto 95477.



**Contreras F, Castañeda O. (2004).** Las lagunas costeras y estuarios del golfo de México: Hacia el establecimiento de índices ecológicos. In: Caso M, Pisanty I, Ezcurra E (eds.), Diagnóstico Ambiental del Golfo de México. Instituto Nacional de Ecología, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales pp. 373–416.

**Contreras, E. F. (2010).** “Ecosistemas costeros mexicanos, una actualización”. 1ra. Edición. Casa abierta al tiempo. México. 514 p.

**CSERNA, Z. (1958)** Habitat of oil. Notes on the Tectonics of Southern Mexico. Weeks, L. G. Am. Assoc. Petroleum Geologists Tulsa, Oklahoma. 523-532

**De Lara, R., (1972).** Evaluación de los recursos ostrícolas de las lagunas de Mecoacán, Machona y el Carmen, Tabasco. Tesis Profesional. Facultad de ciencias Univ. Nal. Autón. de México.

**Diarte, G. (2007).** Cultivo experimental de la almeja mano de león *Nodipecten subnodosus* (Sowerby, 1835) en la costa Norte de Sinaloa, México. Tesis para obtener el grado de maestro en recursos naturales y medio ambiente. 87pp.

**FAO. (2005).** Programa de información de especies acuáticas. Texto de Helm, M.M. In: Departamento de Pesca y Acuicultura de la FAO. Roma.

**García, E. (1964).** Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Offset Larios, México, D. F. 3ª Edición (1981). 252 pp.

**GARRIDO, F., A. ESPINOSA (1978).** II Simposio de la Asociación Latinoamericana de Acuicultura, México. Fomento de la ostricultura en la Laguna Mecoacán, Mpio. De Paraíso, Tabasco.

**Garrido. M. A., Sánchez, M. A. J., Félix, T. F. J. (2007).** Descripción de la pesquería del ostión del Golfo *Crassostrea virginica* en la laguna Mecoacán del estado de Tabasco, México. Rev. KUXULKAB. División Académica de Ciencias Biológica, UJAT. N° 25,79 p.



**Gómez, P. A. B. (1977).** Estudio de la dinámica de la fijación post-larval del ostión americano *Crassostrea virginica* Gmelin, en la laguna de Mecoacán, Tabasco, México. Tesis profesional. Fac. Biol. U. V. 79 p.

**Gutiérrez-Estrada, M., Galaviz -Solís, A. (1983).** Morfología y sedimentos recientes de las lagunas del Carmen, Pajonal y la Machona, Tabasco, México. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. Contribución 328 del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM.

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

**Instituto Nacional de Pesca. (2013)** Diario oficial de la federación. 56-59 pp

**Iracheta, M.J. F. (1977).** Ostricultura en el estado de Tabasco, tesis profesional. Fac. Ciencias, UNAM. México 205 pp

**Isa, (2006).** Protocolo de cultivo de ostión diferentes sistemas de engorda. 61 p.

**Loland, G., (1991).** Current forces on cage, net deflection. In: Division of Marine Hydrodynamics, Norwegian Institute of Technology, Trondheim, Norway.

**Lovatelli A, A Farias e I Uriarte (eds). (2008).** Estado actual del cultivo y manejo de moluscos bivalvos y su proyección futura: factores que afectan su sustentabilidad en América Latina. Taller Técnico Regional de la FAO. 20-24 de agosto de 2007, Puerto Montt, Chile. FAO Actas de Pesca y Acuicultura. Núm. 12. Rome. 359p.

**Maeda-Martínez, A.N. (2008).** Estado actual del cultivo de bivalvos en México. En A. Lovatelli, A. Farías e I. Uriarte (eds). Estado actual del cultivo y manejo de moluscos bivalvos y su proyección futura: factores que afectan su sustentabilidad en América Latina. Taller Técnico Regional de la FAO. 20–24 de agosto de 2007, Puerto Montt, Chile. FAO Actas de Pesca y Acuicultura. No. 12. Roma, FAO. pp. 91–100





**Márquez, A., C. Lodeiros, D. Semidey, M. Carpio y C. Graziani (2011).** Crecimiento y supervivencia de la ostra perlífera *Pinctadaimbricata* (Röding 1798), bajo diferentes sistemas de confinamiento en cultivo suspendido. *Zootecnia Tropical* 29 (3): 769-798

**Pauley, Gilbert & Raay, Birgitta & Troutt, David. (1988).** Species Profiles: Life Histories and Environmental Requirements of Coastal Fishes and Invertebrates (Pacific Northwest), Pacific Oyster. 82.

**Pereira, L. (1995).** Tecnología de cultivos de bivalvos en ambiente natural. Curso internacional de cultivo de moluscos. UCN-JICA. Coquimbo. PP. 135-166.

**Phleger, F. B. A. Ayala-Castañares. (1971).** Processes and History of Términos Lagoon, Mexico, *Bull. Am. Ass. Petrol. Geol.* 2130-2140. 12 55.

**PSUTY, N. P. (1966).** The Geomorphology of beach ridges in Tabasco, México. *Louisiana State Univ. Coastal Studies Inst. Tech.* 1-51 (30)

**RAISZ, E. (1959)** Landforms of Mexico. Geography Branch. U.S. Office of Naval Research. Cambridge, Mass.

**Ramirez, Eduardo. (2009).** Sitio piloto Sistema Lagunar Carmen-Pajonal-Machona. 485 pp.

**Rodríguez, N. R. (1986).** El panorama ostrícola en México, avances limitantes y posibilidades de desarrollo (INÉDITO); Dirección General de Acuicultura. Pachuca, Hidalgo, México, 31 p.

**Sala, A. & A. Lucchetti (2008).** Low-cost tool to reduce biofouling in oyster long-line culture. *Acuicultura Ingeniería* 39 53-58

**Sepesca. (1988).** Manual técnico para la operación de Centros Acuícolas Productores de Ostión. Primera edición Secretaría de Pesca. México. 324 p.

**Servicio Meteorológico Nacional. (1970).** Información climatológica de la Ciudad del Carmen, periodo 1940-1970. Dirección General Oceanográfica, Señalamiento Marítimo, secretaria de Marina, México.



**Sevilla M. L. (1959).** Datos biológicos para el cultivo de ostión en Guaymas Sonora: *Crassostrea chilensis* (Philippi 1845). Dirección General de Pesca e industrias conexas. 87 pp.

**STAPOR, F. W. (1971).** Origin of Cabo Rojo beach-ridge plain Veracruz, México. Trans. Gulf Coast Assoc. Geol. Socs. 223-230 21

**TANNER, W. F. F. W. STAPOR. (1971).** Tabasco beachridge plain: an eroding coast. Trans. Gulf Coast Assoc. Geol. Socs. 231-232 (21)

**Tapia-Vázquez O. M., García-Hirales R. y Sáenz-Gaxiola L. M. (2013).** Sistemas de cultivo para la producción de ostión en Baja California, México. Centro Estatal de Sanidad Acuícola e Inocuidad de Baja California, A. C.

**Tello D. M. (1988).** Las Instituciones y la Pesca en Tabasco. Villahermosa Tabasco. México. 77pp.

**THOM, B. G. (1967).** Mangrove ecology and deltaic geomorfology: Tabasco, México. Jour. Ecol. 301-343 55



## **Implementación de un sistema de cultivo de *Crassostrea virginica* (Ostión del Golfo) a base de canastas australianas en el sistema lagunar Carmen-Pajonal-Machona, Tabasco, México.**

José Luis Pérez López<sup>1</sup>, Arturo Garrido Mora<sup>1</sup>, Francisco Javier Félix Torres<sup>1</sup>, Ana Rosa Rodríguez Luna<sup>1</sup>, Juan Rogelio Galván Utrera<sup>1</sup>.

1. Laboratorio de Pesquerías, Centro de Investigación para la Conservación y Aprovechamiento de Recursos Tropicales (CICART). División Académica de Ciencias Biológicas. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Tabasco, México. joseluispl\_94@hotmail.com, garri5609@hotmail.com, francisco7933@gmail.com, rgalvan82@yahoo.com.mx
2. Investigación Socioambiental para la Sustentabilidad, División Académica de Ciencias Biológicas. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Tabasco, México. rodlar2003@hotmail.com

\*Correspondence

**Abstract:** The eastern oyster (*Crassostrea virginica*) is considered a species of great commercial importance in the state. The Carmen-Pajonal-Machona and Mechoacán lagoons are the ecosystems with the highest fishing production in recent years, as an extractive fishing activity that represents an economic income generating a big deal of activity for coastal communities and an important source of food as well as social importance; likewise, this species has been exploited for its commercial size. The present essay was proposed with the objective of implementing a new cultivation technique to improve the production of *Crassostrea Virginica*, based on Australian baskets. This research was carried out in the Carmen-Pajonal-Machona lagoon system, Tabasco; it happened in a period from January to December 2020 with a suspension breeding method that corresponds to an extensive oyster fattening system which is called “Pilotes and Strings” which are structured in a rectangular manner into an area of 04.0 hectares with dimensions of 400.00 meters long by 100.00 wide, with Japanese-type ring-shaped strings at an approximate depth of 100 to 130 centimeters. The application of the cultivation system consists of 4 stages that correspond to: Fixation, Pre-fattening, Fattening and Harvest. 2'867,200 seeds were introduced in each module of one hectare and in terms of its totality of 8'601,600 to load the farm in each fattening cycle. Regarding the obtaining of oyster seeds, they were obtained already fixed in the strings from the same laboratory, which is in the Carmen-Pajonal-Machona lagoon system. One harvest per cycle was obtained with a minimum production of 100 tons of shell oysters per hectare and 300 for the total of the farm. The Australian baskets were considered a high-quality system due to its high efficiency in cultivation method since they bear high environmental conditions such as salinity, temperature, and tides. The baskets keep the oysters in constant movement, this makes the oysters rub themselves eliminating the cumulation of sediment; this maximizes the production of the resource.

**Key words:** Canastas Australianas, Fijacion, Sartas, Pilotes, Pre-engorda.



## INTRODUCCIÓN

En México la producción del ostión del Golfo (*Crassostrea virginica*) está posicionado en el sexto lugar con 50,715 toneladas de producción, y donde ocupa el lugar 18 en exportaciones de especies pesqueras (CONAPESCA, 2010). En Tabasco, la producción ostrícola está considerado unas de las importantes actividades pesqueras desde 1941 la cual se tiene registro de la primera cooperativa en el estado (Tello 1988). Los ecosistemas lagunares del estado de Tabasco, son nutridos por las descargas de los ríos y sedimentaciones aluviales asimismo aportan nutrientes para las especies que habitan en estos cuerpos de agua. Estos sistemas son de gran importancia ya que contribuyen como reguladores. Las barreras litorales que están posicionadas en toda la línea costera se encuentran de manera temporales o momentáneas y están distribuidas en las estructuras de toda la costa con mas dinámica y las cuales dependen de grandes cantidades de sedimento que son alimentados a través de estuarios y deltas (Ortiz-Pérez, M.A. Y L. Gama. 2019). El recurso Ostión del Golfo (*Crassostrea virginica*) la cual es perteneciente a la Familia Ostreidae de mayor importancia productiva en el estado de Tabasco, donde los principales sistemas lagunares y esteros Carmen-Pajonal-Machona y Mecoaacán (localizados en los municipios Cárdenas y Paraíso) siendo los ecosistemas más importantes con mayor producción pesquera, alcanzando producciones anuales 45 mil <sup>TM</sup> a finales del año noventa (Miranda 2000). Los bancos ostrícolas forman un papel muy importante en su ecosistema de gran impacto ecológico ya que son principales generadores dentro de la biodiversidad de las especies, así mismo participan en los procesos biogeoquímicos dentro de la producción de esta especie (Dame et al., 1989). Así mismo son encargados de brindar fuente de alimentos para diversos organismos y ofrecer refugio para pequeñas especies de la depredación y a cambios ambientales, Además de proporcionar un sustrato sólido para que los organismos vivos como almejas, mejillones y varias especies filtradoras se adhieran (Kennedy et al. 1996). Así mismo han sido utilizados para estudios de tipo contaminantes ambientales *in situ*, al ser organismos sésiles actúan como bioindicadores y de acuerdo a su tipo de alimentación es por filtración favoreciendo la bioacumulación de contaminantes, tales como los HAP's, que han sido evaluados al medio que habitan (De la Rúa *et al.*, 2005). Esta especie es una fuente importante de alimento como de importancia social siendo una actividad pesquera extractiva, ya que constituye una actividad generadora de ingresos para las comunidades costeras, así mismo a la explotación de esta especie la cual trae causas de la disminución de organismo de talla comercial (Zárate-Noble V.M., y L.R. Solana-Sansores, 2010). Con base al presente estudio se plateó el objetivo implementar una nueva técnica de cultivo para mejorar la producción del ostión del Golfo (*Crassostrea virginica*) en un sistema lagunar Carmen-Pajonal-Machona, Tabasco, México a través de cajas australianas.



## MATERIALES Y MÉTODOS

El estado de Tabasco es uno de los 32 estados que integran en la República Mexicana. Tiene una extensión desde la planicie costera del Golfo de México hasta el norte de Chiapas. Sus coordenadas geográficas se encuentran entre las latitudes  $18^{\circ} 39' (N)$  y  $17^{\circ} 15' (S) N$ , y entre las longitudes  $91^{\circ} 00' (E)$  y  $94^{\circ} 07' (W)$ . (Fig 1).

El presente trabajo sobre la implementación de un sistema de cultivo de *crassostrea virginica* (Ostión del Golfo) se realizó en el sistema lagunar Carmen-Pajonal-Machona, Tabasco, México, con el objetivo de implementar una nueva técnica de cultivo para mejorar la producción de *C. virginica*, a base de canastas australianas para esto, se implementó el método de cultivo colgante correspondiente a un sistema para engorda a gran escala para el cultivo de ostras nombrado “Pilotes - Sartas”. Así mismo han sido estructuradas en un área de 04.0 hectáreas con dimensiones de 400.00 M. de largo por 100.00 de ancho, con una forma rectangular.

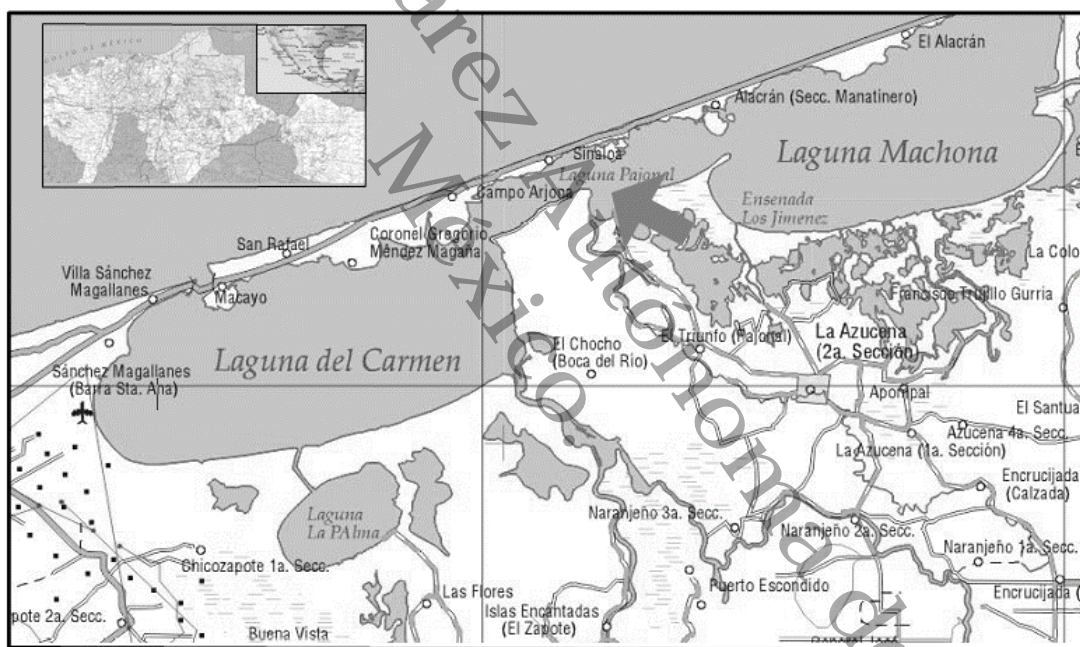


Figura 1. - Microlocalización del sistema lagunar Carmen, Pajonal, Machona, Cárdenas, Tabasco (Lab. Pesquería, 2016)

El municipio de Cárdenas es uno de los municipios del estado de Tabasco, ubicado en el sureste de México; Está ubicado en la mitad occidental del meridiano de Greenwich. Su coordenada geográfica del municipio de Cárdenas se encuentra situado entre los meridianos  $93^{\circ}17' W$ , frente al Río Veracruz-Llave y  $94^{\circ} 07' W$  en el extremo este, tocando Paraíso, Comalcalco y Cunduacán; así como entre los paralelos  $18^{\circ} 25' N$  al norte, límite con el Golfo de México y  $17^{\circ} 56' N$  al sur, con el municipio de Huimanguillo y el estado de Chiapas. La extensión territorial del municipio es de 2,119.5 km<sup>2</sup>, lo cual representa el 8.3% de la zona de Tabasco.



Los sistemas lagunares, Carmen, Pajonal y La Machona se ubican en el extremo occidental de la planicie costera del estado de Tabasco, con 35 km al este del río Tonalá, sus coordenadas son  $18^{\circ} 15'$  y  $18^{\circ} 30'$  Latitud N y con Longitud de  $93^{\circ} 53'$  W (figura 2). Su ubicación geográfica incluye la parte noroeste del río Mezcalapa, un área descrita por Psuty (1966), Tanner y Stapor (1971) y Tom (1967) y Raisz (1959) Correspondiente a la unidad geológica nombrada por Alvarez en (1962) Cuenca Salina del istmo y a la tercera unidad tectónica morfológica, propuesta por Carranza Edwards, Gutiérrez Estrada y Rodríguez Torres (1975).

### Estructuras de soporte de cultivo utilizadas

Las estructuras portantes utilizadas, son soportes de pilares a base de concreto con mediciones de: 4,0 M de longitud con una amplitud de 0,15 M por 0,15 M, los cuales están formados por un marco de acero nombrado Armex 6XG-3. Las estructuras de los pilares tienen forma rectangular y con una terminación en punta. La forma de construcción de la granja ostrícola fue mediante la instalación de pilotes apoyados por una motobomba autocebante alineados con una distancia de 3,00 M entre cada pilote, y con distancia de 3,00 M entre cada línea, con una alineación y de acuerdo a su nivelación. En la parte superior, se usó un pilote plano la cual consto con un perno de 12 pulgadas que se clavó en el concreto para asegurar las vigas o travesaños. Para el soporte se utilizó columnas o vigas de madera de coco con un diámetro de 4.0M por 6 x 6 de longitud los cuales fueron diseñados para soportar los largueros con dimensiones de 4M de 4" x 4" de longitud también hecho de madera de coco. En la (Fig. 2) se puede apreciar de la mejor forma como será integrado este sistema de cultivo.

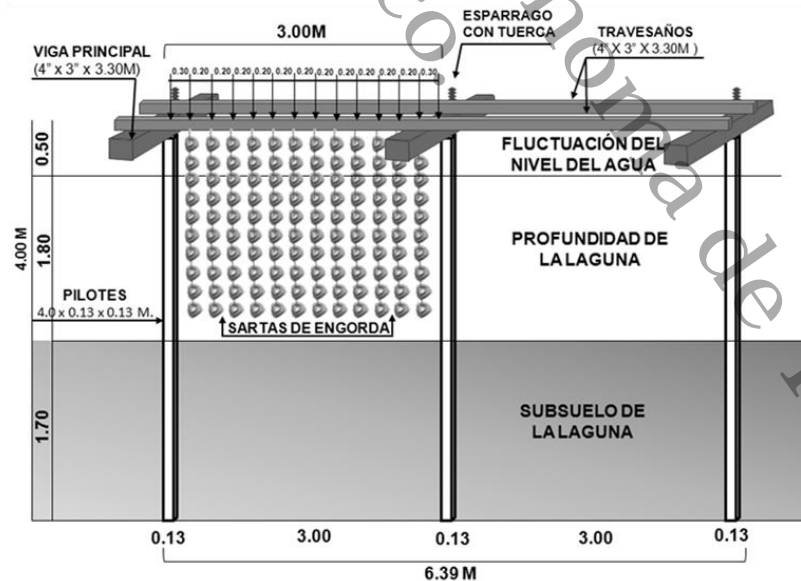


Figura 2.- Detalles en vista lateral de una granja de engorda de ostión con el sistema denominado "Pilotes y Sartas". (RGalvan 2004)

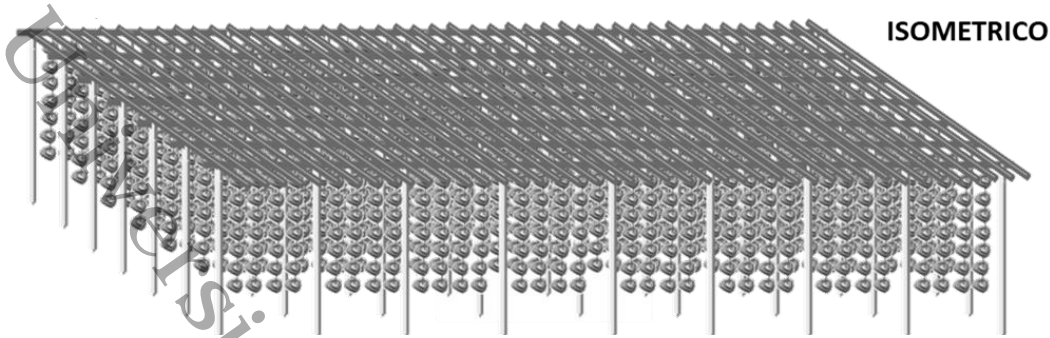


Figura 3.- Isométrico de una granja de engorda de ostión con el sistema denominado "Pilotes y Sartas" (RGalvan 2004)

### Artes de cultivo utilizadas

Unas de las técnicas de cultivo utilizado son las sartas de tipo japonesa de cuerdas lineales y de forma de anillo que son sartas ostrícolas dobladas en forma de círculo y en lugar de colgar a lo largo de la columna de agua, los organismos se distribuyen con una menor profundidad. Las estructuras como son los collares o aros ostrícolas fueron armados a base de alambre recocado, que consisten en 10 brazaletes de ostras, separados por un tubo de plástico de baja densidad con una dimensión de 10 cm de largo, la distribución de los ostiones en los brazaletes fueron esparcidos cada 10 cm de cada uno, (Figs. 3, 4) que son asegurados con un alambre recocado, asimismo él aro asegurados con una tira de monofilamentos dúctil que es unido a las "varillas" de soporte o varillas transversales, colocadas sobre los pilotes que fueron enterradas en el suelo con una profundidad de 100 a 130 cm.

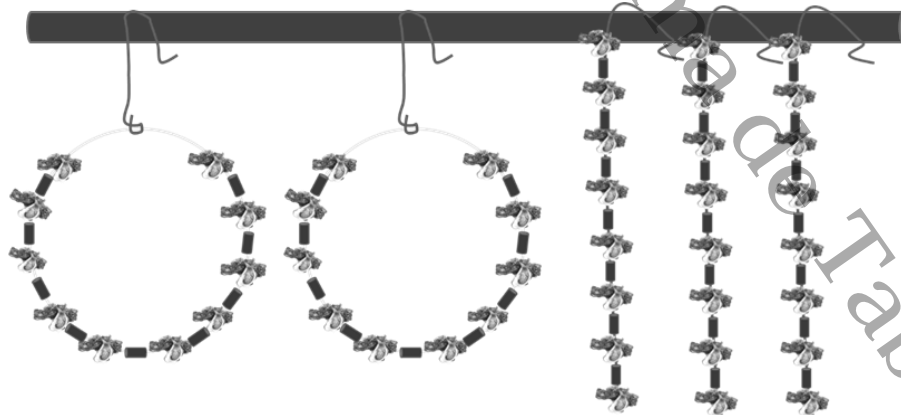


Figura 4.- Collar, anillo o aro y la sarta tipo japonés para el cultivo de ostión (RGalvan 2004)



## Elaboración e Instalación de Sistemas de Engorda:

Las semillas fueron recolectadas en el laboratorio de COTET la cual tuvieron un tamaño de 2 a 3 cm, asimismo fueron trasladados a un colector de fijación a un área de trabajo sobre la superficie, la cual fueron manipulados y transferidos a las sartas de tipo engorda, este proceso implica retirar las ostras del recolector haciendo una abertura en los nudos de los hilos en los monofilamentos de la parte inferior para que las semillas de los ostiones no se golpeen y evitar provocar que no se desprendan las semillas de su concha madre y mantenerlos en buen estado. Ahora para evitar el conglomerado se tomó en cuenta tomar una distancia de 2,50 metros de longitud de la misma línea de monofilamento de una longitud de 1,6 mm, alternando las conchas de fijación con una distancia de 3 cm. Utilizando un poliducto de  $\frac{3}{4}$  pulgada que actúa como un separador entre cada concha de la misma forma implicando la misma metodología hasta completar 14 secciones de poliducto con 15 conchas madre de semilla (Fig. 5). Asimismo, cabe señalar que existen al menos 10 fijaciones de anclaje para cada concha madre.

### Obtención de las semillas

Las semillas utilizadas el sistema de cultivo “Pilotes y Sartas” en las granjas de engorde ostrícolas se obtuvieron del laboratorio COTET Y de semillas silvestres naturalmente.

**Semillas de laboratorio:** El laboratorio de donde se proveen las semilla de ostión para el desarrollo de los proyectos es el Centro Ostrícola Tecnológico de Estado de Tabasco (COTET), mismo que tiene varios años de operación con resultados positivos en la producción de semillas de ostión de la especie *Crassostrea virginica*, ya que cuenta con instalaciones para la realización de todo el proceso de producción, como son: Instalaciones para la toma o captación de agua de mar, área con instalaciones para el cultivo de algas, área para el mantenimiento para madurez y desove de reproductores, área de instalaciones para el cultivo larvario y el área de instalaciones para el cultivo de semillas.

**Semillas silvestres:** Para atrapar las semillas en el medio natural se realizó por medio de un receptor de sarta japonés, la cual fue fabricado de monofilamento con diámetro de 2,50 metros de largo x 1,60 mm. De ancho, A estos segmentos se les pegan conchas de ostras secas que han sido perforadas previamente, la cual cada colector posee de 60 a 70 conchas grandes. Para proporcionar semillas para una unidad de una hectárea de granja ostrícola, donde se elaboraron 2,160 colectores en 4 sartas, para un total se utilizaron 8,640 colectores.

Los colectores se instalaron sobre vigas de madera apoyadas en postes de concreto, donde fueron colgados 20 colectores en cada viga de madera evitando que no toque el fondo.





Figura 5.- Granja de engorda de ostión con el sistema denominado "Pilotes y Sartas" en la Laguna Carmen.

Para sustraer los colectores de ostión se realizó por medio de embarcaciones menores por lo cual son utilizada para la sustraer el ostión de los bancos naturales, se colectan un promedio de 500 colectores esto dependiendo del tipo de embarques, en el cálculo del proyecto se tomó en cuenta el uso de una lancha fibra de vidrio W-25 el lugar de la granja está cercana al área de trabajo en tierra firme que es propiedad de la cooperativa, que resta el costo por este concepto

El tiempo adecuado para la recolección de la semilla se establece por medio de la investigación realizada por las independencias gubernamentales como son Conapesca o Inapesca en cuanto al proceso de desarrollo gonádico, la población larvaria y registros de los colectores testigo, generalmente se presentan en los meses de marzo, hasta noviembre de cada año. Por lo siguiente los colectores se introdujeron en la segunda semana del mes de marzo, asimismo en la primera semana de abril, en la segunda semana de septiembre y primera semana de octubre.

En el transcurso del periodo de captación y desarrollo en la granja la fijación tiene un promedio de fijación de 45 a 70 días, se obtiene una mortalidad de 22% está relacionada con organismos depredadores.

### **Siembra**

Las sartas de engorda son elaboradas y por lo siguiente son llevadas a la granja de engorda donde están puesto los travesaños de madera correctamente (los travesaños utilizados son de madera de coco) se colocan al mismo tiempo que se introducen las sartas de engorda. las sartas de engorda son puestas de manera suspendida del travesaño, colocando 20 sartas de engorda por travesaño de 4.0m.



Las líneas de engorde se transportan en pequeñas embarcaciones, lanchas o canoas que se utilizan habitualmente para extraer ostras de las riberas naturales de los ríos. Dependiendo del tamaño de la embarcación se trasladarán de 50 a 100 líneas de engorde. Trate de no superponer muchas cuerdas de engorde para evitar el deterioro o las semillas se caen.

En cuanto al transporte del recolector, la proximidad del corral de alimentación reduce los costos de transporte. Cuando se instalan vigas de madera y se instalan hileras de granjas que contienen un promedio de 20 millones de semillas de ostras, la granja se considera completamente cargada. Cabe señalar que, según nuestra experiencia, si se aumenta el número de travesaños y el número de líneas de engorde por travesaño, la producción esperada de cada granja puede aumentar significativamente (más de 20 como máximo).

### **Periodo de crecimiento**

Las ocupaciones que siguen luego de que la granja está cargada con la semilla fijada con tallas que van de 3 a 6 mm son la supervisión y el cuidado de las sartas de engorda y travesaños. La supervisión es persistente, para garantizar que ésta se haga de forma eficaz, se necesita de una caseta la que se edifica con materiales de la zona y es delimitada en el centro o al costado de la granja (parecida a un palafito) a forma de ver todo el sector de la granja. Los días se dividen en tres tiempos de 8 horas a lo largo del lapso de desarrollo que va de 60 a 90 días en que se estima las semillas alcancen los 2 o 3 cm. de longitud.

El cuidado de la granja radica fundamentalmente en tres acciones:

Las sartas de sujeción se revisarán todos los días para ver si existe mortalidad o presencia de competidores o depredadores del ostión.

En un tiempo de 10 a 15 días se adquieren con precaución las sartas de sujeción fuera del agua, poniéndolas si es requerido sobre los travesaños de madera, por periodos de 4 a 6 horas, con el fin de remover los competidores y algunos depredadores del molusco.

En forma diaria se llevarán a cabo recorridos dentro de la granja para comprobar la resistencia de los travesaños de madera y cambiar los que estén vencidos para evitar que se caigan las sartas de sujeción



## Periodo de engorda

Durante el desarrollo engorda que es aproximadamente de 300 días, tiempo en que se estima que más del 80% de los ostiones alcance una talla más grande a los 8 cm. y un peso aproximado de 80 gramos., a lo largo de este tiempo es viable ver mortalidades que fluctúan entre los 2 y 3 millones de ostiones a diferentes tallas, que representan en promedio el 12 % (sin embargo para los cálculos se maneja principalmente para un 55% de mortalidad) del total de organismos en cultivo, esto puede cambiar, dependiendo de la ejecución de las ocupaciones de cuidado del sector de cultivo y de las condiciones climáticas prevalecientes a lo largo del período de cultivo (Fig 6, 7). En esta situación, debe establecer además que hay reclutamiento de semilla a lo largo de la etapa de engorda, por lo cual se muestra la oportunidad de llegar a la cosecha con un número más grande de ostiones de los que al comienzo de la engorda, esto más allá de la mortalidad.

El cuidado de la granja radica fundamentalmente en tres tareas:

Las sargas de engorda se revisarán todos los días para ver si existe mortalidad o de competidores o depredadores del ostión, de observarse alguno de estos conceptos se procederá a pedir el acompañamiento de los técnicos de la SADER (Extensionistas de Avance Rural o del Comité Estatal de Sanidad Acuícola de Tabasco CESAT).

En un tiempo de 30 a 45 días se sacarán las sargas de engorda con precaución fuera del agua, montándolas si es requisito sobre los travesaños de madera, por periodos de 4 a 8 horas, con el fin de remover los competidores y algunos depredadores del molusco.

En forma diaria se llevarán a cabo recorridos dentro de la granja para comprobar la resistencia de los travesaños de madera y cambiar los que se observen vencidos para evadir se logren caer las sargas de engorda.

## Cosecha

Con este sistema los productores quieren conseguir con una cosecha al año con ciclos de producción de 10 meses las tallas de cosecha fluctúan en promedio entre los 70 a 90 mm. Teniendo en cuenta lo previo se estima cosechar por período una producción mínima de 100 toneladas de ostión en concha por hectárea



Figura 6.- Sarta tipo japonés con ostión de cosecha



Figura 7.- Anillo o aro con ostión de cosecha

Cada ciclo de cosecha tuvo un mínimo de 300 toneladas de ostras por los 3 ciclo de producción de la granja. No es posible establecer una producción exacta, ya que el número de organismos que se considera manejar puede aumentar, y superar el porcentaje estimado como mortalidad natural -que se estima del 55%, que es alto y que únicamente se podría esperar si sucediera un siniestro de amplias magnitudes- por lo que la cosecha puede superar de manera importante lo programado.

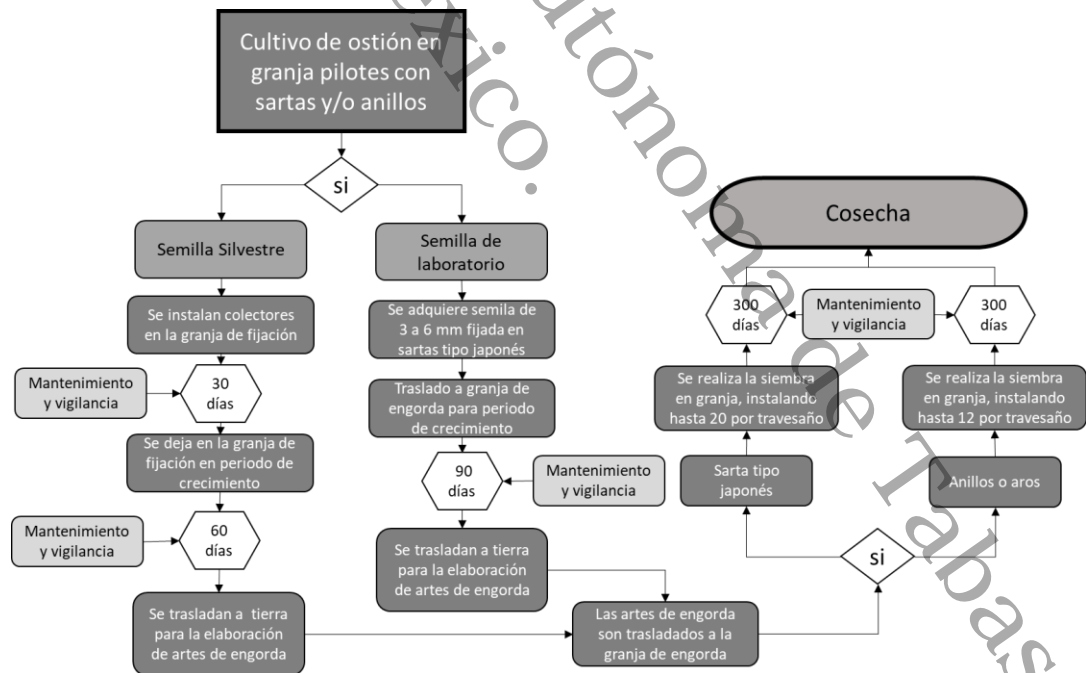


Figura 8.- Diagrama de flujo desde la obtención de las semillas hasta la cosecha (RGalvan, 2004).



## RESULTADOS

El periodo comprendido para la actividad del sistema de cultivo en sartas, dependieron de varios componentes que son: los nutrientes para fuente de alimento, disponibilidad de larva, ubicación de la zona de cultivo, época de fijación y siembra, con una duración en promedio de 12 a 16 meses que comprende de la fijación de las larvas hasta su propia cosecha, la aplicación del sistema de cultivo consta de 4 etapas que corresponden en: Fijación, Pre-engorda, Engorda y Cosecha (Fig 8). La cosecha y el método de cultivo se introdujeron 2'867,200 semillas en cada módulo de una hectárea y en cuanto a su totalidad de 8'601,600 para cargar la granja en cada ciclo de engorda. La obtención de semilla de ostión esta se obtuvo ya fijada en las sartas desde el mismo laboratorio la cual está ubicada en el sistema lagunar Carmen-Pajonal-Machona. Por cada ciclo se obtuvo una cosecha con una producción de 100 toneladas / ha y asimismo se obtuvo 300 toneladas por los 3 ciclos del total del cultivo.

### Descripción del sistema de cultivo en canastas Australianas

Las canastas, con certificación de la norma AS/ NZS ISO 9001:2008, están hechas de copolímero de poli-propileno que cuenta con una estabilización por UV para resistir las altas condiciones marinas, cuenta con una luz de malla de 3 y 6 mm con volumen de 15 y mallas de 12 y 20 mm con volumen de 25 de capacidad, las instalaciones de los postes de fijación fueron colocados en marea baja y con la ayuda de una motobomba se enterraron a unos 1.5 m de profundidad, unidos con una línea dinámica donde son colgadas las canastas y son ajustadas de diferentes alturas (Fig 9).



Figura 9.- Canastas Australianas instaladas en líneas suspendidas (SAGARPA, 2018)

Los pilares centrales están hechos de PVC hidráulico, con un diámetro de 2 pulgadas y con una longitud de 3 m. En cuanto a los postes de la columna tensora fueron del mismo material solo con un diámetro de 4 pulgadas. En cada pilar se instalaron 3 abrazaderas de cable a diferentes alturas para hacer dinámica la altura de la línea (Fig 10).



Figura 10.- Diagrama de la instalación de las canastas Australianas (SAGARPA, 2018)





El Proceso de pre-engorda del ostión, se utilizó un sistema de surgencia denominado (FLUPSY), se recolectaron semillas de tallas iniciales de 4 a 5 mm, hasta a 12 mm provenientes del laboratorio, al mismo tiempo se construyó un sistema de recirculación en tierra, para comparar el crecimiento de los organismos en los diferentes sistemas. Se consideró instalar en cada sitio cuatro líneas de producción con una medida de 135m cada uno, así mismo los postes con una separación de cada 3 metros entre cada pilote consta con un sistema de líneas largas ajustables con tres clips para cada poste permitiendo subir y bajar las líneas mismas que son sostenidas con postes de fijación la cual permiten ajustar la altura de las canastas con el objetivo de evitar tocar el fondo y la acumulación de sedimento así como la entrada de depredadores (Fig 11).

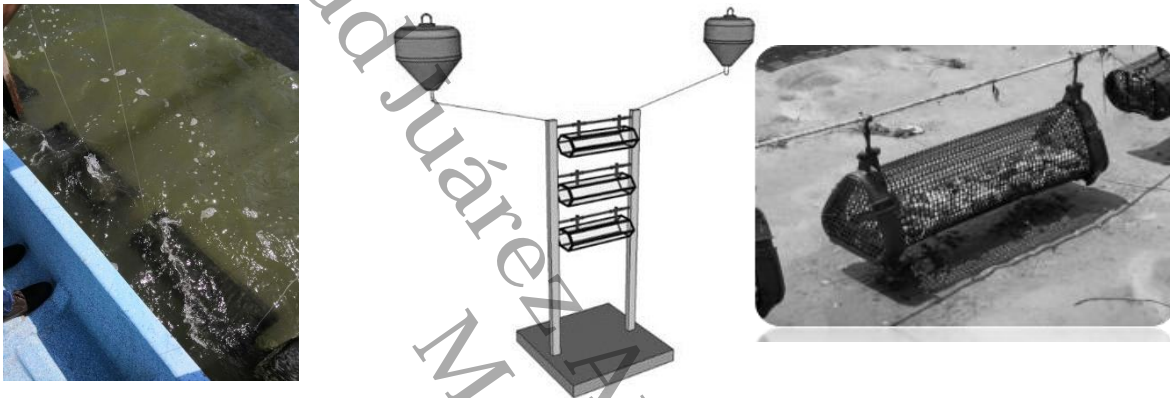


Figura 11.- Instalación de postes, líneas y canastas (SAGARPA 2018).

Se determinó que el cultivo suspendido es muy eficiente, ya que al ser un sistema de manera vertical de las canastas y cuenta con una estructura de lastre la cual está sujeta a una base de concreto de 25-30 kg con el fin de suspender las canastas a una altura de media agua colocándose en línea vertical a la superficie, se tomó en cuenta que cada unidad suspendida consta con una boya a media agua, las estructuras de soporte se elaboraron con varilla de acero corrugado de ½” de diámetro. Así mismo los 4 tramos con dimensiones de 3m de largo fueron unidos con soldadura eléctrica sobre 3 tramos de 2m de largo que se doblaron en forma de “U” invertida (Fig 12).

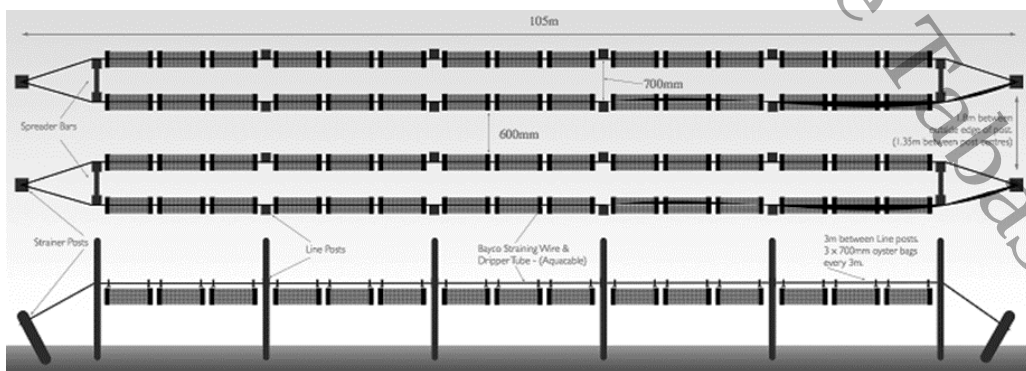


Figura 12.- Canastas Australianas en estantes.



Generalmente las canastas australianas se consideró que es un sistema de calidad y por su alta eficiencia en método de cultivo ya que se determinó que soporta altas condiciones ambientales tales como la salinidad, temperatura y mareas, que en gran medida maximiza la alta producción del recurso y al ser una técnica que mantiene un movimiento por medio del agua los ostiones se encuentran en constante movimiento logrando que se soben entre ellos, haciendo que dicha técnica no acumule sedimento y no se pegue el material ocasionando tener una mejor calidad del recurso ya que permitió que su crecimiento es altamente favorable, así mismo que su estructura tenga una mejor apariencia.

## DISCUSIÓN

Se determinó que los materiales utilizados para las canastas dependieron de los insumos, con el objeto de tener un buen manejo y control de calidad, así como la alta tasa de sobrevivencia se realizó una tendida de Long line de 135 metros, en cuanto al número de canastas en la tendida se cuantifico la eficiencia del cultivo del organismo por medio de módulos de canastas (Tabla 1).

TIPOS Y NUMERO DE CANASTAS A UTILIZAR				POR "n" PALLETS			
LONG LINE DE 135 m.							
LUZ DE MALLA DE LA CANASTA DE 25 L	SEMILLAS POR CANASTA	NUMERO DE CANASTAS	NUMERO DE OSTRAS	NUMERO DE LONG LINE DE 120 m.	NUMERO DE CANASTAS AJUSTADAS/CAJA DE 15 CANASTAS CADA UNO	NUMERO DE PALLETS	NUMERO TOTAL DE CANASTAS
3 mm	6000	2	12,000	21	45	8.67	42.00
5 mm	1000	12	12,000		255		252.00
10 mm	600	19	11,400		405		399.00
15 mm	300	35	10,500		735		735.00
20 mm	150	61	9,150		1,290		1,281.00
TOTAL		129					2,730

ACCESORIOS						NUMERO DE CAJAS	
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	POR LONGLINE CONSIDERADOS	PIEZA O METROS/CAJ	Calculado	Ajustados	METROS/pieza	
Línea Vexcyl - 5.0-5.5 mm Diámetro - precio/m. (100-1000 m/rollo).	500 m/módulo	4,575,000 m	1,000.00	4575	10	10,000.00	
Hexcyl pro post riser clip (3 pzas/ poste, 48 postes7 módulo)	144 pzas/módulo	1,317,600 pzas	400	3,294.00	8	3,200.00	
Tubo Long Line para ostras de 10.8 mm (500 m/ r	1 rollo/ módulo	9,150 rollos	500	19	20	10,000.00	
Manga montada en Tubo de Ostra de 10,8 mm (1 pieza por poste)	96 Piezas/módulo	878,400 pzas	500	1,756.80	4	2,000.00	
kit de magnetos	1 Pieza/módulo	8 pzas			8		

Tabla 1.- Tipos y Descripción de Long Line y las canastas (Lab. Pesquería UJAT, 2019)



Sin embargo, se ha considerado definir un enfoque integral donde se desarrolla una nueva tecnología o la tecnología existente dentro de las mimas pesquerías, con el objetivo de evitar cambios repentinos e indeseables en la pesquería y en las cooperativas sociales. Es por ello que se pretendió realizar este estudio, el implementar la técnica de cultivo del ostión americano *Crassostrea virginica*, conocida como caja australiana en el sistema lagunar Carmen-Pajonal-Machona; y de esta forma contribuir a un incremento en su producción, pretendiendo que la inversión económica sea menor y las ganancias mayores (Tabla 2).

ANÁLISIS DEL CULTIVO DE OSTIÓN DE UN MÓDULO DE CANASTAS AUSTRALIANAS												
PROGRAMA DE PRODUCCIÓN DE UNA LONG LINE DE 120 m, CON 129 CANASTAS EN TOTAL.												
CRECIMIENTO PROMEDIO MENSUAL = 10.68 mm.			Porcentaje de mortalidad = 34%				5.77%					
MES												
ACTIVIDAD	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Siembra de semillas de 9 mm	25,000		25,000		25,000		25,000		25,000		25,000	
Desdoble 1 a 19 mm		24,986		24,986	-	24,986	-	24,986	-	24,986	-	24,986
Desdoble 2 a 30 mm			24,971		24,971		24,971		24,971	-	24,971	-
Desdoble 30 a 41 mm				24,957	-	24,957	-	24,957	-	24,957	-	24,957
Desdoble 41 a 51.7 mm					24,942		24,942		24,942		24,942	
Desdoble 51.7 a 62.4 mm						24,927.96	-	24,927.96	-	24,927.96	-	24,927.96
Desdoble 62.4 a 73 mm							24,914		24,914	-	24,914	-
Desdoble 73 a 106.8 mm								24,899.20	-	24,899.20	-	24,899.20
NOTAS:	1.- Relación 3x 3 talla de la semilla vs luz de malla de la canasta.						Ej. Semillas de 6 mm, requiere luz de malla de 2 mm.					
2.- Para un módulo se consideran 8 líneas de 105 m. con un área de 636 m <sup>2</sup> , un módulo tiene capacidad para 120 canastas.												

Tabla 2.- Análisis del cultivo de ostión en módulos de canastas Australianas (Lab. Pesquería UJAT, 2019)

### Situación actual del recurso ostrícola

Cabe señalar que a pesar de la problemática que ha presentado el cultivo del ostión, se considera una de las especies más importantes con mayor volumen capturado en el Golfo de México y excede el 92% del anual nacional en los últimos 23 años, en el año 2007 el país extrajo 50,200 toneladas de ostras de ambas costas, con mayor extracción en el Golfo de México con 45,900 toneladas de ostras provenientes de los estados de Veracruz y Tabasco.

Este cultivo se encuentra centralizada y tiene una gran variabilidad e incluso poseen tendencias opuestas en diferentes áreas de producción. En otras palabras, el récord más alto en la historia de Veracruz ocurrió en 1988, con una producción de ostras de 20,500 toneladas, mientras que la producción de ostras de Tabasco en 2001 fue de 14.8 toneladas.

La producción ostrícola en Tabasco destaca una fuente importante de ingresos a más de 10mil personas donde participan grupos sociales generando empleos locales, el sistema lagunar Carmen-Pajonal-Machona produce más del 80% del ostión en Tabasco y cerca del 20% en cuanto a la producción nacional, en dicha laguna operan 9 sociedades cooperativas las cuales poseen un permiso para el aprovechamiento del recurso ostrícola, en cuanto a las organizaciones sociales se encuentran constituidas por 1,061 socios que dependen de la abundancia de este recurso.





Si bien los grupos sociales han permitido tradicionalmente a los poseedores realizar grandes esfuerzos para mantener los niveles de producción, el trabajo mencionado se realizó mediante esfuerzos para devolver conchas de ostras verdes o frescas y conchas secas. Uno de los principales motivos del descenso de la productividad es sin duda la sobreexplotación de los recursos, que es el tamaño de la etapa reproductiva debido a la imposibilidad de reclutar plenamente la población de moluscos en su talla madura y capturándose en su talla mínima de la población, situación que se evidencia con la veda de ostión en la cual se representa la suspensión oficial de la extracción del recurso por un lapso de 45 días, la cual se encuentra establecida del 15 de abril hasta el 30 de mayo y asimismo del 15 de septiembre hasta el 30 de octubre de cada año, la que mantendrá una inactividad total pesquera y económica.

### Empleos generados por la actividad ostrícola

La producción por pesca se cuenta con 14 organizaciones a nivel estatal y 9 que tienen permiso para la pesca en el sistema Carmen-Pajonal-Machona mismas organizaciones que se encuentran constituidas y dan empleo a más de 1,061 socios, en lo que se refiere a las granjas de cultivo se tiene conocimiento que existen 27 granjas la mayoría organizados en sociedades cooperativas dedicadas al cultivo mediante el sistema “Piloteado y Sarta”, se estima que en estas organizaciones se encuentran integradas por un total de 200 socios, además de los que integran las cooperativas que cuentan con permiso para la extracción comercial del molusco, pero que también cuentan con instalaciones y con las concesiones o permisos que les autoriza la realización de las actividades de producción a través del cultivo. Los empleos que son generados a partir sólo de la producción del ostión se estiman en más de 1,300 empleos directos.

Relación de granjas de ostión americano *Crassostrea virginica* cultivado en el sistema Pilote y Sartas en las lagunas Carmen-Pajonal-Machona, Cárdenas, Tabasco.

### Ventajas y desventajas frente a otros artes de cultivo en la zona.

No.	Nombre de la granja	Ubicación	Datos de georreferenciación de la granja			Producción promedio (Toneladas)	Superficie contruida (Hectáreas).	Superficie en producción (Hectáreas).
			LN	LO	MSNM			
1	RENOVACION Y SOLIDARIDAD	SANCHEZ DE MAGALLANES	18.277628	93.866022	2	50	1.25	1.25
2	EL BOTADERO	SINALOA 1A. SECC.	18.336017	93.723667	2	40	2.00	1.00
3	EL MANATINERO	EJ. ALACRAN	18.357983	93.663933	2	40	2.00	0.50
4	EL TIESTAL	EJ. SAN RAFAEL	18.292433	93.8187	2	15	0.50	0.50
5	LA PERLA	EJ. MANATINERO	18.35547222	93.6725278	2	40	1.50	1.50
6	LOS VIKINGOS	EJ. MANATINERO	18.35483333	93.661889	2	15	1.25	0.50
7	EL HUANITO	EJ. SINALOA 2A. SECCION	18.32796667	93.6735278	2	10	0.50	0.50
8	EL BOTONCILLO	EJ. SAN RAFAEL	18.300733	93.823733	2	20	0.50	0.50
9	LA MORENA COSTEÑA	EJ. SINALOA 1A. SECCION	18.3355	93.724167	2	60	2.50	2.50
10	EL CORAL	EJ. SAN RAFAEL	18.293167	93.819	2	40	2.00	2.00
11	ISLA EL PAJONAL	SAN RAFAEL	18.27929	93.86560	2	20	0.50	0.50
12	EL CHAYOTE	EJ. SAN RAFAEL	18.277150	93.865733	2	30	0.75	0.75
13	EL PAQUILLO	EJ. SAN RAFAEL	18.277187	93.868367	2	20	0.50	0.50
14	ACUICOLA LOS FRIAS	EJ. AZUCENA 2A	18.193330	93.424733	2	30	1.00	1.00
15	EL AMANECEER	EJ. EL MANATINERO	18.350555	93.661583	2	10	2.00	1.25
16	EL PAJARAL	EJ. SAN RAFAEL	18.292600	93.938188	2	30	0.50	0.50
17	EL CRUSTACEO	EJ. SAN RAFAEL	18.175458	93.491222	2	10	1.00	1.00
18	LA COMERCIALIZADORA	EJ. SAN RAFAEL	18.300742	93.823300	2	30	0.50	0.50
19	OSTRISUR	EJ. SAN RAFAEL	18.180.60	93.4912.51	2	15	0.50	0.50
20	LAS PITAYAS	EJ. SINALOA 1A. SECCION	18.2032.76	93.4239.63	2	15	0.50	0.50
21	EL CAMARON SALVAJE	SANCHEZ DE MAGALLANES	18.1651.81	93.5159.23	2	40	2.00	1.00
22	EL PINZON	EJ. SAN RAFAEL	18.278447	-93.867108	2	30	1.00	1.00
23	LA VICTORIA DEL PESCADOR	S. MAGALLANES	18.1644.02	93.5152.94	2	20	1.00	1.00
24	LA SANTANA	S. MAGALLANES	18.1646.84	93.520.248	2	20	1.00	1.00
25	EL PUENTE DE MAGALLANES	SANCHEZ MAGALLANES	18.27398334	-93.869933	2	10	3.00	1.00
26	RAMSES	SAN RAFAEL	18.29932778	-93.820475	2	10	0.50	0.50
27	EL PODER DE LA COSTA GRANDE	SAN RAFAEL	18.29952778	-93.819908	2	20	0.50	0.50



Se comparó las diferentes técnicas de cultivo en cuanto a su sistema, se determinó que las ventajas respecto al proceso de producción que tiene el sistema de canastas australianas sobre el sistema de pilotes y sartas o anillos de engorda:

Concepto	Canastas australianas	Pilotes y sartas
<b>Mano de obra</b>	Baja requerimiento porque el sistema con el movimiento natural del cuerpo de agua y de la canasta los ostiones y la canasta se autolimpia, siendo está la ventaja más importante, ya que a diferencia de los cultivos que requieren alimentos balanceados este insumo representa del 60 al 75% del costo de producción, en el cultivo de ostión el alto requerimiento de mano de obra es el mayor costo de producción.	Alto requerimiento porque la mayoría de las actividades de mantenimiento de las artes de cultivo como es la limpieza de las artes e cultivo se realizan de forma manual.
<b>Profundidad para la instalación del sistema productivo.</b>	No afecta	Sólo en zonas de 1.5 a 2.00 M. por la longitud de los pilotes y la forma y tamaño de las artes de cultivo.
<b>Tipo de fondo para la instalación del sistema productivo.</b>	No afecta	Sólo en fondos lodosos, se requiere para facilitar que todos los pilotes se hinquen a la misma profundidad.
<b>Protección de los organismos en cultivo</b>	Los ostiones se encuentran protegidos, baja mortalidad por depredación.	Los ostiones están expuestos a los depredadores, alta mortalidad por depredación de caracoles, sargos, pargos, Etc..
<b>Tamaño del producto</b>	Los ostiones pueden mantenerse largos periodos de tiempo de acuerdo al requerimiento del mercado.	Pasando la talla de 9 Cm. se empieza a desprender de la concha madre y se caen al fondo lodoso.
<b>Calidad del Ostión</b>	El ostión se engorda individualmente, por lo tanto, su forma y tamaño tienen una mayor cotización en el mercado	Los ostiones apiñados a pesar de desprenderlos para venderlos separados no tienen la forma y las características del producto que es mejor cotizado en los mercados, sobre todos los gourmet.
<b>Movilidad de instalaciones</b>	De ser necesario puede trasladar por arrastres a otras áreas en caso de alguna plaga o en caso de que se presenten condiciones ambientales adversas.	Fijo no se puede mover en caso de alguna plaga o en caso de que se presenten condiciones ambientales adversas.
<b>Construcción de instalaciones</b>	Son sumamente sencillas, no se requiere una especialización.	Se requiere equipo especial para el traslado e hincado de los pilotes.
<b>Periodo de crecimiento de los</b>	Al sentirse protegido su concha es más delgada y crece más rápido	Al sentirse expuesto a los depredadores gasta energía en la



<b>organismos en cultivo</b>		formación de una concha más gruesa.
<b>Exposición de los sistemas de cultivo a depredadores de fondo.</b>	Es muy difícil que a través de los muertos y las cuerdas suban los depredadores	Los depredadores se pueden subir por los pilotes o a través de las artes de cultivo si se dejan muy largos y cerca del fondo.
<b>Ostiones ubicados en la zona fótica</b>	Crecen de manera más homogénea por encontrarse horizontal a la mayor concentración de oxígeno disuelto y plancton que son los elementos esenciales para un desarrollo conveniente de los ostiones.	Los organismos presentan un crecimiento muy disparate por la diferencia de profundidad debido a que existe diferencia en la disposición vertical del plancton y las concentraciones de oxígeno disuelto y temperatura.
<b>Calidad y condición</b>	Crecen en un sustrato duro y le da la forma casco de mula la que tiene mayor cavidad al ser más cóncava.	Crecen planos la cavidad reducida por lo tanto el organismo tiene un desarrollo limitado.
<b>Escalamiento o crecimiento</b>	Es posible ir adquiriendo lotes o módulos de canastas e ir incrementado la capacidad productiva a baja escala.	Sólo se puede crecer con fuertes inversiones, ya que se requiere equipo especializado para el traslado e hincado de los pilotes.
<b>Manejo y transporte de semilla del ostión.</b>	El transporte y manejo de la semilla es más práctico ya que las semillas están fijadas individualmente su volumen es muy reducido o compacto, por lo que no se requiere de esfuerzo para su transporte.	La semilla fijada en colectores al ocupar un gran volumen requiere mucho esfuerzo y tener mucho cuidado de no aplastarla o maltratarla al sobre poner los colectores para sus diferentes traslados.

### Sustentabilidad Ambiental

Las ventajas con respecto a la sustentabilidad del proceso productivo que cuenta el sistema de canastas australianas sobre el sistema de pilotes y sartas o anillos de engorda:

Concepto	Canastas australianas	Pilotes y sartas
<b>Existencia de ostras bancos silvestres de ostión</b>	No interfiere con los bancos.	Está relacionado con la falta de movilidad de instalaciones, afectando o compitiendo con las poblaciones que se encuentren en el fondo.
<b>Requerimiento de madera u otro material que implique desforestación.</b>	No se requieren de ningún material natural.	Se requiere de un número importante de travesaños de madera.



<b>Movilidad de instalaciones</b>	De ser necesario puede trasladar por arrastres a otras áreas en caso de alguna plaga o en caso de que se presenten condiciones ambientales adversas.	Fijo no se puede mover en caso de alguna plaga o en caso de que se presenten condiciones ambientales adversas.
<b>Afectación de fondos</b>	Al mover continuamente los sistemas de cultivo, se evita que los metabolitos del ostión se acumulen en el fondo y afecten a otras especies en especial a las de hábitos bentónicos.	No obstante que no se emplean alimentos balanceados, los metabolitos que genera la alta densidad poblacional se deposita en el fondo, generando una alteración lo que se pudiera mitigar ampliando los periodos de descanso entre cada ciclo, pero se perdería tiempo de cultivo.
<b>Abandono del sitio sin daños</b>	No se genera ningún problema, sólo se levantan o recuperan los muertos o anclas y se arrastra a la orilla para su extracción del cuerpo de agua.	Requiere de un trabajo con embarcaciones especiales y posiblemente del uso de maquinaria pesada, pudiéndose generarse impactos ecológicos a las poblaciones de ostras u otros organismos al levantar sedimentos finos.
<b>Reutilización de materiales</b>	No se tiene la necesidad de utilizar más que los componentes de las canastas.	Existen desperdicios de plásticos, metales y madera después de cada cosecha.

### Requerimientos legales

Por tal motivo que no existen impedimentos legales como tal, para el desarrollo de los cultivos de ostión empleando sistemas con artes de cultivo suspendidos, pero se presenta el problema en la tramitación de la concesión para el cultivo comercial, por el tiempo tan largo de la duración real del trámite que llega a representar varios años, sobre todo si el titular o beneficiario del trámite es una persona moral, primero hay que esperar varios meses para la resolución del estudio de impacto ambiental ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) y posteriormente el trámite de la concesión ante la CONAPESCA, llega a tardar varios años, por esta causa los productores que pretenden dedicarse a desarrollar algún proyecto de cultivo, a últimas fechas han optado mejor por tramitar un permiso de acuicultura de fomento (que se obtiene en unos meses), mientras se realiza el trámite de concesión.



## CONCLUSIÓN

Las lagunas de Carmen-Pajonal Machona cuentan con un alto potencial para desarrollar los cultivos de ostión americano *Crassostrea virginica* estimándose que existe condiciones para llegar a una producción de más de 45 mil toneladas anuales, de esta manera se puede aprovechar la extensa superficie de este sistema lagunar, pudiéndose contar con condiciones muy convenientes para el desarrollo de los molusco, claramente no es aprovechado con eficiencia, debido a la falta de alternativas en las técnicas productivas y artes de cultivo más convenientes a la profundidad, corrientes, turbiedad y así mismo las características bióticas y abióticas del cuerpo lagunar.

Se han realizado acciones experimentales, de diferentes sistemas de cultivo de ostión, pero es de mucha importancia trabajar o enfocar estudios en cada etapa de la cadena productiva de los ostiones, con el fin de llevar a cabo las pruebas y las técnicas de adaptaciones convenientes a las condiciones naturales de la laguna, así mismo unas de las limitantes para tener estos estudios no se contaba con un laboratorio para la obtención de las semillas sin embargo hoy en día se cuenta con un laboratorio para realizar pruebas y estudios del ostión, cabe mencionar que anteriormente la captación de semillas silvestres daba muy buenos resultados, siendo que por un tiempo permitió un incremento significativo para la realización del cultivo y así mismo la producción del ostión, unas de las desventajas que ocurrió el gobierno federal por un decreto de austeridad dejó de subsidiar las investigaciones Biológico-Pesquera, con la cual se contaba los estudios para determinar los periodos precisos para la captación de las larvas, misma que provocó que en algunos años no se realizaran cultivos y además que en ese tiempo no se contaba con un laboratorio, para hacer un cultivo programado con ciclos escalonados y que asegurara la disposición de las larvas, en el periodo conveniente, con la cantidad establecida y con las características requeridas.

Es importante las pruebas piloto unas de las técnicas de cultivo del ostión fueron basado en el uso de canastas australianas localizadas en las zonas productivas del Sistema Lagunar Carmen Pajonal Machona, con la finalidad de que se generen alternativas de cultivo para la disminución de mano de obra, así mismo ver las diferentes adaptaciones y condiciones ambientales tales como: profundidad, corrientes, turbiedad, Etc. La realización de las pruebas experimentales de los sistemas de cultivo, se tiene que seguir trabajando paralelamente y arduamente en asuntos que también se requiere resolver como son: Ante la Secretaría de Salud gestionar la certificación sanitaria de las áreas de producción a través del Programa Mexicano de Sanidad de Moluscos Bivalvos. Trabajar en el mejoramiento del precio, esencialmente al diferenciar la calidad del ostión cultivado del ostión de captura e incursionar en mercados de alimentos gourmet. Capacitar y actualizar a los productores en técnicas más modernas. Probar otras tecnologías de cultivo como el sistema Neo Zelandés Flip Farm que con algunas adecuaciones pudiera ser también una buena opción para cultivar ostiones eficientemente, debido a la automatización de la mayoría de las actividades operativas, reduciendo de esta manera los costos de operación, además de ser una tecnología altamente amigable con el medio ambiente.



## AGRADECIMIENTO

La presente investigación no se hubiera podido realizar sin el apoyo en campo de investigadores y compañeros que apoyaron en dicho trabajo. Asimismo, se agradece a Arturo Garrido Mora por sus conocimientos aportados, así como la colaboración para la realización del artículo. Este trabajo contó con el apoyo del Laboratorio de pesquerías de la División Académica de Ciencias Biológicas de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Se agradece también al CONACYT por el apoyo de la beca otorgada y al convenio realizado por parte de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.

**RESUMEN: Implementación de un sistema de cultivo de *crassostrea virginica* (Ostión del Golfo) a base de canastas australianas en el sistema lagunar Carmen-Pajonal-Machona, Tabasco, México.** El ostión americano (*Crassostrea virginica*) es considerado una especie de gran importancia comercial en el estado, los cuerpos lagunares Carmen, Pajonal y la Machona así como Mechoacán son de los principales ecosistemas con una mayor producción pesquera en los últimos años, siendo una actividad pesquera extractiva y representa una actividad generadora de ingresos económicos para las comunidades costeras y una fuente importante de alimento como de importancia social, así mismo esta especie ha sido explotada por su talla comercial, el presente trabajo se planteó con el objetivo de implementar una nueva técnica de cultivo para mejorar la producción de *C. virginica*, a base de canastas australianas. Esta investigación se llevó a cabo en el sistema lagunar Carmen-Pajonal-Machona, Tabasco, en un periodo de enero a diciembre de 2020 con un método de cultivo en suspensión la cual pertenece a un sistema de cultivo de engorda ostrícola denominado “Pilotes y Sartas” la cual están estructuradas de manera rectangular con un área de 04.0 hectáreas con unas dimensiones de 400.00 M. de largo por 100.00 de ancho, con sartas tipo japonés en forma de anillo a una profundidad aproximada de 100 a 130 cm. La aplicación del sistema de cultivo consta de 4 etapas que corresponden en: Fijación, Pre-engorda, Engorda y Cosecha. Se introdujeron 2’867,200 semillas en cada módulo de una hectárea y en cuanto a su totalidad de 8’601,600 para cargar la granja en cada ciclo de engorda. En cuanto a la obtención de semilla de ostión se obtuvo ya fijada en las sartas desde el mismo laboratorio la cual está ubicada en el sistema lagunar Carmen-Pajonal-Machona. Por cada ciclo se obtuvo una cosecha con una producción de 100 toneladas / ha de ostión y asimismo se obtuvo 300 toneladas por los 3 ciclos del total del cultivo. Las canastas australianas se consideró un sistema de alta calidad por su alta eficiencia en método de cultivo ya que soporta altas condiciones ambientales tales como salinidad, temperatura y mareas, al ser una técnica que mantiene en constante movimiento los ostiones logrando que soben entre ellos esta técnica no acumula sedimentos y maximiza la producción del recurso.



## BIBLIOGRAFÍA

- ÁLVAREZ, Jr., M. (1962).** Geología, Paleogeografía y Tectónica de México. Univ. Nal. Autón. México. Fac. Ingeniería. 150 p.
- CARRANZA-EDWARDS, A. M. GUTIÉRREZ-ESTRADA R. RODRIGUEZ-TORRES. (1975).** An. Centro Cienc. del Mar y Limnol. Unidades morfo-tectónicas continentales de las costas mexicanas. Univ. Nal. Autón. México. 81-88 2 (1)
- CONAPESCA. (2010).** Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera, con datos de la Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca.
- Dame, R. F., J. D. Spurrier & T. G. Wolaver. (1989).** Carbon, nitrogen and phosphorus processing by an oyster reef. Mar. Ecol-Prog. Ser. 54: 249-256.
- De la Rúa, A., J. M. Arellano, M.L. Gonzalez de Canales y J. Blasco. (2005).** Alteraciones histopatológicas inducidas por cobre en el ostión *Crassostrea angulata*. Ciencias Marinas. 31 (3) 455:466.
- Kennedy, V.S., R.I.E. Newell & A.F. Eble. (1996).** The Eastern Oyster, *Crassostrea virginica*. Maryland Sea Grant, UM-SG-TS-96-01: 734 p.
- Miranda, J.F. (2000).** Determinación de la fijación de semilla del ostión *Crassostrea virginica* (Gmelin) en la laguna Mecoacán, Paraíso, Tabasco. Tesis de Licenciatura. DACBIOL-UJAT, Tabasco.
- Ortiz-Pérez, M.A. y L. Gama. (2019).** Dinámica e inestabilidad de la zona costera. En: La biodiversidad en Tabasco. Estudio de Estado. Vol. I. CONABIO, México, pp. 83-87.
- PSUTY, N. P. (196).** The Geomorphology of beach ridges in Tabasco, México. Louisiana State Univ. Coastal Studies Inst. Tech. 1-51 (30)
- RAISZ, E. (1959).** Landforms of Mexico. Geography Branch. U.S. Office of Naval Research. Cambridge, Mass. mapa.
- TANNER, W. F. F. W. STAPOR. (1971).** Tabasco beachridge plain: an eroding coast. Trans. Gulf Coast Assoc. Geol. Socs. 231-232 (21)



**Tello, D M., (1988).** Las instituciones y la pesca en Tabasco, SEPESCA, México. 77p.

**THOM, B. G. (1967).** Mangrove ecology and deltaic geomorfology: Tabasco, México. Jour. Ecol. 301-343 55

**Zárate-Noble V.M., y L.R. Solana-Sansores, (2010).** Efectos del cambio climático en las poblaciones de ostión (*Crassostrea virginica*) de las lagunas costeras del Golfo de México, p. 493-498. En: E. RiveraArriaga, I. Azuz-Adeath, L. Alpuche Gual y G.J. Villalobos Zapata (eds.). Cambio Climático en México un Enfoque Costero-Marino. Universidad Autónoma de Campeche Cety-Universidad, Gobierno del Estado de Campeche. 944 p.

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.  
México.