

UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ – EXTENSIÓN PEDERNALES

FACULTAD DE CIENCIAS MARINAS

Carrera de Biología



PROYECTO DE TESIS PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
BIÓLOGO

TÍTULO:

EVALUACIÓN DEL CRECIMIENTO DE OSTRAS DEL PACÍFICO

(Magallana gigas, THUNBERG, 1793) EN EL CULTIVO EXPERIMENTAL

DEL SECTOR ZURRONES PEDERNALES

AUTOR (A)

ALAN DANIEL CAMPAÑA LUNA

TUTOR (A)

BLG. CECIBEL M. TENELEMA DELGADO

PEDERNALES – ECUADOR

2024

CERTIFICACION DE APROBACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACION

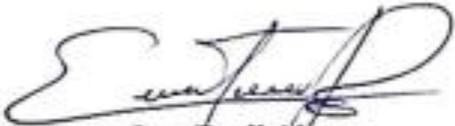
El tribunal evaluador Certifica:

Que el trabajo de fin de carrera modalidad Proyecto de Investigación titulado: **EVALUACIÓN DEL CRECIMIENTO DE OSTRAS DEL PACÍFICO** (*Magallana gigas*, THUNBERG, 1793) EN EL CULTIVO EXPERIMENTAL DEL SECTOR ZURRONES PEDERNALES. Realizado y concluido por la Sr. Alan Daniel Campaña Luna ha sido revisado y evaluado por los miembros del tribunal.

El trabajo de fin de carrera antes mencionado cumple con los requisitos académicos, científicos y formales suficientes para ser aprobado.

Pedernales, 29 de enero del 2025.

Para dar testimonio y autenticidad firman:


Ing. Derli Alava
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL


Ing. Jacinto Andrade
Miembro del tribunal


Blgo. Edison Falcones.
Miembro del tribunal

	NOMBRE DEL DOCUMENTO: CERTIFICADO DE TUTOR(A).	CÓDIGO: PAT-04-F-004
	PROCEDIMIENTO: TITULACIÓN DE ESTUDIANTES DE GRADO BAJO LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR	REVISIÓN: 1 Página 2 de 2

CERTIFICACIÓN

En calidad de docente tutora de la extensión Pedernales de la Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí, CERTIFICO:

Haber dirigido, revisado y aprobado preliminarmente el Trabajo de Integración Curricular y/o Trabajo de Investigación bajo la autoría del estudiante ALAN DANIEL CAMPAÑA LUNA, legalmente matriculado en la carrera de Biología, período académico 2024-2, cumpliendo el total de 384 horas, cuyo tema del proyecto es "EVALUACIÓN DEL CRECIMIENTO DE OSTRAS DEL PACÍFICO (Magallana gigas, THUNBERG, 1793) EN EL CULTIVO EXPERIMENTAL DEL SECTOR ZURRONES PEDERNALES".

La presente investigación ha sido desarrollada en apego al cumplimiento de los requisitos académicos exigidos por el Reglamento de Régimen Académico y en concordancia con los lineamientos internos de la opción de titulación en mención, reuniendo y cumpliendo con los méritos académicos, científicos y formales, y la originalidad del mismo, requisitos suficientes para ser sometida a la evaluación del tribunal de titulación que designe la autoridad competente.

Particular que certifico para los fines consiguientes, salvo disposición de Ley en contrario.

Pedernales, 13 de diciembre de 2024.

Lo certifico,



Bлга. Cecibel M. Tenelema Delgado., MSc.
Docente Tutor a
Área: Ciencias de la Vida

Nota 1: Este documento debe ser realizado únicamente por el/la docente tutor/a y será receptado sin enmendaduras y con firma física original.

Nota 2: Este es un formato que se llenará por cada estudiante (de forma individual) y será otorgado cuando el informe de similitud sea favorable y además las fases de la Unidad de Integración Curricular estén aprobadas.

Autoría de responsabilidad.

CARRERA DE BIOLOGÍA

Extensión Pedernales

DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD

Yo, Alan Daniel Campaña Luna, con cédula de identidad No. 2350699050, declaro que el presente trabajo de titulación "Evaluación del Crecimiento de ostras del pacífico (*Magallana gigas*, THUNBERG, 1793) en el cultivo experimental del sector Zurrones Pedernales" ha sido desarrollado considerando los métodos de investigación existente y respetando los derechos intelectuales de terceros considerados en las citas bibliográficas.

Consecuentemente declaro que las ideas y contenidos expuestos en el presente trabajo son de mi autoría, en virtud de ello me declaro responsable del contenido, veracidad y alcance de la investigación antes mencionada.

Pedernales, 12 de diciembre 2024



Alan Daniel Campaña Luna

C.I.: 2350699050

Dedicatoria

Dedico este trabajo a mi madre, quien ha sido mi mayor apoyo a lo largo de mi vida. Gracias por estar siempre a mi lado, brindándome tu amor incondicional y tu fuerza incansable, sin rendirte nunca, incluso en los momentos más difíciles.

A mi querida Melany Viteri, quien ha sido mi refugio y mi alegría en tiempos de adversidad. Tu motivación y apoyo constante me han impulsado a seguir adelante y a dar lo mejor de mí en este proceso y en la vida.

A mi amada abuela Martina Vélez, cuyo ejemplo me ha enseñado desde la infancia el verdadero valor del trabajo y la honestidad. Tus enseñanzas han sido una guía fundamental en mi camino.

A mi familia, especialmente a mis tías Gladys y Becky, y a mi tío Carlos, por su apoyo incondicional y su ayuda en cada etapa de este proceso.

A mi padre, por su respaldo para que pudiera culminar esta etapa con éxito.

Y, por último, a mis amigos Jeixon, Josué, Lucho e Itatí, quienes siempre han tenido palabras de ánimo y me han brindado su ayuda. Gracias a su amistad y apoyo, este logro ha sido posible.

Agradecimientos

Quiero expresar mi más profundo agradecimiento a mi querida familia, especialmente a mi madre, mis tíos y mis tías, quienes siempre me brindaron palabras de aliento en los momentos más cruciales. Su apoyo emocional y económico ha sido fundamental para que pueda alcanzar uno de los mayores logros de mi vida.

A mi amada novia, Melany Viteri, gracias por estar a mi lado de manera incondicional, llenándome de ánimo y energía para superar cada obstáculo. Tu amor y apoyo constante han sido una fuente invaluable de fortaleza y motivación, y me siento afortunado de compartir contigo este momento tan significativo.

A mis compañeros de universidad Jeixon, Josué, Lucho e Itatí, gracias por convertir esta etapa en una de las mejores experiencias de mi vida. Su amistad y compañía fueron un pilar importante que me ayudó a avanzar día tras día con entusiasmo.

A mi tutora de tesis, Blga. Cecibel Tenelema, le agradezco profundamente por su paciencia, orientación y compromiso durante todo el proceso de esta investigación. Su guía fue esencial para culminar con éxito este proyecto.

Finalmente, al Dr. Luis Madrid, gracias por su invaluable colaboración en la obtención de los recursos necesarios para llevar a cabo esta tesis. Su apoyo fue clave para materializar este trabajo.

A todos ustedes, mi gratitud eterna por formar parte de este logro que marca un hito en mi vida.

Resumen

La ostra del Pacífico, conocida científicamente como *Magallana gigas*, es un bivalvo originario del mar de Japón, ampliamente cultivado a nivel mundial debido a su destacada capacidad de adaptación y su alto valor comercial. Esta especie representa una fuente significativa de sustento para muchas comunidades costeras. El presente estudio tuvo como objetivo evaluar el crecimiento y la viabilidad del cultivo de *M. gigas* en la playa Zurrones, Ecuador, para determinar la idoneidad de esta área para el desarrollo acuícola. El experimento abarcó dos ciclos de cultivo, cada uno con una duración de seis meses y un intervalo de tres meses entre ellos, para un total de 12 meses. Durante este periodo, se realizaron mediciones mensuales de parámetros ambientales y de crecimiento. En el primer cultivo, se observó un incremento promedio de 1 cm de longitud y 0.5 cm de ancho por mes, con condiciones ambientales promedio de 26.1°C de temperatura, 32.6 ppm de salinidad y un pH de 8. El segundo cultivo presentó un crecimiento mensual promedio de 1.16 cm de longitud y 0.64 cm de ancho, acompañado de un aumento de la temperatura promedio a 27.3°C, con picos altos en los últimos meses atribuidos a factores climáticos, mientras que la salinidad y el pH se mantuvieron estables en 32.5 ppm y 8, respectivamente. En términos de supervivencia, la mortalidad fue del 19.96% en el primer ciclo, mientras que en el segundo alcanzó un 42.19%, probablemente debido al estrés térmico y otros factores ambientales adversos. Los resultados obtenidos evidencian tanto el potencial como los desafíos del cultivo de *M. gigas* en esta región, aportando información valiosa para el desarrollo sostenible de la actividad acuícola en Zurrones.

Palabras Clave: Cultivo, temperatura, crecimiento, mortalidad, longitud

Abstract y Keywords

The Pacific oyster, scientifically known as *Magallana gigas*, is a bivalve native to the Sea of Japan, widely cultivated worldwide due to its remarkable adaptability and high commercial value. This species represents a significant source of livelihood for many coastal communities. The present study aimed to evaluate the growth and viability of *M. gigas* farming at Zurrones beach, Ecuador, in order to determine the suitability of this area for aquaculture development. The experiment included two cultivation cycles, each lasting six months, with a three-month interval between them, for a total of 12 months. During this period, monthly measurements of environmental and growth parameters were taken. In the first cycle, an average growth of 1 cm in length and 0.5 cm in width per month was observed, with average environmental conditions of 26.1°C temperature, 32.6 ppm salinity, and a pH of 8. The second cycle showed an average monthly growth of 1.16 cm in length and 0.64 cm in width, accompanied by an increase in average temperature to 27.3°C, with higher peaks in the last months attributed to climatic factors, while salinity and pH remained stable at 32.5 ppm and 8, respectively. In terms of survival, mortality was 19.96% in the first cycle, while in the second cycle, it reached 42.19%, likely due to thermal stress and other adverse environmental factors. The results obtained demonstrate both the potential and challenges of *M. gigas* farming in this region, providing valuable information for the sustainable development of aquaculture activities in Zurrones.

Keywords: Farming, temperature, growth, mortality, length

Índices de contenidos

Certificación de aprobación del trabajo de titulación**¡Error! Marcador no definido.**

Autoría de responsabilidad**¡Error! Marcador no definido.**

Dedicatoria V

Agradecimientos VI

Resumen VII

Abstract y Keywords VIII

Índices de contenidos IX

Índice de tablas XIII

Índice de ilustraciones XIII

Índice de Anexos XIII

1. CAPÍTULO 1: CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN 1

1.1 *Introducción* 1

1.2 *Planteamiento Del Problema* 2

1.2.1 Identificación de variables 3

1.2.1.1 Variables Independientes 3

1.2.1.2 Variables Dependientes	4
1.2.2 Formulación del problema	4
1.2.3 Hipótesis	4
1.3 <i>Objetivos del Proyecto de Investigación</i>	5
1.3.1 Objetivo General	5
1.3.2 Objetivos Específicos.....	5
1.4 <i>Justificación del Proyecto</i>	5
1.5 <i>Marco Teórico</i>	6
1.5.1 Antecedentes	6
1.5.2 Sustentabilidad del sector ostrícola	7
1.5.3 Biología de <i>M. Gigas</i>	8
1.5.3.1 Taxonomía.....	8
1.5.3.2 Morfología	9
1.5.3.3 Anatomía.....	10
1.5.3.4 Anatomía Externa	12
1.5.3.5 Anatomía Interna.....	13
1.5.3.6 Crecimiento	13
1.5.3.7 Habitación y distribución.....	15
1.5.3.8 Depredadores de ostras.....	16
1.5.3.9 Enfermedades presentes en el medio.....	17
1.5.4 Cultivos de ostras en linternas.....	18
1.5.5 Cultivo.....	18
1.5.5.1 Siembra.....	19

1.5.5.2	Pre-engorda	20
1.5.5.3	Engorda.....	20
1.5.5.4	Endurecimiento	21
1.5.5.5	Cosecha.....	22
1.5.6	Ventajas y desventajas del sistema long line	23
1.5.6.1	Ventajas:	23
1.5.6.2	Desventajas:	23
1.5.7	Limpieza y Mantenimiento	24
1.5.7.1	Mantenimiento del sistema Long Line	24
1.5.7.2	Limpieza del sistema.....	25
1.5.7.3	Frecuencia	25
1.5.8	Bases Legales	26
2.	CAPÍTULO 2:.....	27
2.1	<i>Enfoque de la Investigación</i>	27
2.2	<i>Diseño de la investigación</i>	28
2.3	<i>Tipo de investigación</i>	29
2.4	<i>Metodo de investigación</i>	29
2.4.1	Área de estudio.....	29
2.5	<i>Población y/o Muestra</i>	30
2.5.1	Población	30
2.5.2	Muestra	31
2.6	<i>Técnica de investigación</i>	31

2.6.1	Sistema empleado	31
2.6.2	Sistema Long line ilustrado	32
2.6.2.1	Sistema de soporte:	32
2.6.2.2	Sistema de fondeo	33
2.6.2.3	Sistema de crecimiento (Linternas).....	33
2.6.3	Mantenimiento del sistema long line	34
2.6.4	Evaluación parámetros fisicoquímicos del agua	35
2.6.5	Estimación de la mortalidad.....	35
2.6.6	Determinación de la tasa de crecimiento	35
2.7	<i>Operacionalización de variables</i>	36
3.	CAPITULO 3: Resultados y Discusión.....	37
3.1	<i>Resultados</i>	37
3.1.1	Evaluación parámetros fisicoquímicos del agua.	37
3.1.2	Estimación la mortalidad de siembra	37
3.1.3	Determinación de la tasa de crecimiento	39
3.2	<i>Discusión</i>	40
3.2.1	Respuesta a la pregunta de investigación	42
3.3	<i>Conclusiones</i>	42
3.4	<i>Recomendaciones</i>	43
4.	Bibliografía.....	45
5.	Anexos.....	51

Índice de tablas

Tabla 1. Taxonomía Magallana Gigas.	9
Tabla 2. Operacionalización de variables.	36
Tabla 3. Parámetros registrados mensualmente.....	37
Tabla 4. Mortalidad registrada mensualmente.	38

Índice de ilustraciones

Ilustración 1. Diseño del cultivo experimental . Elabora con propia.....	32
---	----

Índice de figuras

Figura 1. Anatomía externa de Magallana Gigas. Elaboración propia.....	12
Figura 2. Anatomía interna de Magallana gigas, así como sus partes y órganos. (Chávez-Villalba, J, 2014).....	13
Figura 3. Franja costera donde se encuentra la playa Zurrónes, Pedernales, Manabí. (Google, 2024).....	30
Figura 4. Crecimiento mensual del largo en el primer cultivo (Izquierda) y segundo cultivo (Derecha).....	39
Figura 5. Crecimiento transversal durante el primer cultivo (Izquierda) y el segundo cultivo (Derecha).....	40

Índice de Anexos

Anexo 1. Elavoracion y ubicacion del peso muerto.	51
Anexo 2. Elementos del sistema long line.	52
Anexo 3. Semillas empleadas en los cultivos experimentales.	53
Anexo 4. Proceso de siembra.	53
Anexo 5. Extraccion de las linternas y mantenimiento de las lineas.	54
Anexo 6. Extraccion, limpieza de lostras y mantenimiento de linternas..	55
Anexo 7. Toma de medidas longitudinales..	57
Anexo 8. Conteo y reubicacion de las ostras.	60
Anexo 9. Ostras muertas por oleadas de calor.	62

1. CAPÍTULO 1: CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Introducción

La ostra del pacifico es una especie de molusco bivalvo cuyo nombre científico actual es *Magallana gigas*. Sin embargo, históricamente se le conocía como *Crassostrea gigas*, un nombre que aún es común en algunos textos y contextos. Es originaria del mar de Japón, pero se cultiva alrededor del mundo siendo que en la acuicultura ha emergido como una de las principales actividades económicas para satisfacer la creciente demanda mundial de productos pesqueros. Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), esta práctica no solo contribuye a la seguridad alimentaria global, sino que también desempeña un papel significativo en la generación de empleo y el desarrollo económico de comunidades costeras. Entre los diversos cultivos acuícolas, el cultivo de bivalvos, como las ostras, destaca por su bajo impacto ambiental y su alto valor en los mercados internacionales.

Dentro de las especies más cultivadas a nivel mundial, la ostra del Pacífico (*Magallana gigas*) se ha consolidado debido a su capacidad de adaptación a diferentes ambientes, su rápido crecimiento y su resistencia a enfermedades. Esta especie es altamente valorada tanto en la gastronomía como en la industria, posicionándola como un recurso estratégico para muchas economías costeras (Gosling, 2015).

En el caso de Ecuador, el desarrollo de la acuicultura ha mostrado un crecimiento constante, con un enfoque predominante en el cultivo de camarón. Sin embargo, la diversificación de esta actividad hacia otras especies, como las ostras, representa una oportunidad para optimizar el uso de los recursos marinos y generar nuevas alternativas económicas. El sector de Zurrones, localizado en la provincia de Manabí, ofrece características ambientales idóneas para el cultivo de

Magallana gigas, incluyendo temperaturas adecuadas, salinidad estable y una rica disponibilidad de nutrientes provenientes de corrientes marinas locales (Montaño et al., 2018).

A pesar del potencial que presenta esta región, los estudios enfocados en evaluar el crecimiento de ostras del Pacífico en Zurrones son limitados. Esta investigación busca abordar este vacío de conocimiento mediante la evaluación del crecimiento de *Magallana gigas* en condiciones locales específicas, considerando factores ambientales como la temperatura, la calidad del agua y la dinámica del medio ambiente. Los resultados obtenidos permitirán no solo mejorar las estrategias de manejo para esta especie, sino también impulsar el desarrollo sostenible de la acuicultura en la región y fortalecer su papel dentro del contexto nacional.

1.2 Planteamiento Del Problema

El cantón Pedernales a pesar de contar con condiciones ambientales favorables para el desarrollo de la acuicultura, esta zona ha sido tradicionalmente dependiente de cultivos limitados principalmente el camarón blanco (*Litopeus vanamei*), lo que hace su economía vulnerable a fluctuaciones en los mercados y a problemas sanitarios como la mancha blanca que se dio entre los años 1999-2004 que afectó a esta especie específica. Por lo tanto, el estudio del cultivo de ostras del Pacífico en esta región representa una oportunidad para introducir una nueva actividad económica que pueda diversificar las fuentes de ingreso y mejorar la seguridad alimentaria en el cantón.

La *Magallana gigas*, es una especie de bivalvo con gran valor en los mercados tanto nacionales como internacionales, destaca por su rápido crecimiento y su capacidad de adaptarse a diversos ambientes costeros. Investigaciones realizadas en diferentes países indican que esta ostra del Pacífico se adapta favorablemente a zonas con características similares a las de Pedernales, donde existen altos niveles de salinidad, temperaturas adecuadas y una abundancia de microalgas

como fuente de alimento. Esto plantea un importante potencial para el desarrollo de esta actividad en la región. La realización de un cultivo experimental en el sector de Zurrones ayudaría a confirmar si estas condiciones son idóneas para el crecimiento y supervivencia de la especie, generando datos que respalden la viabilidad de la ostra en esta área.

En términos socioeconómicos, impulsar el cultivo de ostras del Pacífico en Pedernales podría mejorar la calidad de vida de las comunidades locales, al ofrecer nuevas oportunidades laborales y fomentar una economía más diversificada, reduciendo la dependencia de una sola actividad económica. Desde el punto de vista ambiental, la acuicultura de ostras puede ser una actividad sostenible si se maneja adecuadamente, además de afectar positivamente los ecosistemas acuáticos, ya que estos organismos actúan como filtros naturales, mejorando la calidad del agua y beneficiando a la biodiversidad.

Desde la perspectiva científica, este estudio es clave para ampliar el conocimiento sobre la adaptación de la *Magallana gigas* a las condiciones específicas de las costas ecuatorianas. Los resultados no solo serán útiles para los acuicultores de la región, sino que también enriquecerán la literatura científica global, aportando datos comparativos valiosos para la acuicultura en otras partes del mundo. De esta manera, la investigación contribuirá a establecer una base técnica sólida para la acuicultura sostenible en Ecuador, apoyando los objetivos de seguridad alimentaria y desarrollo sostenible impulsados en la legislación del país.

1.2.1 Identificación de variables

1.2.1.1 Variables Independientes

Profundidad: La profundidad de las jaulas dependerá de las condiciones climáticas presentes no obstante esta suele oscilar entre los 3 a 5 metros de profundidad.

Densidad: La densidad en cada jaula cambia a medida que se desarrollan al inicio de la siembra se reparten 100g por cada piso y una vez que logran obtener un tamaño de 5 a 6 cm promedio se dividen de 150 a 200 unidades por piso.

Limpieza y mantenimiento del sistema: La limpieza es una parte importante para este cultivo por lo cual se realiza 2 veces al mes mientras que el mantenimiento es 1 vez mensual

1.2.1.2 Variables Dependientes

Crecimiento: El crecimiento de ostras dependerá de la cantidad de alimento disponible en el medio y de cuanto alimento circule por el sistema lo que depende en gran medida de la limpieza y mantenimiento.

Supervivencia: Las condiciones climáticas juegan un papel importante no obstante medidas como elevar o bajar la profundidad ayudan a amortiguar las condiciones climáticas adversas.

1.2.2 Formulación del problema

¿Cómo influyen las condiciones ambientales del cultivo experimental en el sector Zurrone de Pedernales en el crecimiento de las ostras del Pacífico (*Magallana gigas*, Thunberg, 1793)?

1.2.3 Hipótesis

H₀: Las ostras del Pacífico (*Magallana gigas*) no presentan una buena tasa de crecimiento en el cultivo experimental del sector Zurrone de Pedernales.

H: Las ostras del Pacífico (*Magallana gigas*) presentan una buena tasa de crecimiento en el cultivo experimental del sector Zurrone de Pedernales

1.3 Objetivos del Proyecto de Investigación

1.3.1 Objetivo General

Evaluar el crecimiento de Ostras del Pacífico (*Magallana gigas*) en el Cantón Pedernales, cultivadas en jaulas en el medio marino.

1.3.2 Objetivos Específicos

Evaluar parámetros fisicoquímicos del agua del sector Zurroneles para determinar la idoneidad del entorno para el cultivo de ostras del Pacífico.

Estimar la mortalidad de siembra del cultivo de ostras del Pacífico.

Determinar la tasa de crecimiento de las ostras en el cultivo experimental.

1.4 Justificación del Proyecto

El cultivo de ostras del Pacífico (*Magallana gigas*) se presenta como una opción viable y sostenible para diversificar la acuicultura de Pedernales, debido a las condiciones ambientales favorables de la zona de Zurroneles, Pedernales. Este molusco, ampliamente cultivado a nivel global por su valor comercial, su adaptabilidad y rápido crecimiento, destacándose China como el mayor productor con 4 a 5 millones de toneladas anuales. Japón y Corea del Sur también son importantes productores, con aproximadamente 300,000 toneladas cada uno, mientras que Estados Unidos y Francia producen 160,000 y 120,000 toneladas respectivamente (Shumway, 2020). Otros países como Nueva Zelanda y España también contribuyen a la producción en menor escala. La producción varía según las condiciones climáticas, la demanda y las políticas de sostenibilidad de cada región productora (FAO, 2021).

Teniendo el potencial de contribuir significativamente al desarrollo económico local. A nivel global, la ostra del Pacífico ha demostrado adaptarse bien a diversos entornos marinos y

estuarinos, generando altos rendimientos en cultivos comerciales (National Oceanic and Atmospheric Administration, 2021).

En este sentido, evaluar el crecimiento y supervivencia de las ostras del Pacífico en la región de Zurrones, Pedernales, permitirá no solo determinar la viabilidad de su cultivo, sino también ofrecer una alternativa económica sostenible para la población local.

Por lo tanto, este estudio es fundamental para sentar las bases de una nueva actividad productiva en el cantón Pedernales, que no solo mejorará la economía local, sino que también reducirá los riesgos asociados a la dependencia de un solo recurso económico, fomentando un desarrollo más resiliente y sostenible en el sector acuícola.

1.5 Marco Teórico

1.5.1 Antecedentes

El cultivo de ostras del pacífico (*Magallana gigas*) se encuentra distribuido alrededor del Pacífico noroccidental siendo originaria de Japón donde se ha cultivado desde el Período Edo (1603-1868), pero se ha introducido y cultivado en varias regiones del mundo debido a su importancia comercial (Subpesca, n.d.). Algunos de los países donde se puede encontrar la ostra del Pacífico incluyen a Estados Unidos, Francia, Canadá, Nueva Zelanda y Australia por nombrar algunos.

Por su parte Cisneros et al. (2000) implementaron este sistema en Perú en las localidades de San Bartolo y en la isla San Lorenzo en el cual se aprecian las dos etapas siendo estas la de cultivo intermedio y la de cultivo final o de engorde siendo la primera la etapa donde se realiza la siembra y la segunda donde se alcanza la talla comercial o deseada. Además, se recomienda

mensualmente realizar la limpieza y clasificación de las ostras y las linternas lo cual es de suma importancia en este sistema.

En Ecuador se han realizado estudios de factibilidad con respecto a este recurso llegando a realizar la siembra de 3,586 semillas en una localidad próxima al estuario del río Chone de la provincia de Manabí. El crecimiento de estas se dio en un periodo de tiempo de 116 días a alcanzando la talla óptima para su comercialización siendo esta de 8cm de largo en este lapso de tiempo lo cual nos indica un crecimiento más rápido de esta en la zona y por último se obtuvo una supervivencia del 84.8% siendo estos indicadores positivos (Pérez Suarez & Osorio C., 1994).

Sánchez López (2015) indica en su estudio realizado en la Península de Santa Elena que la mortalidad dependerá de la presencia de depredadores y de las condiciones ambientales que se den durante el periodo de siembra, siendo el caso que en el estudio realizado en la península se realizó en el año 2015 en un periodo de 5 meses siendo la fecha de inicio el 23/01/2015 y culminando en el 20/05/2015 teniendo una tasa de supervivencia del 86% y una tasa de mortalidad del 14% siendo el fenómeno del niño una condición ambiental que afecta el desarrollo de la ostra del pacífico por estos motivos el mantenimiento mínimo mensual de las linternas juega un papel importante en la limpieza de parásitos y depredadores, así como en la revisión de parámetros.

1.5.2 Sustentabilidad del sector ostrícola

La sustentabilidad del sector ostrero con la especie *Magallana gigas* en el cantón Pedernales se basa en varios aspectos que lo hacen una opción viable desde el punto de vista económico, social y ambiental. En primer lugar, las condiciones ambientales del cantón, como la calidad del agua, los niveles de salinidad y la disponibilidad de nutrientes, son idóneas para el desarrollo de esta especie, lo que asegura un crecimiento rápido y eficiente. Según Sánchez López (2015), la disponibilidad de luz solar, crucial para el desarrollo de microalgas, principal alimento

de las ostras es un factor clave en el éxito del cultivo de *Magallana gigas* en zonas cercanas a la línea ecuatorial, como Pedernales.

La sostenibilidad económica se refuerza al diversificar la oferta de productos acuícolas en una región que ha sido históricamente dependiente del camarón. Al reducir la dependencia de una sola especie, como el camarón, se mitiga el impacto de enfermedades como la mancha blanca, que afectó gravemente a la economía local entre 1999 y 2004 (Cisneros et al., 2000). El cultivo de ostras contribuye a la resiliencia económica del cantón, al ofrecer una alternativa productiva que puede generar ingresos constantes, incluso en situaciones adversas para otras especies.

A nivel social, el desarrollo del cultivo de ostras en Pedernales ofrece una nueva fuente de empleo para las comunidades locales. Esta actividad puede ser fácilmente implementada por pequeños productores, lo que promueve la inclusión social y el desarrollo de habilidades en acuicultura. Pérez Suarez & Osorio C. (1994) señalan que la viabilidad del cultivo de ostras, con altos índices de supervivencia (84.8%) y crecimiento rápido, es un factor que incentiva su adopción por parte de pequeños productores y cooperativas locales.

1.5.3 Biología de M. Gigas.

1.5.3.1 Taxonomía

Anteriormente, la ostra del Pacífico era clasificada bajo el género *Crassostrea*, y su nombre científico era *Crassostrea gigas*. Sin embargo, en años recientes ha habido cambios en la taxonomía y la ostra del Pacífico ha sido reclasificada en el género *Magallana*. Así que, el nombre científico actual es *Magallana gigas*.

Tabla 1. Taxonomía Magallana Gigas.

Reino: Animalia (animales)

Filo: Mollusca (moluscos)

Clase: Bivalvia (bivalvos)

Orden: Ostreoida (ostréidos)

Familia: Ostreidae (ostréidos)

Género: Magallana

Especie: *Magallana gigas*

1.5.3.2 Morfología

Su morfología está caracterizada por una concha calcárea de forma ovalada o irregular, con dos valvas asimétricas. La valva inferior, más convexa y generalmente adherida a un sustrato, es más gruesa y rugosa, mientras que la valva superior es más plana y delgada (Pérez-Suárez & Osorio, 1994).

El tamaño de la ostra del Pacífico puede variar dependiendo de las condiciones ambientales y del cultivo, alcanzando comúnmente entre 8 y 15 cm de longitud en estado adulto. La concha presenta un color blanco o grisáceo en su exterior, a menudo con tonos marrones o verdosos, mientras que la superficie interna es lisa y nacarada (Sánchez López, 2015).

En cuanto a la estructura interna, el cuerpo de la ostra está compuesto por un manto, que secreta el material de la concha, y dos branquias que cumplen funciones respiratorias y alimentarias, facilitando la filtración de partículas suspendidas en el agua, como plancton y detritos orgánicos, su principal fuente de alimentación (Cisneros et al., 2000). Estas adaptaciones

morfológicas le permiten una alta eficiencia en la captura de alimento, lo que contribuye a su rápido crecimiento en ambientes favorables.

Otra característica notable de *Magallana gigas* es su bisagra, una estructura que conecta ambas valvas y que contiene el ligamento elástico que permite la apertura y cierre de las mismas. Además, carece de un músculo aductor prominente, como otras especies de bivalvos, lo que hace que dependa principalmente del ligamento para mantener sus valvas cerradas (Indacochea Carreño et al., 2020). Esta especie es altamente adaptable a diferentes condiciones ambientales, lo que ha facilitado su cultivo en diversas partes del mundo. La morfología de su concha y su estructura interna son claves para su supervivencia en diferentes ecosistemas marinos, desde estuarios hasta zonas de mar abierto, donde puede colonizar con eficacia sustratos duros (Thais Brito, 2021).

1.5.3.3 Anatomía

Presenta una anatomía compleja y bien adaptada a su vida en el medio acuático, siendo un molusco bivalvo que se caracteriza por tener un cuerpo blando protegido por dos valvas calcáreas. Estas valvas son asimétricas y de forma irregular, lo que le confiere su aspecto externo distintivo. La valva inferior, que suele ser más convexa y gruesa, se adhiere a sustratos duros en el medio ambiente, mientras que la valva superior es más plana y delgada, permitiendo su cierre hermético (Gosling, 2015).

El cuerpo de la ostra está dividido en varias partes funcionales que permiten su alimentación, respiración y protección. Entre las estructuras internas más importantes se encuentra el manto, una capa de tejido blando que recubre el interior de ambas valvas y Segrega el carbonato de calcio necesario para la formación de la concha. Este manto también participa en la respiración y la excreción (Galtsoff, 1964).

Dentro de las valvas se encuentran las branquias, las cuales cumplen una doble función: extraen el oxígeno disuelto en el agua y capturan las partículas alimenticias en suspensión, como el fitoplancton, mediante un proceso de filtración. La ostra es un organismo filtrador y puede procesar grandes cantidades de agua a través de sus branquias, lo que facilita su nutrición (Wang et al., 2008).

El pie muscular de la ostra, aunque no es tan desarrollado como en otros bivalvos, le ayuda a realizar pequeños movimientos durante su etapa juvenil. A medida que madura, su capacidad de movimiento disminuye, y la ostra se fija de manera permanente al sustrato, especialmente en zonas rocosas o artificiales como linternas o jaulas de cultivo (Beninger et al., 1991).

El sistema digestivo de la ostra comienza en la boca, ubicada cerca de las branquias, y continúa con un esófago corto que lleva a un estómago, donde las partículas alimenticias son procesadas. El alimento se dirige luego a los intestinos, donde los nutrientes son absorbidos, y los desechos son expulsados a través de un ano que desemboca en la cavidad del manto (Gosling, 2015). La glándula digestiva o hepatopáncreas también desempeña un papel clave en la digestión al secretar enzimas y almacenar nutrientes.

En cuanto al sistema circulatorio, *Magallana gigas* posee un corazón simple, ubicado en la región dorsal, que bombea hemolinfa (una sustancia similar a la sangre) a través de su cuerpo. El sistema circulatorio es abierto, lo que significa que la hemolinfa no siempre circula por vasos cerrados, sino que fluye libremente por cavidades internas donde baña los tejidos (Galtsoff, 1964).

Finalmente, la ostra del Pacífico presenta órganos sensoriales rudimentarios, como los tentáculos sensoriales en el borde del manto, que detectan cambios en el entorno. También cuenta

con cilios que ayudan en el movimiento del agua dentro de la cavidad branquial, facilitando tanto la alimentación como la respiración (Wang et al., 2008).

1.5.3.4 Anatomía Externa

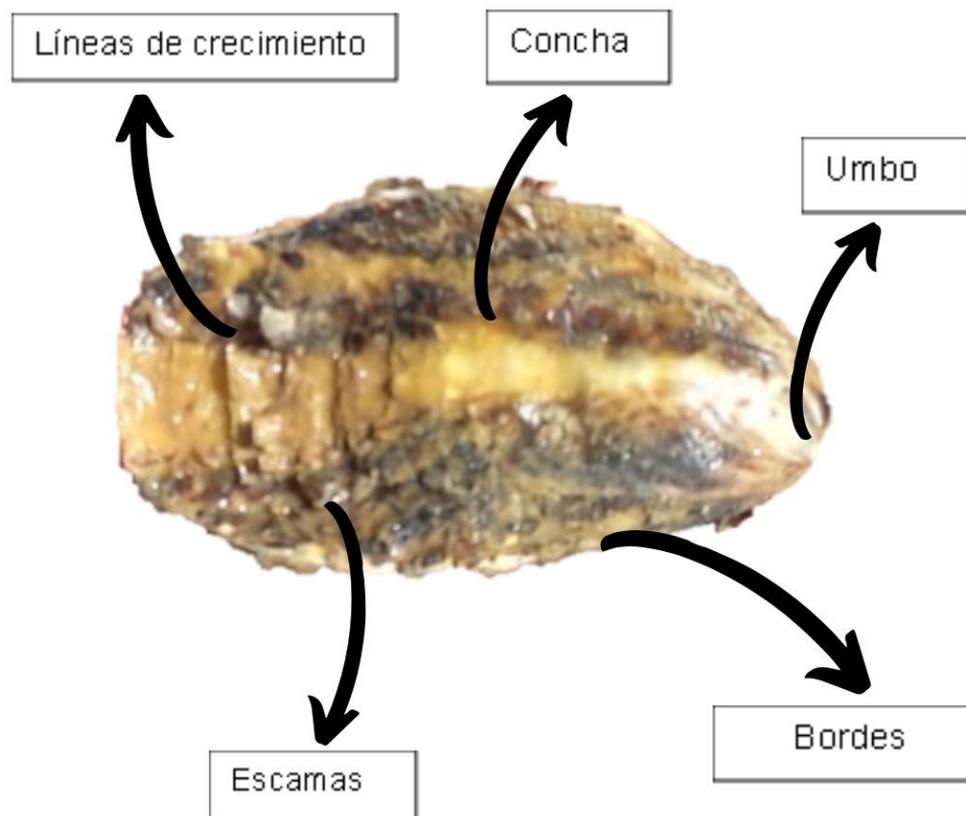


Figura 1. Anatomía externa de Magallana Gigas. Elaboración propia.

1.5.3.5 Anatomía Interna

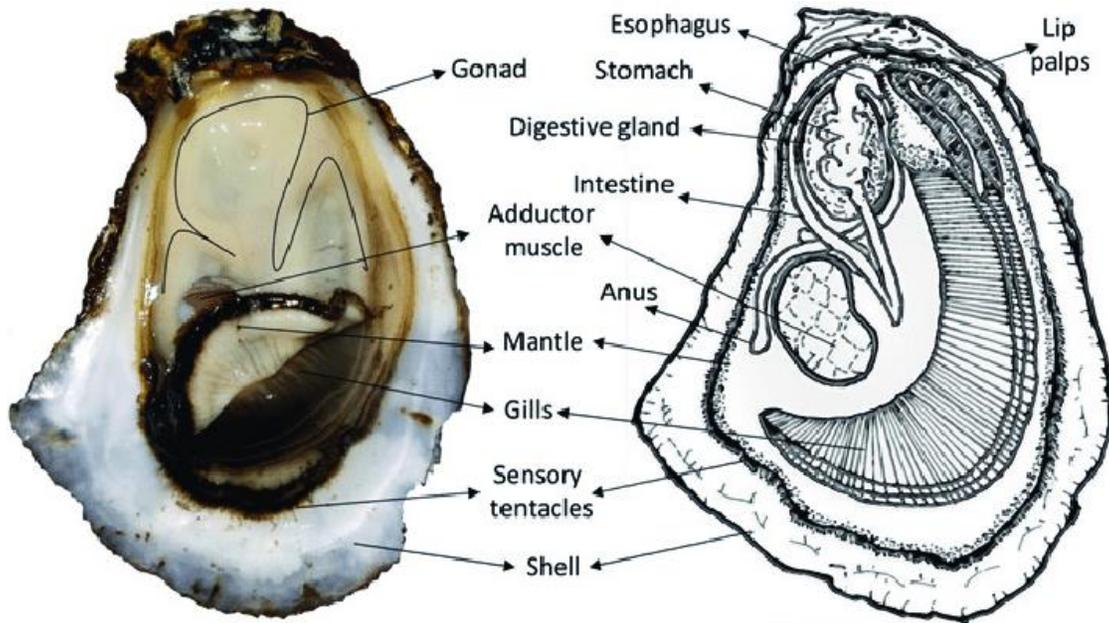


Figura 2. Anatomía interna de *Magallana gigas*, así como sus partes y órganos. (Chávez-Villalba, J, 2014).

1.5.3.6 Crecimiento

El crecimiento de la ostra del Pacífico (*Magallana gigas*) es un proceso influenciado por diversos factores ambientales y de manejo que determinan su tasa de desarrollo, supervivencia y tamaño comercial. Esta especie es reconocida por su rápido crecimiento en comparación con otras ostras, lo que la hace una opción atractiva para la acuicultura comercial en varias partes del mundo (Pérez Suárez & Osorio, 1994).

Durante la fase inicial de su vida, las ostras atraviesan una etapa larval que dura entre 14 y 21 días, dependiendo de las condiciones ambientales, como la temperatura y la disponibilidad de alimento. En esta etapa, las larvas nadan libremente y se alimentan de fitoplancton (Helm et al., 2004). Después de esta fase, las larvas se asientan en un sustrato adecuado y comienzan su

desarrollo como juveniles, momento en el que empieza su crecimiento estructural, formando su concha calcificada.

El crecimiento de la ostra del Pacífico está directamente relacionado con la disponibilidad de alimento, principalmente fitoplancton, y la calidad del agua. En condiciones óptimas de temperatura (15°C a 20°C) y salinidad (25-35 partes por mil), estas ostras pueden alcanzar tamaños comerciales de entre 8 y 10 cm en un período de 12 a 18 meses (Gosling, 2003). Este crecimiento rápido se ha documentado en diversas regiones del mundo donde se cultiva esta especie, como Francia y Estados Unidos, lo que permite ciclos de cultivo relativamente cortos en comparación con otras especies de bivalvos (Shumway, 1996).

En Ecuador, estudios previos han demostrado que la *Magallana gigas* puede alcanzar tamaños comerciales en un tiempo incluso menor. Por ejemplo, en el estuario del río Chone, se observó que las ostras alcanzaron una talla promedio de 8 cm en solo 116 días, con una tasa de supervivencia del 84.8% (Pérez Suárez & Osorio, 1994). Esto sugiere que las condiciones ambientales de la costa ecuatoriana, incluyendo la temperatura y la disponibilidad de nutrientes, favorecen el crecimiento acelerado de esta especie.

El manejo de la densidad de siembra y el mantenimiento del sistema de cultivo también juegan un papel crucial en el crecimiento de las ostras. Durante las primeras etapas del cultivo, las ostras se siembran en densidades controladas para asegurar un crecimiento uniforme y evitar la competencia por alimento. La limpieza regular de las linternas y estructuras de cultivo es esencial para evitar la acumulación de biofouling, lo que puede disminuir el flujo de agua y, por ende, la cantidad de alimento disponible para las ostras (Indacochea Carreño et al., 2020).

1.5.3.7 Hábitad y distribución

La ostra del Pacífico, (*Magallana gigas*), es una especie originaria del noroeste del Pacífico, especialmente de las costas de Japón, donde ha sido cultivada durante siglos debido a su valor comercial y capacidad de adaptación a diversas condiciones ambientales (Shatkin et al., 1997). Esta especie se encuentra comúnmente en hábitats costeros, como estuarios, bahías y lagunas costeras, preferentemente en sustratos duros o blandos donde puede adherirse, como rocas, conchas, o incluso estructuras artificiales (Quayle, 1988).

En términos de su distribución, la ostra del pacífico (*M. gigas*) ha sido introducida con éxito en diversas regiones del mundo debido a su importancia económica en la acuicultura. Actualmente, se encuentra ampliamente distribuida en las costas del Atlántico y Pacífico de varios países. En América del Norte, ha sido introducida en las costas de Estados Unidos y Canadá, especialmente en las costas del Pacífico, como California, Oregón y Washington, donde se ha adaptado bien y ha florecido (Helm et al., 2004). También es común en Europa, particularmente en Francia, donde su cultivo ha tenido un impacto significativo en la industria acuícola (Gouletquer & Heral, 1997). Otros países que cultivan esta especie incluyen Nueva Zelanda, Australia y Corea del Sur (FAO, 2020).

El hábitat ideal para *Magallana Gigas* incluye aguas con temperaturas moderadas a cálidas, con rangos que van desde los 10°C hasta los 30°C, aunque toleran temperaturas más frías (Helm et al., 2004). Las ostras del Pacífico prosperan en zonas intermareales y submareales, donde las fluctuaciones de salinidad son comunes, adaptándose bien a salinidades entre 25 y 35 partes por mil (ppt) (Shatkin et al., 1997). Estas condiciones ambientales, junto con su capacidad para filtrar grandes volúmenes de agua para alimentarse de fitoplancton y partículas orgánicas, facilitan su crecimiento y reproducción en diversos ambientes marinos. La ostra del Pacífico se caracteriza

por su amplia distribución global, gracias a su introducción en numerosas regiones debido a su relevancia económica y a su capacidad de adaptarse a diversas condiciones ambientales. Su hábitat natural y cultivado incluye áreas costeras protegidas, donde las condiciones de temperatura, salinidad y disponibilidad de alimento favorecen su desarrollo (Gouletquer & Heral, 1997).

1.5.3.8 Depredadores de ostras

Las especies depredadoras disponen de diversos métodos que les permiten acceder al interior de las conchas de las ostras. Entre los depredadores más abundantes y destacados se encuentran los turbelarios, los moluscos cefalópodos (pulpos), los gasterópodos, los crustáceos, los equinodermos y los peces (FAO, n.d.).

Los turbelarios actúan como depredadores de las semillas de ostra y/o de individuos jóvenes, penetrando en el molusco para consumirlo. Los pulpos, animales carnívoros, descomponen al organismo para alimentarse de él, mientras que los gasterópodos, especialmente los pertenecientes al género *Murex*, abren las ostras para devorarlas (FAO, 2005).

Uno de los depredadores más voraces es el caracol, que ingresa en estado larvario o en su forma más pequeña a las conchas y se desarrolla en su interior para luego consumir eficientemente las ostras. El caracol perfora la concha de la ostra para extraer su tejido blando.

Entre los equinodermos, las estrellas son depredadoras particularmente voraces, ya que suelen alimentarse de moluscos y erizos. En cuanto a los peces, existen numerosas especies que destruyen las larvas de moluscos en general, y otros, como el tamboril, son capaces de romper las conchas de las ostras para consumir sus partes blandas (FAO, 2005).

1.5.3.9 Enfermedades presentes en el medio

Parásitos. La presencia de parásitos en las ostras se caracteriza por afectar su salud y alterar las condiciones de crecimiento. Esto puede ocurrir cuando las parasitosis son causadas por Trematodos, Cestodos o Copépodos, y en algunos casos, resultar en enfermedades graves e impredecibles que conducen a altas tasas de mortalidad, como sucede con las parasitosis protozoarias. Las enfermedades pueden tener consecuencias devastadoras para los bivalvos adultos, como se ha observado en grandes mortandades en varias poblaciones en todo el mundo (Rodríguez-Quiroz et al., 2016).

Bacterias. Los brotes de enfermedades en los criaderos pueden deberse a bacterias en lugar de protozoos, que están presentes en los cultivos de algas y larvas en diversas concentraciones. Se considera que las principales enfermedades bacterianas son causadas por los géneros *Vibrio* y *Pseudomonas*, que pueden proliferar en condiciones propicias en los tanques de cultivos larvarios (Carriker y Gaffney, 1996).

A nivel de las especies en fase de crecimiento, son escasas las enfermedades de origen bacteriano, siendo *Nocardia* y el bacilo *Achromobacter* los responsables de mortandades masivas. Otras enfermedades detectadas en *O. edulis* y *C. gigas* son las rickettsianas, provocadas por bacterias intracelulares que infectan el tubo digestivo de las ostras (Ortega et al., 2021).

Virus. Los virus han sido identificados en criaderos o hatcheries en asociación con varios casos de mortalidades, particularmente con la presencia de un iridovirus y un herpesvirus, ambos causando desorganización celular, especialmente en el velo, y resultando en la muerte de las larvas (FAO, 2021).

1.5.4 Cultivos de ostras en linternas

El cultivo de ostiones en la región sigue en general un proceso de cinco fases; la siembra, la-pre-engorda, la engorda, el endurecimiento y la cosecha, pero puede haber variaciones de acuerdo con el sistema empleado, así como de las condiciones climáticas que se presenten ya que de existir una mayor producción de microalgas en el medio la pre-engorda puede ser omitida por lo cual la limpieza y el mantenimiento juegan un papel importante para identificar si se requiere este cambio.

1.5.5 Cultivo

En la acuicultura de ostras del Pacífico (*Magallana gigas*), los sistemas de cultivo se dividen en dos categorías principales: los de superficie y los de profundidad. Cada sistema se adapta a distintas condiciones ambientales y objetivos de producción, influyendo en la calidad y el rendimiento del cultivo.

Sistemas de cultivo de superficie: Este método consiste en ubicar estructuras flotantes sobre la superficie del agua, donde las ostras están suspendidas en redes o canastas que flotan mediante boyas. Este sistema permite un fácil acceso para el mantenimiento y cosecha, y facilita la exposición de las ostras a la luz solar y al intercambio de agua, lo que favorece su crecimiento. Sin embargo, está más expuesto a fluctuaciones de temperatura y salinidad debido a su cercanía a la superficie, lo que puede afectar la tasa de crecimiento y supervivencia (Shumway & Parsons, 2016). Los sistemas de superficie son populares en zonas con aguas poco profundas y condiciones climáticas estables, y se utilizan ampliamente en Japón y Francia debido a la facilidad de acceso y la alta productividad del método (FAO, 2021).

Sistemas de cultivo de profundidad: A diferencia de los sistemas de superficie, en este método las ostras se sumergen a mayor profundidad, suspendidas en jaulas o estructuras similares.

Las ostras cultivadas a profundidad están menos expuestas a las variaciones de temperatura y salinidad, lo que contribuye a una mayor estabilidad en su desarrollo y reduce el riesgo de estrés térmico (NOAA, 2020). Este sistema es adecuado para aguas más profundas y regiones con climas variables, y se emplea en países como Estados Unidos y Corea del Sur. Aunque el acceso es más limitado y requiere equipo especializado para la cosecha, este método permite que las ostras se beneficien de condiciones más estables en el entorno acuático (Helm et al., 2004).

1.5.5.1 Siembra

La siembra en el cultivo de ostras del Pacífico es un paso crucial que implica la introducción de larvas o semillas de ostra en su ambiente de crecimiento, con el fin de establecer poblaciones controladas y optimizar su desarrollo (Gaffney, 1996). Esta etapa comienza con la selección de semillas o juveniles de ostra, las cuales generalmente se adquieren en laboratorios de producción especializados que aseguran su calidad y sanidad, como lo es el CENAIM.

Una vez obtenidas, las semillas se colocan en estructuras adecuadas, como bandejas o redes, que permiten su crecimiento sin riesgo de dispersión. La ubicación de estas estructuras en el medio acuático debe ser cuidadosamente seleccionada, considerando factores ambientales como la temperatura del agua, la salinidad y la disponibilidad de nutrientes, los cuales influyen directamente en el crecimiento y supervivencia de las ostras (FAO, 2005).

Durante esta fase, es fundamental monitorear constantemente el ambiente y las condiciones de las semillas para detectar posibles amenazas, como la presencia de depredadores, cambios drásticos en la calidad del agua o enfermedades. Así, la siembra exitosa en el cultivo de ostras del Pacífico establece las bases para una producción eficiente y sostenible.

1.5.5.2 Pre-engorda

La fase de Pre-engorda en el cultivo de es un período de crecimiento intermedio que ocurre después de la etapa de semilla y antes de la engorda final. En esta fase, los organismos alcanzan un tamaño suficiente para ser llevados a estructuras de engorda, optimizando su capacidad para alimentarse y crecer en condiciones controladas.

Durante la Pre-engorda, las ostras son colocadas en sistemas específicos (como bolsas de malla o jaulas flotantes) que le permiten acceso al alimento natural del entorno acuático, principalmente fitoplancton. Es crucial mantener una densidad adecuada para evitar competencia por nutrientes y minimizar el riesgo de enfermedades. Además, se monitorean parámetros ambientales como la temperatura, salinidad, y calidad del agua, ya que estos factores impactan directamente en la tasa de crecimiento y la supervivencia de los individuos (Shumway et. Al, 2018).

1.5.5.3 Engorda

La fase de engorda en el cultivo de ostras del Pacífico (*Magallana gigas*) representa una de las etapas más críticas en la acuicultura de este molusco. Esta fase se inicia generalmente cuando los juveniles de ostra alcanzan un tamaño mínimo, alrededor de 5-10 mm, momento en el que se trasladan a áreas de cultivo en mar abierto o en sistemas de cultivo controlado, como balsas y jaulas, en condiciones ideales para su desarrollo. La engorda es esencial para asegurar un crecimiento adecuado hasta alcanzar un tamaño comercial, y requiere de monitoreo constante de factores como la calidad del agua, la disponibilidad de nutrientes y la densidad poblacional, con el objetivo de optimizar el crecimiento y minimizar las tasas de mortalidad (Morales et al., 2016).

Durante esta fase, es clave asegurar que el ambiente de cultivo proporcione un flujo adecuado de fitoplancton, que constituye la base alimenticia de las ostras, y mantener un manejo

cuidadoso de las densidades para evitar el estrés y la competencia por recursos. Además, la regulación de parámetros como la temperatura y la salinidad es fundamental, ya que estas variables pueden influir directamente en la tasa de crecimiento y en la calidad del producto final (Quayle, 1988)

1.5.5.4 Endurecimiento

La fase de endurecimiento en el cultivo de ostras del Pacífico (*Magallana gigas*) es una etapa clave en la que los organismos se adaptan a condiciones menos controladas antes de ser trasladados al medio natural o de comercializarse. Este proceso implica la exposición de las ostras a factores ambientales más rigurosos, como variaciones de temperatura, salinidad, corrientes y oxigenación del agua, con el fin de fortalecer sus conchas y mejorar su resistencia a cambios en el entorno y manipulaciones posteriores (Lodeiros et al., 2016).

Durante esta fase, las ostras pasan de un entorno protegido, como un criadero o área de crecimiento inicial, a zonas con más movimiento de agua y fluctuaciones naturales de las condiciones ambientales. Este endurecimiento se suele realizar en estructuras que permiten una mayor circulación de agua y un contacto más directo con las condiciones naturales del hábitat (Fitridge et al., 2012). A través de la adaptación gradual a estas condiciones, las ostras desarrollan una mayor tolerancia a los desafíos ambientales, lo cual es crucial para su supervivencia y rendimiento en el cultivo (Helm et al., 2004).

En términos productivos, el endurecimiento es fundamental porque asegura que las ostras sean más robustas y de mejor calidad antes de su comercialización o repoblamiento en áreas de cultivo definitivo. Esta fase final prepara a los moluscos para el proceso de cosecha y transporte, reduciendo así las pérdidas económicas por mortalidad durante su manipulación (Gosling, 2003).

1.5.5.5 Cosecha

La fase de cosecha es un proceso fundamental que marca el final del ciclo productivo de este molusco bivalvo. Esta etapa implica la recolección de ostras maduras, que han alcanzado el tamaño y calidad deseados para su comercialización. El tiempo de cosecha varía según factores como el tipo de manejo, el medio ambiente y las condiciones climáticas, aunque generalmente se sitúa entre los 12 y 24 meses después de la siembra, dependiendo de la región y el método de cultivo utilizado (Molina-Domínguez et al., 2018).

La cosecha de ostras puede realizarse de diversas maneras, dependiendo del sistema de cultivo empleado. En sistemas suspendidos, se retiran las estructuras flotantes o bolsas donde se crían las ostras; en el caso de cultivos en fondo, se extraen directamente del sustrato marino utilizando herramientas manuales o maquinarias especializadas (FAO, 2020). Durante esta fase, es importante minimizar el estrés en las ostras para evitar pérdidas en calidad y prolongar la vida útil del producto. Además, es necesario realizar una selección y limpieza de las ostras cosechadas antes de su empaque y distribución, asegurando que cumplan con los estándares de seguridad y calidad (Ortega et al., 2021).

La correcta gestión de la fase de cosecha tiene un impacto directo en la rentabilidad y sostenibilidad del cultivo. Un mal manejo en esta etapa puede llevar a la sobreexplotación del recurso y afectar la disponibilidad de ostras en el futuro (Gutiérrez et al., 2019). Además, un control adecuado en la fase de cosecha permite mantener la calidad del producto final, lo que es crucial para cumplir con las normativas de salud pública y satisfacer las expectativas del mercado.

1.5.6 Ventajas y desventajas del sistema long line

1.5.6.1 Ventajas:

Alta eficiencia en el uso del espacio: Este sistema permite aprovechar al máximo el área disponible en cuerpos de agua abiertos, ya que las líneas largas suspenden múltiples cestas, bandejas o redes donde crecen las ostras. Esto maximiza la producción en comparación con métodos tradicionales que ocupan más espacio físico (Carriker & Gaffney, 1996).

Mayor oxigenación y flujo de nutrientes: Al mantener las ostras suspendidas en la columna de agua, tienen un acceso continuo a flujos de agua ricos en oxígeno y nutrientes. Esto mejora su crecimiento y reduce problemas asociados con el contacto con el fondo, como el enterramiento o la depredación (Guo et al., 1999).

Reducción del riesgo de depredación: Las ostras suspendidas en el sistema *long line* están menos expuestas a depredadores bentónicos, como cangrejos o peces que habitan en el fondo marino. Esto puede traducirse en mayores tasas de supervivencia (Shumway, 1996).

Facilidad de manejo y monitoreo: La disposición de las líneas facilita el acceso para labores de mantenimiento, recolección y monitoreo del estado de las ostras, permitiendo una gestión más eficiente de los recursos y las condiciones del cultivo (Lovatelli et al., 2008).

1.5.6.2 Desventajas:

Altos costos de instalación y mantenimiento: La implementación inicial del sistema requiere una inversión significativa en materiales, como boyas, cuerdas resistentes y sistemas de anclaje. Además, el mantenimiento regular es necesario para evitar el daño por corrientes, bioincrustaciones o tormentas (Simpson et al., 2007).

Impacto visual y conflictos de uso del espacio: Este método puede generar impactos visuales significativos en áreas turísticas o protegidas, lo que puede generar conflictos con comunidades locales o con otras actividades, como la pesca recreativa (Pogoda et al., 2011).

Riesgo de acumulación de bioincrustaciones: Los organismos como algas y otros invertebrados pueden adherirse a las estructuras, lo que incrementa el peso y reduce la eficiencia del sistema. Esto requiere limpiezas frecuentes, aumentando los costos operativos (Kaiser et al., 1998).

Vulnerabilidad a eventos climáticos extremos: En áreas expuestas a tormentas, marejadas o fuertes corrientes, el sistema puede sufrir daños estructurales significativos. La pérdida de equipo o de ostras debido a eventos climáticos es un riesgo considerable (FAO, 2020).

1.5.7 Limpieza y Mantenimiento

El sistema Long Line es ampliamente utilizado para el cultivo de ostras debido a su eficiencia en la optimización del espacio y su capacidad para garantizar un crecimiento uniforme de los moluscos. Sin embargo, el mantenimiento y la limpieza de este sistema son aspectos cruciales para garantizar una producción sostenible y de alta calidad.

1.5.7.1 Mantenimiento del sistema Long Line

El mantenimiento del sistema Long Line incluye la revisión periódica de todos los componentes estructurales, como boyas, cabos y líneas principales. Las boyas deben inspeccionarse para detectar signos de desgaste, perforaciones o daños ocasionados por factores externos, como el oleaje o los animales marinos (Buck et al., 2008). Asimismo, las líneas y cabos necesitan ser revisados para evitar rupturas que puedan comprometer la estabilidad del sistema. En

caso de daño, es fundamental sustituir las piezas deterioradas inmediatamente para minimizar el riesgo de pérdida de producción.

Por otra parte, el ajuste de la tensión de las líneas es esencial para prevenir la acumulación de biofouling, ya que líneas demasiado tensas o flojas pueden favorecer el asentamiento de organismos no deseados (Dürr & Watson, 2010). El monitoreo regular del estado de las anclas y amarres asegura que el sistema permanezca fijo en su ubicación original y no sea desplazado por corrientes o tormentas.

1.5.7.2 Limpieza del sistema

La limpieza del sistema Long Line es una tarea periódica destinada principalmente para controlar el biofouling, un problema común en ambientes acuáticos que puede reducir la eficiencia del cultivo. El biofouling está compuesto por organismos como algas, percebes y otros invertebrados que se adhieren a las líneas, redes y conchas de las ostras. Estos organismos no solo dificultan el flujo de agua y nutrientes hacia los moluscos, sino que también pueden aumentar el peso de las líneas, causando su hundimiento o rotura (Fitridge et al., 2012).

Para la limpieza, se recomienda utilizar herramientas manuales o sistemas mecánicos, dependiendo de la magnitud del biofouling. Las cepilladoras subacuáticas y las hidrolavadoras son particularmente útiles para eliminar incrustaciones de las líneas y los contenedores de cultivo. Además, se debe evitar el uso de productos químicos que puedan contaminar el entorno marino o afectar la calidad de las ostras (Morrisey et al., 2009).

1.5.7.3 Frecuencia

La frecuencia de las actividades de limpieza varía según las condiciones del entorno, como la temperatura, la salinidad y la disponibilidad de nutrientes, factores que influyen en la velocidad

de crecimiento del biofouling. En general, se recomienda realizar una limpieza superficial cada dos semanas y una limpieza profunda cada mes, ajustándose a las necesidades específicas del sitio de cultivo.

1.5.8 Bases Legales

El cultivo de ostras del Pacífico (*Magallana gigas*) en Ecuador ha sido promovido por diversos Gobiernos Autónomos Descentralizados (GAD) como parte de sus estrategias de desarrollo sostenible. Esta actividad se encuentra regulada por un marco normativo que incluye la implementación de buenas prácticas en el manejo del cultivo, monitoreo de calidad del agua y control de densidades de siembra para preservar los recursos naturales y los ecosistemas marinos. Iniciativas como las promovidas por organismos públicos y privados en colaboración con las comunidades locales han sido esenciales para fomentar la sostenibilidad de esta industria emergente en el país (Villón Villón, 2023).

La Constitución de la República del Ecuador establece, en su Artículo 14, el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, y declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas y la biodiversidad, en beneficio de las generaciones presentes y futuras (Asamblea Nacional, 2008). Este principio constitucional sienta las bases para la regulación de actividades acuícolas, asegurando que se lleven a cabo bajo parámetros de sostenibilidad.

Por su parte, la Ley Orgánica para el desarrollo de la Acuicultura y la Pesca, reformada en 2020, establece el marco regulatorio para las actividades pesqueras y acuícolas en Ecuador. Según esta ley, el Ministerio de Producción, Comercio Exterior, Inversiones y Pesca (MPCEIP) es la entidad encargada de la administración y control de las actividades acuícolas y pesqueras. Esta ley promueve el aprovechamiento sustentable de los recursos acuáticos y exige la obtención de permisos para la realización de actividades de cultivo de especies marinas como la ostra del Pacífico (Ley de Pesca y Desarrollo Pesquero, 2020). El MPCEIP también regula la infraestructura y técnicas de cultivo para asegurar que los proyectos cumplan con las normativas ambientales y productivas.

Adicionalmente, el Reglamento General de Acuicultura y Pesca, emitido mediante el Decreto Ejecutivo No. 1391, establece los requisitos específicos para el manejo de concesiones y permisos en áreas marinas y costeras, así como las normas para la comercialización y exportación de productos acuícolas. En este reglamento, se detalla que los productores deben contar con un Plan de Manejo Ambiental, el cual debe ser aprobado por el Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAATE), garantizando que las prácticas de cultivo de ostras y otras especies acuícolas no afecten los ecosistemas locales (Decreto Ejecutivo No. 1391, 2008).

Finalmente, otro instrumento importante que ayuda a regular esta actividad es la Ley Orgánica de Régimen de Soberanía Alimentaria (LORSA), que promueve el desarrollo sustentable de la acuicultura en el país, apoyando actividades que mejoren la disponibilidad de alimentos y fomenten la diversificación productiva en las zonas costeras (LORSA, 2009). Esta ley impulsa a las comunidades locales a participar en actividades acuícolas sostenibles como el cultivo de ostras, apoyando la diversificación económica y contribuyendo a la seguridad alimentaria.

2. CAPÍTULO 2:

DESARROLLO METODOLÓGICO (MATERIALES Y MÉTODOS)

2.1 Enfoque de la Investigación

El enfoque de la investigación es mixto, combinando técnicas tanto cuantitativas como cualitativas para abordar el problema de manera integral. Este enfoque permite analizar no solo los aspectos medibles del crecimiento de las ostras, sino también interpretar los factores contextuales que influyen en el cultivo. El objetivo de este enfoque cuantitativo y cualitativo es proporcionar una base de datos sólida y confiable sobre el rendimiento de las ostras del Pacífico en el sector Zurrónes.

Desde la perspectiva cuantitativa, el estudio se centra en variables como la tasa de crecimiento, supervivencia y otros indicadores biológicos de las ostras, medidos en función de parámetros ambientales como temperatura, salinidad y calidad del agua. Estos datos se recopilan a través de métodos experimentales y técnicas estadísticas que garantizan la precisión y reproducibilidad de los resultados.

En el plano cualitativo, el enfoque busca interpretar y analizar el contexto ambiental y social del sector Zurrone, considerando las prácticas de manejo del cultivo, los desafíos asociados con la implementación del sistema experimental. Esto puede incluir observación directa y análisis descriptivo de los resultados para entender la relación entre estos y el entorno marino.

2.2 Diseño de la investigación

El diseño aplicado en esta investigación fue experimental en el cual debido a las características morfológicas de la playa Zurrone se decidió emplear el sistema Long line el cual consiste en varios componentes los cuales se han diseñado para el cultivo de este tipo de moluscos este diseño contara con el agrado de en la fase inicial del cultivo implementar el uso de bolsas o contenedores los cuales ayudaran a que estas se mantengan en el piso que les corresponda y no se aglomeren en el último piso estas se usaran alrededor de 30 a 45 días todo esto dependerá del tiempo que le tome al animal alcanzar un tamaño adecuado para poder colocarlas en el piso correspondiente.

Además, se planteó la realización del mantenimiento en dos etapas una cada 15 días con limpieza general y una cada 30 días con limpieza de jaulas en superficie y toma de muestras de crecimiento, así como la clasificación y readecuación de estas en las jaulas.

2.3 Tipo de investigación

La investigación adopta un enfoque deductivo, ya que comienza con el análisis de principios generales sobre el crecimiento y las condiciones ideales para el desarrollo de ostras, basados en teorías científicas y estudios previos. A partir de este marco teórico, dichos conceptos se aplican para evaluar este tema en general.

Este tipo de enfoque utiliza el marco conceptual como sustento para plantear hipótesis que expliquen el comportamiento de las ostras en el entorno experimental. Estas hipótesis son validadas mediante la recopilación de datos y su análisis, con el objetivo de confirmar o refutar las suposiciones iniciales. De esta manera, esta investigación posee un carácter deductivo ya que sigue un proceso lógico que avanza desde conceptos generales hacia observaciones particulares.

2.4 Metodo de investigación

2.4.1 Área de estudio

La playa Zurrone se encuentra localizada en el cantón Pedernales-Manabí a unos 15 minutos de Pedernales. En la zona la actividad humana es muy poca y la principal actividad económica es la pesca la cual se realiza de manera artesanal. Coordenadas: 0°10'17.9" N 80°01'56.0".



Figura 3. Franja costera donde se encuentra la playa Zurrones, Pedernales, Manabi. (Google, 2024).

2.5 Población y/o Muestra

2.5.1 Población

La población de este estudio se divide en dos muestras: La primera corresponde a la siembra 1 y la segunda a siembra 2, las cuales se detallan a continuación:

Para la primera población se emplearon 3000g de ostras teniendo estas una talla de entre 1 a 2 cm de longitud y un peso promedio de 0.5g con estos datos podemos estimar la primera población siendo esta de 6000 ± 500 ostras.

$$\frac{3000}{0.5} = 6000$$

La segunda población son 4000g con una longitud entre 1 a 1.5 cm y un peso promedio de 0.5g lo cual nos da una población promedio de 8000 ± 1000 ostras.

$$\frac{4000}{0.5} = 8000$$

2.5.2 Muestra

Se tomo una muestra representativa de 50 ostras por jaula, en la primera población existía un total de 6 jaulas cada una de 6 pisos, teniendo una muestra total de 300 organismos. Para la segunda población el número de individuos seleccionados para la toma de datos se mantiene con la diferencia que las jaulas empleadas fueron 4 cada una de 10 pisos, con un total de 200 organismos.

2.6 Técnica de investigación

2.6.1 Sistema empleado

El cultivo de ostras del Pacífico (*Crassostrea gigas*) mediante el sistema long line se apoya en la instalación de estructuras suspendidas en la columna de agua. Estas estructuras permiten el acceso directo de las ostras a nutrientes y un flujo continuo de agua, factores clave para su crecimiento.

El sistema empleado para este estudio es el sistema Long line de profundidad el cual se instaló a 1.11 NM de distancia de la playa Surrones-Pedernales para lo cual con ayuda de los pesos muertos de 1000 k de peso se extendió una línea madre que evita las pérdidas de las linternas. Las linternas empleadas fueron de 6 y 10 pisos con una separación entre pisos de 20 cm y un diámetro

de circunferencia de 50 cm presentando mayor diferencia en el ojo de la malla siendo de 9.91 mm el de las linternas de 6 pisos y en las de 10 pisos el ojo de malla es de 2 mm.

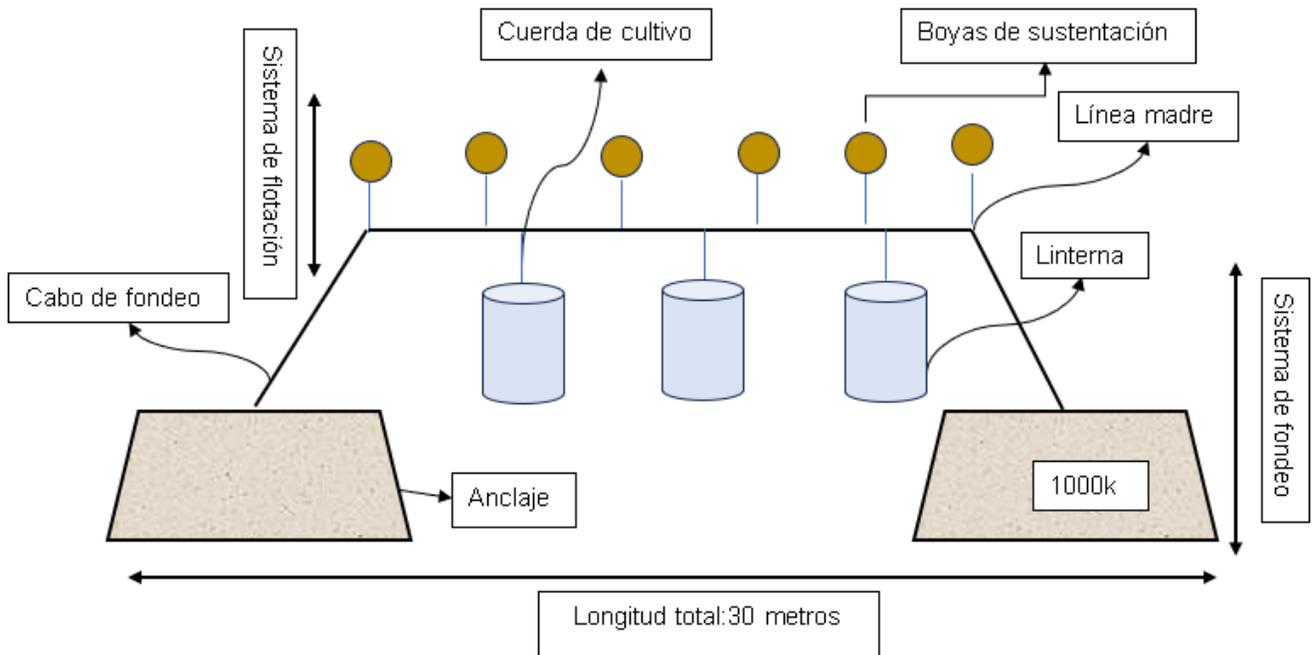


Ilustración 1. Diseño del cultivo experimental . Elabora con propia.

posicionamiento. A continuación, se describe cada uno en detalle, abordando sus componentes, funcionamiento, y su aplicación.

2.6.2.1 Sistema de soporte:

Como parte del sistema de soporte o flotación se utilizaron boyas de PVC de color amarillo, resistentes a la exposición al agua salada y los rayos UV. Estas boyas están distribuidas a lo largo de la línea principal para mantenerla flotando a una profundidad de 3 metros, la cual se modifica con ayuda de las cuerdas de cultivo según las condiciones adecuadas para el crecimiento de las ostras.

Se decidió la disposición de las boyas cada 5m y encima de cada jaula sirviendo para mantener un equilibrio entre la flotabilidad y la tensión ejercida por las líneas. Esto asegura que la

estructura pueda soportar el peso de las ostras, redes u otros dispositivos de cultivo sin hundirse o perder estabilidad.

2.6.2.2 Sistema de fondeo

Se elaboro un sistema de fondeo robusto con un peso muerto de 1000k aproximadamente para que garantice la estabilidad de las estructuras suspendidas y minimice el impacto de las corrientes y el oleaje sobre las líneas de cultivo. Así mismo los cabos empleados fueron de poliestireno reforzado ya que estos soportaran la fuerza de arrastre de las corrientes.

El proceso de instalación del sistema de fondeo se planifico de manera cuidadosa basada en análisis batimétricos, de corrientes y del tipo de sedimento, así como de las condiciones climáticas adecuadas para la inmersión e instalación. Con esa información se estimó el peso aproximado requerido para el peso muerto siendo este de 1000k. Se selecciona el equipo adecuado según las características del sitio y la carga esperada del cultivo. Los anclajes se colocaron en puntos estratégicos, formando un patrón lineal, para maximizar la estabilidad y el aprovechamiento del espacio.

2.6.2.3 Sistema de crecimiento (Linternas)

El sistema de crecimiento está compuesto principalmente por dos elementos clave: las cuerdas de cultivo y las linternas. Estas últimas se utilizaron en configuraciones de 5 y 10 niveles, con malla de poliestireno con ojo de malla de 9.91 mm y 2 mm, respectivamente. Si bien el mantenimiento y la limpieza del biofouling son tareas que pueden gestionarse para minimizar su impacto en el desarrollo de las ostras, existen factores externos que influyen significativamente en su crecimiento y que no pueden ser controlados directamente.

Factores que influyen en el crecimiento

Calidad del agua: Las ostras necesitan condiciones específicas para prosperar, como niveles de salinidad adecuados entre 20 y 30 psu, temperaturas moderadas que oscilen entre los 10 y 25 °C, y una alta disponibilidad de fitoplancton, su principal fuente de alimento.

2.6.3 Mantenimiento del sistema long line

En el presente estudio se implementaron prácticas regulares de mantenimiento para garantizar el óptimo funcionamiento del sistema de cultivo. Estas actividades incluyeron limpieza, inspección, reparación y ajuste de componentes críticos. Cada quince días se realizaba una limpieza de las linternas empleando una hidro lavadora portátil del modelo Ryobi ONE+, con una potencia de 320 PSI, para eliminar el biofouling acumulado. Adicionalmente, mensualmente se llevaba a cabo la limpieza manual de las ostras, la extracción de depredadores y la reubicación de los organismos según su grado de desarrollo.

El monitoreo de las líneas madre se realizaba con el apoyo de una embarcación pequeña, como una lancha, debido a que la zona de cultivo es también un área pesquera con alto tráfico de embarcaciones. Esto representa un riesgo significativo de daño a las líneas madre por contacto con hélices de motores, lo que hacía fundamental su inspección frecuente.

Un aspecto crucial del mantenimiento mensual era el reemplazo y limpieza profunda de las jaulas. Este procedimiento no solo permitía la remoción total del biofouling tanto en el interior como en el exterior de las estructuras, sino también la reparación de daños en las jaulas retiradas. En casos de perforaciones, se aplicaban parches confeccionados con hilo de pesca de monofilamento, mientras que las desuniones se solucionaban mediante el tejido cuidadoso con el mismo material. Estas acciones prevenían tanto las fugas hacia el exterior como la mezcla no deseada de ostras entre niveles dentro de las jaulas, asegurando la integridad y eficiencia del sistema de cultivo.

2.6.4 Evaluación parámetros fisicoquímicos del agua

Se realizó un monitoreo mensual para los parámetros de temperatura, salinidad y pH se usó el multiparámetro digital BLU-9099. Para la primera siembra en los meses de abril del 2023 a septiembre del 2023 y para el segundo cultivo desde diciembre del 2023 hasta abril del 2024, donde también se tomaron las medidas de longitud total y ancho de cada individuo en cm con un calibrador vernier.

2.6.5 Estimación de la mortalidad

Para la estimación de la mortalidad se llevó el conteo mensual de los individuos muertos y se empleó la siguiente fórmula de supervivencia:

$$Mortalidad(\%) = \left(\frac{\text{Numero Final De Ostras Muertas}}{\text{Numero Inicial de Ostras Sembradas}} \right) \times 100$$

2.6.6 Determinación de la tasa de crecimiento

Para la determinación del crecimiento se empleó la fórmula de la tasa de crecimiento específico (TCE):

$$Crecimiento\ mensual\ promedio = \left(\frac{Lf - Li}{n} \right)$$

Componentes de la fórmula

Li: Longitud inicial promedio de las ostras al inicio del periodo de cultivo.

Lf: Longitud final promedio de las ostras al final del periodo de cultivo.

N: Numero de meses transcurridos desde la primera medición.

2.7 Operacionalización de variables

Tabla 2. Operacionalización de variables.

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Indicadores	Instrumento de Recolección	Escala de Medición
Crecimiento de ostras	Incremento en tamaño de las ostras cultivadas.	Medidas de longitud (cm) de las ostras.	Peso promedio, longitud promedio.	Calibrador Vernier	Escala de intervalo.
Condiciones ambientales	Factores del entorno que influyen en el crecimiento.	Medición de temperatura, salinidad, pH.	Temperatura (°C), salinidad (ppm), pH.	Multiparametros digital	Escala de intervalo.
Densidad de siembra	Número de ostras sembradas por linterna.	Cantidad de ostras por linterna en cada cultivo experimental.	Número de ostras total por linterna y siembra.	Registro de siembra en campo.	Escala de razón.
Frecuencia de limpieza	Intervalos en los que se realiza la limpieza de los cultivos.	Registro del número de limpiezas realizadas.	Número de limpiezas por mes.	Registro de actividades en bitácora.	Escala nominal.
Supervivencia	Porcentaje de ostras vivas al final del experimento.	Número de ostras vivas dividido por el total sembrado.	Porcentaje de supervivencia.	Registro de conteo final en campo.	Escala de razón.

3. CAPITULO 3: Resultados y Discusión

3.1 Resultados

3.1.1 Evaluación parámetros fisicoquímicos del agua.

La temperatura en el primer cultivo estuvo entre los 24°C y 27° C, con un promedio de 26.1°C, la salinidad estuvo entre 31 a 34 ppm con un promedio de 32.6 ppm por último un pH en 7.8 a 8.5 teniendo un promedio de 8.

En el caso del segundo cultivo se pudo observar una elevación de temperatura con respecto al primer cultivo, la cual estuvo entre los 26°C a 29°C, con un promedio de 27,3°C, una salinidad entre las 30 a 34 ppm con un promedio de 32.5 ppm finalmente se apreció un pH entre los 7.9 a 8.2 teniendo un promedio de 8. (Tabla 2)

Tabla 3. Parametros registrados mensualmente.

Siembra	Fecha	Monitoreo	pH	Temperatura	Salinidad
1	Abr-2023	1	8	27,4	32
1	May-2023	2	7,8	27	33
1	Jun-2023	3	8,2	26	31
1	Jul-2023	4	8	24,6	33
1	Ago-2023	5	8,5	26	34
1	Sep-2023	6	8	26	33
2	Dic-2023	1	7,9	27	33
2	Ene-2024	2	8	26,1	32
2	Feb-2024	3	8,1	27	30
2	Mar-2024	4	8,2	28	34
2	Abr-2024	5	8	28,6	34
2	May-2024	6	8	27,3	32

3.1.2 Estimación la mortalidad de siembra

Para la estimación de la mortalidad se implementó la fórmula de mortalidad siendo que en la primera siembra hubo un total de 1200 ejemplares muertos a lo largo de los 6 meses de la

siembra, lo que dejó un total de 4811 ejemplares vivos de una población total inicial de 6011 ejemplares aproximadamente. Lo que nos da una mortalidad del 19.96%

$$Mortalidad (\%) = \left(\frac{1200}{6011}\right) \times 100 = 19.96\%$$

En el caso del segundo cultivo se tuvo una población inicial de 8858 ejemplares aproximadamente y unos 3638 ejemplares muertos a lo largo del cultivo para darnos un total de 5220 ejemplares vivos al finalizar el segundo cultivo. Lo que nos da una mortalidad del 41.07%

$$Mortalidad (\%) = \left(\frac{3738}{8858}\right) \times 100 = 42.19\%$$

Tabla 4. Mortalidad registrada mensualmente.

Siembra	Fecha	Monitoreo	Individuos Vivos	Individuos Muertos	Mortalidad %
1	16/4/2023	1	5771	240	3,99%
	20/5/2023	2	5555	216	3,59%
	17/6/2023	3	5375	180	2,99%
	15/7/2023	4	5231	144	2,39%
	19/8/2023	5	5111	120	1,99%
	16/9/2023	6	4811	300	4,99%
2	7/12/2023	1	8718	140	1,50%
	17/1/2024	2	8640	78	0,88%
	20/2/2024	3	8620	120	1,35%
	23/3/2024	4	7577	1043	11,77%
	21/4/2024	5	5440	2137	24,10%
	25/5/2024	6	5220	220	2,48%

3.1.3 Determinación de la tasa de crecimiento

En la primera siembra, las semillas presentaron una longitud inicial promedio de 1.5 cm, alcanzando una longitud final promedio de 7.7 cm al término de un periodo de seis meses. Este crecimiento equivale a un incremento promedio de aproximadamente 1 cm por mes.

Para la segunda siembra se obtuvo una semilla con una longitud promedio de 1 cm obteniendo una longitud final promedio de 8.5 cm en un mismo periodo de seis meses. Lo que nos da un crecimiento promedio de 1.16 cm por mes.

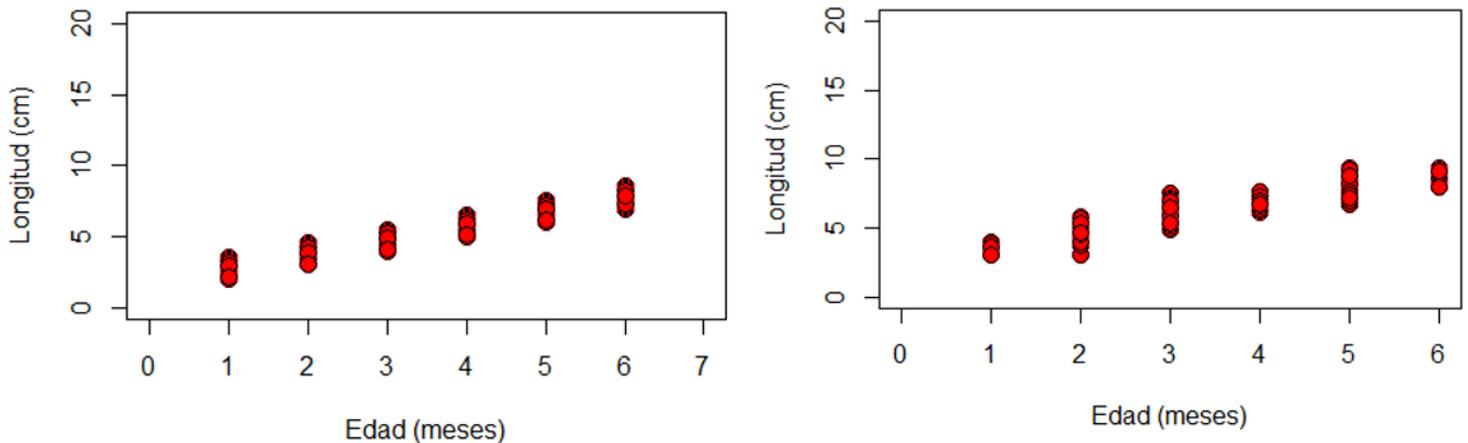


Figura 4. Crecimiento mensual del largo en el primer cultivo (Izquierda) y segundo cultivo (Derecha).

Con respecto a la anchura en el caso de la primera siembra, se observó un promedio de anchura inicial de 2.2 cm durante la primera medición de datos, alcanzando un promedio final de 4.7 cm al concluir el periodo de cultivo. Esto corresponde a un incremento promedio de 0.5 cm por mes. Por otro lado, la segunda siembra presentó una anchura promedio inicial de 1 cm en la primera medición, logrando un promedio final de 4.2 cm al término del cultivo, lo que representa un crecimiento mensual promedio de 0.64 cm.

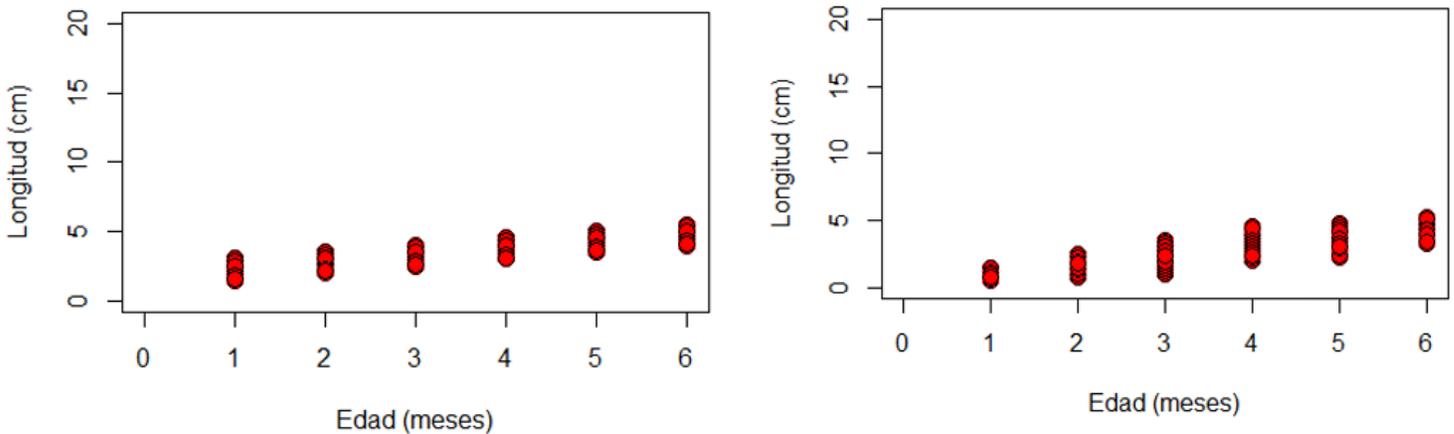


Figura 5. Crecimiento transversal durante el primer cultivo (Izquierda) y el segundo cultivo (Derecha).

3.2 Discusión

La zona de estudio en Surrone resultó favorable para el desarrollo de *Crassostrea gigas* en sistemas de cultivo long line debido a que las temperaturas promedio registrada en el primer cultivo fue de 26.1°C, esto concuerda con el estudio de Samain y McCombie (2008), realizado en Francia en el que se registraron temperaturas entre 20°C a 28°C y se obtuvo una baja mortalidad, lo cual se puede considerar como adecuado para esta especie. Sin embargo, se pudo contrastar que en la zona existen variabilidad de temperatura, este fue el caso del segundo cultivo donde presentó un promedio de 27.3°C, con un máximo de 29°C, una elevación atribuida a las condiciones

climáticas inusuales de los primeros meses de 2024, caracterizados por una ola de calor, según el Servicio Meteorológico Nacional de México (SMN), se registraron hasta cinco olas de calor entre marzo y julio, con los periodos más críticos en abril y mayo. En estas fechas, las temperaturas podrían superar los 40 °C en algunas regiones.

En este contexto la elevación máxima de temperatura a 29°C evidenció una alta mortalidad en el segundo cultivo del 42.19%, se ha registrado que las elevaciones de temperatura pueden intensificar el estrés térmico en los moluscos, reduciendo la disponibilidad de oxígeno disuelto y aumentando su mortalidad (Shumway et. Al, 2018)

En cuanto a la salinidad se encontró dentro del rango tolerable para la especie, establecido entre 25 y 35 ppm por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2021). Esta condición ambiental fue un factor favorable para el crecimiento o la supervivencia de las ostras. Respecto al pH, ambos cultivos mostraron valores promedio de 8.0, considerados ideales para el desarrollo de bivalvos, con una menor variabilidad observada en el segundo cultivo (FAO, 2021).

La mayor mortalidad se observó en el segundo cultivo, alcanzando un 42.19%, en comparación con el 19.96% registrado en el primero. García-Esquivel et al (2020), han destacado que temperaturas superiores a los 28°C aumentan la susceptibilidad de las ostras a enfermedades y depredadores, lo que podría explicar en gran medida esta diferencia. Factores ambientales que suelen afectar negativamente la calidad del agua y el bienestar de los organismos.

Las tasas de crecimiento promedio mensual de 1 cm en el primer cultivo y 1.16 cm en el segundo son congruentes con investigaciones realizadas en regiones tropicales, donde la alta disponibilidad de fitoplancton favorece tasas de crecimiento elevadas Shumway et al (2018)

explican que este tipo de incremento puede atribuirse al menor tamaño inicial de las semillas en el segundo cultivo (1 cm frente a 1.5 cm), un fenómeno consistente con el patrón de crecimiento exponencial en las etapas iniciales de los bivalvos. García-Esquivel también resalta que los organismos más pequeños suelen mostrar un crecimiento más acelerado debido a sus menores demandas energéticas.

3.2.1 Respuesta a la pregunta de investigación

Las condiciones ambientales en el sector Zurrónes de Pedernales influyeron de manera positiva en el crecimiento de las ostras del Pacífico (*Magallana gigas*), tal como se evidenció en los parámetros fisicoquímicos del agua y las tasas de crecimiento observadas en los dos cultivos experimentales. Estas condiciones ambientales influyeron de manera dual en el crecimiento de las ostras mientras que la estabilidad en la salinidad y el pH promovieron un entorno adecuado, las variaciones térmicas significativas afectaron negativamente la supervivencia, aunque favorecieron un crecimiento más rápido.

3.3 Conclusiones

El análisis de los parámetros fisicoquímicos del agua confirmó que el sector Zurrónes es un entorno adecuado para el cultivo de ostras del Pacífico. La temperatura promedio durante el primer cultivo (26.1°C) y la salinidad (32.6 ppm) se mantuvieron dentro del rango óptimo para el crecimiento de *Magallana gigas*. Sin embargo, el aumento de la temperatura promedio a 27.3°C en el segundo cultivo debido a una ola de calor resalta la susceptibilidad de la especie a las variaciones térmicas, lo que puede comprometer la supervivencia. Esto evidencia la importancia de un monitoreo constante de las condiciones ambientales para anticipar y mitigar riesgos.

La mortalidad observada varió significativamente entre los dos cultivos, siendo del 19.96% en el primero y del 42.19% en el segundo. Este aumento en el segundo cultivo puede atribuirse al incremento de la temperatura promedio y a la acumulación de factores de estrés, como la densidad poblacional y el biofouling. Estos resultados destacan que las condiciones ambientales adversas, especialmente las temperaturas elevadas, afectan la supervivencia de las ostras y subrayan la necesidad de ajustar parámetros de manejo.

Las ostras mostraron tasas de crecimiento promedio mensual de 1 cm en el primer cultivo y de 1.16 cm en el segundo. Este incremento en el segundo cultivo se relaciona con un menor tamaño inicial de las semillas, lo que favorece un crecimiento más rápido en las primeras etapas. Aunque estas tasas superan las reportadas en regiones de menor productividad natural, la elevada mortalidad en el segundo cultivo subraya la necesidad de equilibrar las condiciones de cultivo para garantizar tanto un crecimiento eficiente como la supervivencia a largo plazo.

3.4 Recomendaciones

A pesar de la mayor tasa de crecimiento en el segundo cultivo, la alta mortalidad observada pone de manifiesto la importancia de estrategias de manejo que reduzcan el estrés ambiental. Estas estrategias incluyen la limpieza periódica, ajustes en la densidad de siembra y la implementación de sistemas de monitoreo ambiental más efectivos para optimizar la supervivencia y el desarrollo de las ostras.

Por lo cual se recomienda implementar sistemas de monitoreo en tiempo real para registrar las temperaturas del agua y detectar con rapidez cualquier anomalía, especialmente durante periodos de altas temperaturas. Esto permitirá tomar decisiones oportunas, como ajustar la profundidad de los sistemas de cultivo long line para reducir el estrés térmico.

Así mismo se recomienda evitar programar cultivos durante los meses más cálidos del año (abril y mayo en el caso de Zurrónes), cuando las olas de calor son más probables, para lo cual es importante estar pendiente de los boletos informativos de las principales instituciones informativas sobre estos cambios como lo son el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), la Secretaría de Gestión de Riesgos (SGR), por último el Instituto Oceanográfico de la Armada del Ecuador (INOCAR).

4. Bibliografía

- Asamblea Nacional. (2008). *Constitución de la República del Ecuador*. Registro Oficial No. 449, 20 de octubre de 2008.
- Beninger, P. G., Veniot, A., & Poussart, Y. (1991). "Principles of particle processing and selection in suspension-feeding bivalve molluscs". *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 151(1), 117-128.
- Bioflocos na alimentação de ostras do Pacífico *Crassostrea gigas* (Thunberg, 1793). (s. f.). <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/229759>
- Blacher, C. (2012). Viabilidade econômica da produção de sementes diplóides de ostras do pacífico, *Crassostrea gigas* (Thunberg, 1795), no sul do Brasil.
- Buck, B. H., Ebeling, M. W., & Michler-Cieluch, T. (2008). Aquaculture in offshore wind farms: The impact and potential of integrating aquaculture into offshore structures. *Ocean & Coastal Management*, 51(3), 203–211.
- Burbano Parodi, L. F. (2015). Propuesta técnica para el cultivo de ostras (*Crassostrea gigas*) como método de diversificación de ingresos en zonas marino-costeras (Bachelor's). <https://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/39432>
- Carriker, M. R., & Gaffney, P. M. (1996). Biology of the oyster *Crassostrea gigas*. In *The Eastern Oyster: Crassostrea virginica* (pp. 349-357). Maryland Sea Grant College.
- Chávez-Villalba, J. (2014). Cultivo de ostión *Crassostrea gigas*: Análisis de 40 años de actividades en México. *Hidrobiológica*, 24(3), 175-190.
- Cisneros, M., Sánchez, R., & Rivera, C. (2000). Cultivo y manejo de ostras del Pacífico en Perú. *Revista de Acuicultura*.

- Cisneros Burga, R., Bautista, J., & Argüelles Torres, J. (2000). Cultivo en ambiente natural de la ostra del Pacífico *Crassostrea gigas* Thunberg, 1795. Instituto del Mar del Perú - IMARPE. <https://repositorio.imarpe.gob.pe/handle/20.500.12958/1440>
- Cultivo y comercialización de ostras del tipo *Crassostrea Gigas*. (s. f.). <https://repositorio.usil.edu.pe/entities/publication/ba0a75bf-886c-4ef5-8d82-e06e5750451a>
- Decretos Ejecutivos No. 1391. (2008). *Reglamento General de Acuicultura y Pesca*. Registro Oficial No. 489, 25 de abril de 2008.
- Decreto Ejecutivo No. 1391. (2008). *Reglamento General de Acuicultura y Pesca*. Registro Oficial No. 489, 25 de abril de 2008.
- Dürr, S., & Watson, D. I. (2010). Biofouling and antifouling in aquaculture. In Dürr, S., & Thomason, J. C. (Eds.), *Biofouling* (pp. 267–287). Wiley-Blackwell.
- FAO (2005). *Cultivo de moluscos bivalvos: un manual práctico*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- FAO (2020). *Cultivo de bivalvos: guía técnica y buenas prácticas para un manejo sostenible*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
- FAO (2022). *Cultivo de moluscos bivalvos en regiones tropicales*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
- FAO. (2020). *Cultured Aquatic Species Information Programme: Crassostrea gigas*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- FAO (2020). *El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2020: Sostenibilidad en acción*. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.

- Fitridge, I., Dempster, T., Guenther, J., & de Nys, R. (2012). The impact and control of biofouling in marine aquaculture: a review. *Biofouling*, 28(7), 649–669.
- García-Esquivel, Z., et al. (2020). Impacto ambiental en sistemas de cultivo de bivalvos en América Latina. *Revista de Acuicultura Tropical*.
- Giberto, D. A., Bremec, C. S., Schejter, L., Escolar, M., Souto, V. S., Schiariti, A., Romero, M. V., & Dos Santos, E. P. (2012). La ostra del Pacífico *Crassostrea gigas* (Thunberg, 1793) en la provincia de Buenos Aires: Reclutamientos naturales en Bahía Samborombón. <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/167625>
- Gouletquer, P., & Heral, M. (1997). Marine Molluscan Production Trends in France: From Fisheries to Aquaculture. *NOAA Technical Report NMFS 129*.
- Gosling, E. (2003). *Bivalve Molluscs: Biology, Ecology and Culture*. Blackwell Science.
- Gosling, E. (2015). *Marine Bivalve Molluscs*. John Wiley & Sons.
- Gutiérrez, J., Jones, C., y Strayer, D. (2019). *Ecosystem Engineers: Oyster Reefs and Their Role in Coastal Protection*. Marine Ecology Progress Series.
- Indacochea Carreño, F., Pérez Suárez, R., & Osorio, C. (2020). Métodos de cultivo de ostras en estuarios y mar abierto. *Revista Ecuatoriana de Ciencias Marinas*.
- Indacochea Carreño, M. A., Flores Vargas, D. M., & Manrique Rejas, D. S. (2020). Impacto del mantenimiento del sistema de cultivo en el crecimiento de ostras. *Revista de Acuicultura y Pesquería*, 12(2), 15-23.
- Indacochea Carreño, V. J., Loor Silva, V. K., & Márquez Montiel, A. (2020). Desarrollo de un proceso de cultivo adaptado para cultivar la ostra del Pacífico (*Crassostrea gigas*) en el estuario del Río Chone [ESPOL. FIMCM: Acuicultura]. <http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/50678>

- Ley de Pesca y Desarrollo Pesquero. (2020). *Ley Reformada de Pesca y Desarrollo Pesquero*. Registro Oficial Suplemento No. 194, 21 de abril de 2020.
- Lodeiros, C. J., Freitas, L., & Cuéllar, Á. (2016). Acuicultura de moluscos bivalvos. In *Manual práctico de acuicultura*.
- Molina-Domínguez, D., Pérez-Valencia, A., y Morales-Ramos, L. (2018). Prácticas de cultivo en la industria de bivalvos en el noroeste de México. *Revista de Acuicultura*.
- Montúfar Romero, J. J., & Montúfar Romero, M. G. (2013). Análisis del impacto socioeconómico del cultivo en maricultura de la *Crassostrea gigas* (ostra del pacífico) en la comuna “La Entrada” de la Provincia de Santa Elena. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/4297>
- Montaño, R., Vélez, M., & Torres, L. (2018). Evaluación del potencial acuícola del sector de Zurrone, Manabí. *Revista Científica Ecuatoriana de Acuicultura*, 6(2), 145-158.
- Morrisey, D. J., Swales, A., Dittmann, S., Morrison, M. A., Lovelock, C. E., & Beard, C. M. (2009). The ecology and management of temperate mangroves. *Oceanography and Marine Biology*, 47, 43–160.
- National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA). (2020). *Oyster Aquaculture in the United States*. Recuperado de [sitio web de la NOAA](#).
- National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA). (2021). *Aquaculture in the United States*. Recuperado de sitio web de la NOAA.
- Orta, R., Ramírez, J., y Hernández, T. (2021). *Manejo y comercialización de moluscos bivalvos: Un enfoque desde la acuicultura moderna*.
- Pérez-Suárez, R., & Osorio C., J. (1994). Estudio de factibilidad para el cultivo de ostras del Pacífico en el estuario del río Chone. *Revista de Ciencias Marinas*, 45(1), 29-36.

- Pérez Suarez, S., & Osorio C., V. (1994). Estudio de factibilidad del cultivo de ostra del pacífico (*Crassostrea gigas*) en granja camaronera en la región costera central de la provincia de Manabí. <http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/4660>
- Quayle, D. B. (1988). *Pacific oyster culture in British Columbia*. Fisheries and Oceans Canada.
- Rodríguez-Quiroz, G., García-Ulloa, M., Domínguez-Orozco, A. L., Valenzuela-Hernández, T. N., Nava-Pérez, E., & Góngora-Gómez, A. M. (2016). Relación del crecimiento, condición y supervivencia del ostión del Pacífico *Crassostrea gigas* y las variables ambientales, cultivado en suspensión en el sistema lagunar Navachiste-Macapule, Sinaloa, México. *Revista de biología marina y oceanografía*, 51(3), 541-551. <https://doi.org/10.4067/S0718-19572016000300006>
- Samain, J.F., & McCombie, H. (2008). Summer Mortality of Pacific Oyster *Crassostrea gigas*. Springer.
- Sánchez López, A. (2015). Evaluación de la supervivencia de ostras del Pacífico en la Península de Santa Elena. *Informe Técnico Acuícola*.
- Sánchez López, K. G. (2015). Efectos del biofouling sobre el crecimiento y supervivencia en cultivo suspendido infralitoral de la ostra del pacífico (*Crassostrea gigas*; Thunberg, 1793), bajo dos sistemas de saneamiento en el puerto real alto de diciembre 2014—Julio del 2015 [La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena, 2015.]. <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/2135>
- Shatkin, G., Shumway, S. E., & Hawes, R. (1997). Considerations regarding the possible introduction of the Pacific oyster (*Crassostrea gigas*) to the Gulf of Maine: A review of global experience. *Journal of Shellfish Research*, 16(2), 463-477.

- Shumway, S. E. (1996). Natural Environmental Factors. In V. S. Kennedy, & R. I. E. Newell (Eds.), *The Eastern Oyster: Crassostrea virginica*. Maryland Sea Grant College Program.
- Shumway, S. E. (2020). *Oyster Culture: A Global Perspective*. Academic Press.
- Shumway, S.E., et al. (2018). *Shellfish Aquaculture and the Environment*. Wiley-Blackwell.
- Thais Brito, T. (2021). *Estudio de factores morfológicos y ecológicos de ostras del Pacífico*. Editorial Científica.
- Uchpa Mayorga, F. Á. (2001). Densidad y profundidad adecuadas en el cultivo suspendido de *Crassostrea gigas* «ostra del pacífico» en la Bahía de Samanco, Playa «El Dorado» (Áncash Perú). Repositorio Institucional - UNS. <http://repositorio.uns.edu.pe/handle/20.500.14278/4399>
- Villón Villón, Anthony Dilner (2023). Evaluación del crecimiento, condiciones de supervivencia y parámetros ambientales de *Magallana gigas* Ostra del Pacífico Puerto de Chanduy. La Libertad UPSE Matriz Facultad de Ciencias del Mar. 77p.
- Wang, H., Guo, X., & Zhang, G. (2008). "Transcriptional response to acute heat stress in Pacific oyster *Crassostrea gigas*". *Journal of Shellfish Research*, 27(4), 1071-1078

5. Anexos

Anexo 1. Elaboracion y ubicacion del peso muerto.



Anexo 2. Elementos del sistema long line



Anexo 3. Semillas empleadas en los cultivos experimentales.



Anexo 4.Proceso de siembra.





Anexo 5. Extracción de las linternas y mantenimiento de las líneas.





Anexo 6.Extraccion, limpieza de lostras y mantenimiento de linternas





Anexo 7. Toma de medidas longitudinales.







Anexo 8. Conteo y reubicacion de las ostras







Anexo 9. Ostras muertas por oleadas de calor.



