



UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR
CARRERA DE BIOLOGÍA

MADURACIÓN Y FECUNDIDAD DE LA OSTRA DEL PACÍFICO
***Magallana gigas* EN CONDICIONES CONTROLADAS DE**
LABORATORIO EN LA COMUNA EL REAL, CHANDUY

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR II

PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:
BIÓLOGA

AUTOR:

Zully Mabell Jaime Choez

DOCENTE TUTOR:

Blga. Jodie Darquea Arteaga M.Sc.

LA LIBERTAD – ECUADOR

PERÍODO:

2026

**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA
ELENA**

FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR

CARRERA DE BIOLOGÍA

**MADURACIÓN Y FECUNDACIÓN DE LA OSTRAS DEL
PACÍFICO *Magallana gigas* EN CONDICIONES
CONTROLADAS DE LABORATORIO EN LA COMUNA EL
REAL, CHANDUY**

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR II

PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:

BIÓLOGA

AUTOR:

Zully Mabell Jaime Choez

DOCENTE TUTOR:

Blga. Jodie Darquea Arteaga M.Sc.

LA LIBERTAD – ECUADOR

PERÍODO:

2026

DECLARACIÓN DEL DOCENTE TUTOR

En mi calidad de Docente Tutor del Trabajo de Integración Curricular, **“MADURACIÓN Y FECUNDACIÓN DE LA OSTRAS DEL PACÍFICO *Magallana gigas* EN CONDICIONES CONTROLADAS DE LABORATORIO EN LA COMUNA EL REAL, CHANDUY”**, elaborado por Zully Mabell Jaime Choez, estudiante de la Carrera de Biología, Facultad de Ciencias del Mar de la Universidad Península de Santa Elena, previo a la obtención del título de Biólogo me permito declarar que luego de haber dirigido su desarrollo y estructura final del trabajo, este cumple y se ajusta a los estándares académicos, razón por la cual, apruebo en todas sus partes, encontrándose apto para la evaluación del docente especialista.

Atentamente



Blga. Jodie Darquea Arteaga, MSc.

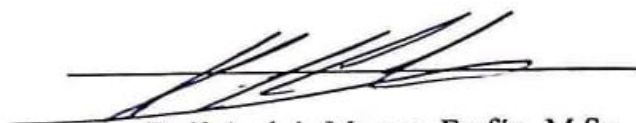
DOCENTE TUTOR

C.I. 0918674359

DECLARACIÓN DEL DOCENTE DE ÁREA

En mi calidad de Docente Especialista, del Trabajo de Integración Curricular “MADURACIÓN Y FECUNDACIÓN DE LA OSTRA DEL PACÍFICO *Magallana gigas* EN CONDICIONES CONTROLADAS DE LABORATORIO EN LA COMUNA EL REAL, CHANDUY, elaborado por la Srta. Zully Mabell Jaime Choez, estudiante de la Carrera de Biología, Facultad de Ciencias del Mar de la Universidad Península de Santa Elena, previo a la obtención del título de Biólogo, me permito declarar que luego de haber evaluado el desarrollo y estructura final del trabajo, éste cumple y se ajusta a los estándares académicos, razón por la cual, declaro que se encuentra apto para su sustentación.

Atentamente



Ing. Raúl Andrés Moreno Farfán, M.Sc.
DOCENTE DE ÁREA
C.I. 0104607320

DEDICATORIA

Dedico este trabajo con el corazón lleno de gratitud, amor y humildad a todas aquellas personas que de una u otra forma han sido parte esencial de este camino. A Dios, fuente infinita de sabiduría y fortaleza, por ser mi guía en los momentos de incertidumbre, por sostenerme cuando sentía que ya no podía a él, que ha sido luz en cada paso y consuelo en cada caída.

A mis padres, Junior Jaime y Virginia Choez mis pilares eternos, cuyos esfuerzos, sacrificio y amor incondicional me han sostenido desde el inicio, gracias por confiar en mí incluso cuando dudaba de mis propias capacidades, por enseñarme que los sueños se construyen con trabajo, humildad y perseverancia.

A mis hermanas, Sheyla Jaime por sus consejos y Lisbeth Jaime por ser mi apoyo incondicional, mi refugio en los días difíciles y mi alegría en los momentos de cansancio, gracias por su amor, por creer en mí y por acompañarme, a pesar de todo ella es la que ha estado para mí, este logro también es tuyo, las amo profundamente.

A mis amistades, los que han estado en las risas y en las lágrimas, en los desvelos y en los descansos, a aquellos que me alentaron en momentos más difíciles y me recordaron que rendirse no era una opción, gracias por la paciencia y por compartir conmigo esta etapa.

Y finalmente, a mí misma por no rendirme, por cada noche sin dormir, por cada sacrificio hecho en silencio, por seguir adelante cuando todo parecía imposible, porque esta tesis no solo presenta un trabajo académico, sino la manifestación de un sueño construido con esfuerzo, dedicación y amor, mi niña interior está muy orgullosa de lo que pude lograr y seguiré logrando.

Este logro es el reflejo de todos los que caminaron conmigo, a todos ustedes “gracias eternas”.

Zully Mabell Jaime Choez

AGRADECIMIENTO

Agradezco profundamente a la Universidad Estatal Península de Santa Elena por brindarme la formación académica que ha sido fundamental en mi desarrollo profesional y personal.

Expreso mi sincero agradecimiento a mi tutora, Blga. Jodie Darquea Arteaga, por su valiosa orientación, compromiso y constante apoyo durante el desarrollo de este trabajo de titulación, su guía fue esencial para la correcta ejecución de esta investigación.

Mi más profundo agradecimiento a la Prefectura de Santa Elena por brindarme la oportunidad de llevar a cabo mi estudio en las instalaciones del laboratorio proyecto ostras, ubicado en la comuna El Real.

Finalmente, agradezco a todas las personas que directa o indirectamente contribuyeron al desarrollo de este trabajo, cada aporte, por pequeño que parezca, fue muy significativo para alcanzar este logro.

Zully Mabell Jaime Choez

TRIBUNAL DE GRADO

Trabajo de Integración Curricular presentado por **Jaime Choez Zully Mabell** como requisito parcial para la obtención del grado de Biólogo/a de la Carrera de Biología, Facultad de Ciencias del Mar de la Universidad Estatal Península de Santa Elena.

Trabajo de Integración Curricular **APROBADO** el: 10 DE DICIEMBRE DEL 2025.



Ing. Jimmy Villón Moreno, MSc.

**DIRECTOR/A DE CARRERA
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**



Ing. Raúl Moreno Farfán, MSc.

**PROFESOR DE ÁREA
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**



Blga. Jodie Darquea Arteaga, MSc.

**DOCENTE TUTOR
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**



Blgo. Richard Duque Marín, Mgt

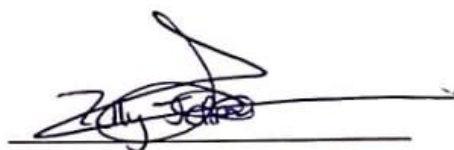
**DOCENTE GUÍA DE LA UIC II
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**



Lic. Pascual Roca Silvestre, MSc.
SECRETARIO/A DEL TRIBUNAL

DECLARACIÓN EXPRESA

La responsabilidad del contenido, ideas, datos y resultados expuestos en el presente trabajo de integración curricular con el tema “**MADURACIÓN Y FECUNDIDAD DE LA OSTRA DEL PACÍFICO *Magallana gigas* EN CONDICIONES CONTROLADAS DE LABORATORIO EN LA COMUNA EL REAL, CHANDUY**”, correspondiente exclusivamente al autor, y el patrimonio de esta y a la Universidad Estatal Península de Santa Elena.



Zully Mabell Jaime Choez

C.I. 2450391442

ÍNDICE

RESUMEN	1
ABSTRACT	2
CAPÍTULO I	3
1. INTRODUCCIÓN	3
2. PROBLEMÁTICA	9
3. JUSTIFICACIÓN	11
4. OBJETIVOS GENERAL	12
5. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:	12
6. HIPÓTESIS	13
CAPÍTULO II	14
7. MARCO TEÓRICO	14
7.1 Taxonomía de la ostra del pacífico	14
7.2 <i>Magallana gigas</i>	15
7.3 Características generales.....	15
7.4 Morfología de <i>Magallana gigas</i>	17
7.5 Anatomía interna de <i>Magallana gigas</i>	18
7.6 Anatomía externa de la <i>Magallana gigas</i>	20
7.7 Ostricultura	21
7.8 Reproducción	22

7.9	Ciclo de vida de la ostra del Pacífico.....	23
7.10	Distribución y hábitat.....	25
7.11	Alimentación.....	26
7.12	Importancia del cultivo de ostras	27
7.12.1	Sistemas de cultivo de superficie	28
7.12.2	Sistemas de cultivo de profundidad	28
7.13	Fases de madurez gonadal	29
7.14	Importancia de los lípidos en <i>Magallana gigas</i>	31
CAPÍTULO III.....		32
8. METODOLOGÍA.....		32
8.1	Tipo de investigación.....	32
8.2	Área de estudio	32
8.3	Proceso de obtención de reproductores y traslado.....	34
8.4	Limpieza de reproductores.....	35
8.5	Diseño experimental	37
8.6	Toma de datos merísticos	39
8.7	Registro de mortalidad.....	41
8.8	Protocolo de manejo	42
8.9	Protocolo de alimentación	45
8.10	Análisis citológicos de los gametos en fresco	46

8.11	Tiempo de la maduración gonadal de las clases de tallas <i>Magallana gigas</i>	51
8.12	Análisis lipídico	51
8.13	Fecundidad.....	53
8.14	Fecundación	55
8.15	Relación fecundidad con el peso y talla de <i>Magallana gigas</i> ..	58
8.16	Análisis de los gametos fecundados	58
8.17	Tasa de eclosión.....	60
8.18	Análisis estadístico	60
CAPÍTULO IV		63
9. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS		63
9.1	Descripción de la morfología y viabilidad de los gametos en fresco de <i>Magallana gigas</i>	63
9.2	Mortalidad en <i>Magallana gigas</i>	74
9.3	Análisis semanal del peso y la talla de <i>Magallana gigas</i> en dos bloques de talla durante el período de maduración gonadal.....	76
9.3.1	Bloque 1 – tallas grandes	76
9.3.2	Bloque 2 – tallas pequeñas	79
9.3.3	Segundo ensayo.....	82
9.3.4	Bloque 1 – tallas grandes	82

9.3.5	Bloque 2 – tallas pequeñas.....	85
9.4	Análisis del perfil lipídico de las gónadas de <i>Magallana gigas</i> acorde a las clases de tallas.....	87
9.5	Fecundidad.....	89
9.6	Comparación de la fecundidad entre los grupos de tallas de <i>Magallana gigas</i>	92
9.6.1	Prueba de normalidad.....	92
9.6.2	Análisis de la prueba Kruskal-Wallis.....	93
9.6.3	Comparaciones específicas entre pares – Prueba de Mann-Whitney.....	95
9.7	Fecundación y la tasa de eclosión.....	97
9.7.1	Proceso de fecundación.....	98
10.	DISCUSIÓN	100
CAPÍTULO V.....		105
11.	CONCLUSIONES	105
12.	RECOMENDACIONES	107
13.	BIBLIOGRAFÍA	108
ANEXOS		118

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Taxonomía de <i>Magallana gigas</i>	14
Figura 2. <i>Magallana gigas</i>	16
Figura 3. Anatomía interna de <i>Magallana gigas</i>	18
Figura 4. Anatomía externa de <i>Magallana gigas</i>	20
Figura 5. Dimensiones de la ostra <i>Magallana gigas</i>	21
Figura 6. Ciclo de vida de <i>Magallana gigas</i>	23
Figura 7. Ubicación de las instalaciones del laboratorio el Real y del laboratorio de la Universidad (UPSE).....	33
Figura 8. Diseño experimental	37
Figura 9. Diseño experimental de sistema de maduración de <i>Magallana gigas</i> ..	38
Figura 10. Proceso de obtención, registro y análisis de datos métricos.....	40
Figura 11. Alimentación de ostras (<i>Magallana gigas</i>)	46
Figura 12. Análisis de regresión entre el número de ovocitos y la talla de las ostras <i>Magallana gigas</i>	90
Figura 13. Análisis de regresión entre el número de ovocitos y el peso de las ostras <i>Magallana gigas</i>	91
Figura 14. Diagrama de cajas que compara la fecundidad de las ostras entre los rangos de talla 6–7 cm y 8–9 cm.....	96

ÍNDICE DE TABLA

Tabla 1. Escala de desarrollo gonadal de ostra macho y hembra macroscópica (adaptado y modificado de Brousseau, 1995).....	48
Tabla 2. Fases de desarrollo ovocitario <i>Magallana gigas</i>	50
Tabla 3. Fases de desarrollo espermático <i>Magallana gigas</i>	50
Tabla 4. Registro del proceso de desove de <i>Magallana gigas</i> en condiciones controladas de laboratorio	57
Tabla 5. Características para la observación de los gametos fecundados.	59
Tabla 6. Citología gonadal <i>M. gigas</i> con tinción Hematoxilina-Eosina (H&E) desde la semana 1 a la semana 3	64
Tabla 7. Morfología macroscópica de las gónadas de <i>M. gigas</i> desde la semana 1 a la semana 3 del proceso de maduración.....	66
Tabla 8. Citología gonadal masculina <i>M. gigas</i> con tinción Hematoxilina-Eosina (H&E) desde la semana 4 a la semana 6.	67
Tabla 9. Morfología macroscópica de las gónadas masculinas de <i>M. gigas</i> desde la semana 4 a la semana 6 del proceso de maduración	68
Tabla 10. Citología gonadal femenina de <i>M. gigas</i> con tinción Hematoxilina-Eosina (H&E) desde la semana 4 a la semana 6 del proceso de maduración	69
Tabla 11. Morfología macroscópica de las gónadas femeninas de <i>M. gigas</i> desde la semana 4 a la semana 6 del proceso de maduración.	70
Tabla 12. Citología gonadal masculina de <i>M. gigas</i> con tinción Hematoxilina-Eosina (H&E) desde la semana 7 a la semana 8 del proceso de maduración	71

Tabla 13. Morfología macroscópica de las gónadas masculina de <i>M. gigas</i> desde la semana 7 a la semana 8 del proceso de maduración	72
Tabla 14. Citología gonadal femenina de <i>M. gigas</i> con tinción Hematoxilina-Eosina (H&E) desde la semana 7 a la semana 8 del proceso de maduración	73
Tabla 15. Morfología macroscópica de las gónadas femeninas de <i>M. gigas</i> desde la semana 7 a la semana 8 del proceso de maduración.	73
Tabla 16. Mortalidad de bloques de rangos de talla ambos lotes de <i>Magallana gigas</i>	75
Tabla 17. Variación semanal de peso promedio (g) de <i>Magallana gigas</i> durante 8 semanas de maduración gonadal – tallas grandes.	78
Tabla 18. Variación semanal de talla promedio (cm) y peso promedio (g) de <i>Magallana gigas</i> durante 8 semanas de maduración gonadal – tallas pequeñas. ...	81
Tabla 19 . Variación semanal de talla promedio (cm) y peso promedio (g) de <i>Magallana gigas</i> durante 8 semanas de maduración gonadal – tallas grandes.....	84
Tabla 20. Variación semanal de talla promedio (cm) y peso promedio (g) de <i>Magallana gigas</i> durante 8 semanas de maduración gonadal – tallas pequeñas. ...	86
Tabla 21. Análisis lipídicos de ambos bloques	88
Tabla 22. Registro de datos sobre el proceso de fecundación de <i>M. gigas</i>	98

ÍNDICE DE ANEXO

Anexo 1. Obtención y aclimatación de ostras (<i>Magallana gigas</i>).....	118
Anexo 2. Toma de mediciones tanto como tallas y peso.....	118
Anexo 3. Disección de ostras y observación macroscópica y microscópica	119
Anexo 4. Tinción hematoxilina y eosina (H&E)	119
Anexo 5. Proceso de desove para la fecundidad.....	120
Anexo 6. Visita del tutor de tesis para observar el cumplimiento del proyecto.	120
Anexo 7. Análisis de perfil lipídico semana 1 ostra grande	120
Anexo 8. Análisis de perfil lipídico semana 1 ostra pequeña	120
Anexo 9. Análisis de perfil lipídico semana 4 ostra grande	120
Anexo 10. Análisis de perfil lipídico semana 4 ostra pequeña	120
Anexo 11. Análisis de perfil lipídico semana 8 ostra grande	120
Anexo 12. Análisis de perfil lipídico semana 8 ostra pequeña	120
Anexo 13. Instalaciones del laboratorio el Real y del laboratorio de la Universidad (UPSE)	120
Anexo 14. Toma de muestras para observar el proceso de fecundación	120
Anexo 15. Huevos fecundados a larva D y mide 6 milímetros	120
Anexo 16. Tabulación de datos generales (Excel).....	120
Anexo 17. Prueba de normalidad entre la talla de ostra grande y pequeña	120
Anexo 18. Prueba de Kruskal-Wallis, donde indica que hay mucha diferencia entre las tallas por la cantidad de ovocitos de las ostras	120
Anexo 19. La prueba de Mann-Whitney pairwise, diferencias altamente significativas	120

GLOSARIO

EDTA: Este compuesto conocido como ácido etilendiaminotetraacético actúa como un agente que atrapa iones metálicos, como el calcio y el magnesio, en entornos de laboratorio, previniendo la coagulación de la sangre, estabilizando enzimas y ayudando en la obtención de ADN y proteínas.

Bivalvo: Se refiere a un grupo de moluscos que poseen un cuerpo blando resguardado por dos conchas o valvas. Entre los bivalvos se encuentran especies como mejillones, almejas y ostras, reconocidos por su habilidad para filtrar el agua.

Gónadas: Son los órganos reproductores que generan gametos. En el caso de los bivalvos, estas gónadas pueden ser de tipo masculino o femenino, y tienen la función de producir espermatozoides y óvulos.

Molusco: Son diversos grupos de animales invertebrados con su cuerpo blando que en ciertas ocasiones está protegido por su concha.

***Magallana gigas*:** Es una ostra (bivalva) también llamada ostras japonesa u ostra del Pacífico.

Gametos: Son las células sexuales que consta con los ovocitos y espermatozoides, donde se liberan durante el desove, que es un proceso inducido individualmente o en sus condiciones controladas.

Ovocitos: Son los gametos femeninos que están en proceso de maduración, su función principal es estar en la reproducción sexual.

Lípidos: Son sustancias orgánicas que incluye grasa y aceite, que cumplen funciones energéticas, estructurales y reguladoras en todos los organismos.

Fecundación: Es la unión de un espermatozoide con un óvulo, donde se desarrolla el embrión.

Fecundidad: Se expresa generalmente como el número total de ovocitos, que son producidos por hembra durante su ciclo reproductivo.

Espermatogénesis: Es el proceso el cual las células germinales masculinas se dividen y maduran para formar espermatozoides. Esto incluye la etapa de mitosis para multiplicar las células iniciales, seguido por meiosis que reduce la mitad al número de cromosomas.

Ovogénesis: Consiste en la formación y desarrollo de los óvulos dentro de los ovarios de los moluscos. Durante este proceso, las células germinales femeninas experimentan divisiones celulares y maduración hasta convertirse en óvulos listos para ser fecundados.

Estímulos ambientales: Factores como la temperatura del agua, la salinidad y la disponibilidad de alimento influyen directamente en la reproducción y el desarrollo de los moluscos. Estos estímulos pueden activar o modificar el ciclo reproductivo y la producción de gametos.

Desarrollo embrionario: Después de la fecundación, cuando el espermatozoide y el óvulo se unen en el medio acuático, comienza el desarrollo del cigoto. Este proceso inicial marca el comienzo de la formación del embrión.

ABREVIATURAS

CM: Simbología de centímetro

G: Simbología de gramos

PPM: Partes por millón

Mm: Simbología de medición mm (milímetro)

°C: Simbología de temperatura

ICG: Índice de calidad gonadal

pH: Potencial de hidrógeno

UV: Ultravioleta

RESUMEN

El presente estudio evaluó los procesos de maduración gonadal, perfil lipídico, fecundidad y desempeño reproductivo de *Magallana gigas* cultivada en condiciones controladas en la comuna El Real, Chanduy, provincia de Santa Elena, Ecuador. Se analizaron 300 ostras distribuidas en dos clases de talla (6–7 cm y 8–9 cm) con el objetivo de determinar cómo el tamaño corporal influye en la calidad y cantidad de gametos producidos. La madurez gonadal se describió mediante análisis citológicos en fresco, observándose el desarrollo progresivo de las gónadas hasta fases avanzadas de maduración, especialmente en las ostras de mayor talla, que alcanzaron la etapa reproductiva con mayor rapidez. El análisis del perfil lipídico mostró un incremento sostenido de las reservas energéticas a lo largo del periodo experimental, pasando de 1,46 % a 1,90 %. Predominaron los ácidos grasos poliinsaturados (94 %), esenciales para la formación de membranas celulares y para el adecuado desarrollo embrionario, lo cual evidenció una relación directa entre el contenido lipídico y la capacidad reproductiva. La estimación de la fecundidad reveló diferencias marcadas entre los grupos evaluados: las ostras de 8–9 cm produjeron en promedio 899×10^3 ovocitos, mientras que las de 6–7 cm generaron aproximadamente 387×10^3 . Las pruebas estadísticas confirmaron estas diferencias; el test de Shapiro–Wilk determinó que los datos no seguían distribución normal, por lo que se aplicaron pruebas no paramétricas (Kruskal–Wallis y Mann–Whitney U), ambas evidenciando diferencias altamente significativas entre los grupos de talla ($p < 0,05$). Finalmente, la fecundación controlada mostró resultados favorables, con embriones en división y larvas tipo D formadas correctamente 24 horas después de la fertilización. Los hallazgos demuestran que la talla corporal influye directamente en la maduración, el contenido lipídico y la fecundidad, y constituyen información clave para optimizar la selección de reproductores en programas de cultivo larvario.

Palabras claves: *Magallana gigas*, fecundidad madurez gonadal, morfometría, perfil lipídico, acuicultura, gametos, reproducción controlada.

ABSTRACT

This study evaluated gonadal maturation, lipid profile, fecundity, and reproductive performance of *Magallana gigas* reared under controlled laboratory conditions in El Real, Chanduy, Santa Elena Province, Ecuador. A total of 300 oysters were analyzed and distributed into two size classes (6–7 cm and 8–9 cm) to determine how body size influences gamete quantity and quality. Gonadal development was assessed through fresh cytological preparations, revealing a progressive maturation of tissues, with larger oysters reaching advanced reproductive stages more rapidly. These observations indicate a higher physiological efficiency in broodstock of greater size. The lipid profile analysis showed a continuous increase in total lipid content throughout the experimental period, ranging from 1.46% to 1.90%. Polyunsaturated fatty acids (PUFAs) represented 94% of the total lipid fraction, confirming their essential role in cell membrane formation, gametogenesis, and early larval development. This pattern demonstrates a direct relationship between energetic reserves and reproductive potential. Fecundity estimates revealed marked differences between size groups: oysters measuring 8–9 cm produced an average of 899×10^3 oocytes, whereas those of 6–7 cm produced approximately 387×10^3 . Statistical analyses supported these differences; the Shapiro–Wilk test indicated non-normal data distribution, leading to the application of non-parametric tests (Kruskal–Wallis and Mann–Whitney U), both confirming highly significant differences between size classes ($p < 0.05$). Controlled fertilization yielded favorable results, with normally dividing embryos and well-formed D-stage larvae observed 24 hours post-fertilization. These findings demonstrate that body size strongly influences gonadal maturation, lipid accumulation, and fecundity in *M. gigas*. The results provide essential information for broodstock selection and optimization of larval production protocols in aquaculture settings, particularly in tropical environments such as those of the Ecuadorian coast.

Keywords: *Magallana gigas*, fecundity, gonadal maturity, morphometry, lipid profile, aquaculture, gametes, controlled reproduction.

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

La ostra del Pacífico, *Magallana gigas*, es una especie de importancia en la acuicultura mundial debido a su alta tasa de crecimiento, resistencia a cambios ambientales, capacidad de adaptación y por su valor económico elevado (Oña, 2022). Es originaria de Asia e introducida en la costa del continente americano, existiendo en los siguientes países como Estados Unidos, México y Chile (FAO, 2020).

El valor monetario de la ostra se debe principalmente a que posee una gran demanda en la gastronomía, porque es considerada un producto premium, debido a su sabor delicado y mineral; y por su versatilidad culinaria. Y en la acuicultura, en cuanto a su rol ecológico, actúa como filtro natural que ayuda a equilibrar y mejorar la calidad en el entorno marino, removiendo partículas en suspensión, favoreciendo a la estabilidad de los ecosistemas (FAO, 2022). En Ecuador, el cultivo de ostras comenzó desde 1990, como pruebas iniciales para expandir la producción acuícola nacional. Estas propuestas desde el inicio fueron lideradas por el Centro Nacional de Acuicultura e Investigaciones Marinas (CENAIM), (Lombeida, 2001).

En la provincia de Santa Elena se concentran los laboratorios de producción de semilla de ostras del Pacífico *Magallana gigas* siendo el CENAIM, donde se ha establecido durante más de diez años, la técnica de la producción de semillas y el engorde de ostras en piscinas de camarón (Arguello, 2016).

En el 2017, se implementó el laboratorio de semillas *Magallana gigas*, ubicada en la comuna El Real - Chanduy, un proyecto por parte del Gobierno Provincial Autónomo de Santa Elena en convenio en la Oficina Comercial del Gobierno de China-Taiwán con el fin de promover el desarrollo del cultivo de ostras en pescadores artesanales de El Real, Palmar, Ayangue, San Pedro, Valdivia, Anconcito y La Entrada (Rodríguez, 2018). Siendo estas dos instituciones avaladas para la producción de semilla de *M. gigas* en el país.

La maduración y reproducción de *Magallana gigas* en condiciones controladas objeto de numerosos estudios, tanto en Ecuador como a nivel internacional. Donde el proceso de maduración gonadal sirve para garantizar la producción de gametos de buena calidad, dependiendo con ello el éxito en la fecundación y la viabilidad de las larvas de ostras (Marshall, 2020).

Implementándose, por lo general, en laboratorios un enfoque de reproducción inducida, tanto países como Japón (JICA, 2019), Colombia (Velasco, 1828), México (Gómez G. , 2012). Donde el estímulo de calor es una técnica frecuentemente usada y aplicada en la acuicultura de moluscos bivalvos dado que ayuda promover la liberación gamética en especies como *Magallana gigas*. Proceso el cual someten a los reproductores a cambios bruscos de temperatura, alternando con agua caliente entre 28–32 °C y el agua fría entre 16–20 °C, generando un repentino cambio ambiental desencadenando el proceso de desove.

El éxito del proceso reproductivo depende de que las ostras alcancen un estado de maduración gonadal, en donde condiciones de manejo deben considerarse para evitar el estrés (FAO, 2019). Siendo, relevantes las condiciones ambientales como la salinidad y temperatura, que debe ser controladas para estimular la maduración de las gónadas y mejorar las tasas de fecundidad (Guadalupe Carmen, 1995).

Así también durante maduración de los reproductores en condiciones controladas, se ha comprobado que la alimentación con microalgas, especialmente aquellas con altos niveles de clorofila, favorece el crecimiento y la madurez sexual de la Ostra del Pacífico (*Magallana gigas*), por que proporciona una fuente alta en

nutrientes esenciales (Alvarado, 2017). Diversos estudios han demostrado que una dieta balanceada en lípidos, proteínas y carbohidratos contribuyen significativamente a optimizar la maduración gonadal y mejorar la calidad de los gametos, tanto en cantidad como en viabilidad (Ramírez, 2020).

Por ejemplo, investigaciones han encontrado que el suministro de microalgas específicas como *Isochrysis galbana* y *Chaetoceros calcitrans* en proporciones adecuadas favorece tanto el desarrollo gonadal como la cantidad y viabilidad de ovocitos y espermatozoides en las ostras (Hebert, 2007). En el Laboratorio de ostras del Gobierno Autónomo Provincial de Santa Elena, se evidenció que el suministro de *Chaetoceros gracilis* en altas concentraciones entre 80.000 y 100.000 cel/ml durante la fase II (madurez temprana) y III (madurez) favorece la maduración gonadal y mejora la calidad larvaria de *Magallana gigas* (Oña, 2022).

Por otro lado, se han demostrado que aspectos morfológicos y lipídicos son indicadores clave para evaluar la viabilidad y fertilidad de los gametos (Vite, 2005). En particular los lípidos, especialmente los ácidos grasos poliinsaturados como el EPA y DHA desempeñan un papel crucial como fuente de energía durante la

gametogénesis y son esenciales para la formación de membranas celulares, desarrollo embrionario y la supervivencia larval de las ostras (Neira, 2015).

Estudios han comprobado que niveles elevados de lípidos en los ovocitos están correlacionados con una mayor tasa de fecundación y viabilidad larvaria de ostras, así mismo la calidad del esperma y los ovocitos se relaciona directamente con la tasa de eclosión debido a que la integridad estructural de los gametos influye en el éxito del desarrollo embrionario (Abellán-Martínez, 2000).

En Ecuador investigaciones realizadas por el CENAIM han registrado que las ostras de mayor tamaño no solo producen más gametos, sino que estos también son de mayor calidad, mejorando las tasas de eclosión (Montufar, 2013). Estos hallazgos coinciden con estudios de otros países como China y Francia, donde también se ha observado que la relación peso-talla es un factor determinante para el éxito de *Magallana gigas* (Cáceres, 2014)

Es por eso, que esta investigación busca evidenciar que los gametos con una alta cantidad de lípidos presentan una mayor tasa de fecundación lo que incrementa las tasas de éxito durante las primeras fases de desarrollo permitiendo analizar de manera detallada la maduración gonadal, calidad de los gametos de *Magallana gigas*, correlacionándolos a la fecundación con el peso y la talla de las ostras, para establecer parámetros claros para la selección de reproductores en acuicultura, optimizando así el éxito reproductivo y la eficiencia en los cultivos marinos.

2. PROBLEMÁTICA

Aunque, la ostra del Pacífico *Magallana gigas* ha demostrado éxito en diferentes entornos debido a su adaptabilidad, la reproducción sigue siendo un desafío importante para promover y aumentar productividad (Hebert, 2007)

Uno de los aspectos más importantes para los acuicultores es determinar como el peso y la talla de las ostras, afecta su capacidad reproductiva, especialmente en términos de maduración de las gónadas y la calidad de los gametos (Rossignoli, 2006). Aspectos que influyen directamente en la fecundidad y en la calidad de los descendientes (Cárdenas, 2011).

En muchas especies acuícolas, el tamaño corporal es un indicador importante de la maduración gonadal y la eficiencia reproductiva, pero la relación entre estas variables y la calidad de gametos en *Magallana gigas* no ha sido completamente estudiada bajo las condiciones controladas de los laboratorios, especialmente en Ecuador (Escudero, 2015).

Por otro lado, el sector acuícola orienta sus esfuerzos hacia la implementación de estrategias que posibiliten una estimación más exacta de la capacidad reproductiva de los ejemplares, con el propósito de optimizar la selección de progenitores y, en consecuencia, maximizar la eficiencia productiva (Estrada, 2015). No obstante, la ausencia de un entendimiento preciso acerca de la influencia del peso y la talla sobre la maduración gonadal y la calidad de los gametos dificulta la elaboración de modelos predictivos confiables y funcionales (Treviño, 2019).

3. JUSTIFICACIÓN

La maduración gonadal y la fecundidad de la Ostra del Pacífico en relación con el peso y la talla son claves para asegurar el éxito reproductivo y la sostenibilidad del cultivo en condiciones controladas. Por lo que este estudio busca no solo comprender el tiempo en que las ostras en proceso de cautiverio alcanzan la madurez, sino también analizar por medio de citología en fresco la calidad de los gametos, como determinar el contenido lipídico de las gónadas, que es un factor determinante en la fertilidad y capacidad de los gametos para desarrollarse en larvas de ostras.

De acuerdo con este planteamiento, se busca establecer indicadores concretos para predecir y seleccionar los mejores reproductores al relacionar el peso y talla de las ostras con la fecundidad. De esta manera este análisis permitirá identificar patrones o correlaciones entre el tamaño corporal de las ostras, la viabilidad de los gametos, utilizando métricas específicas como la cantidad de lípidos en los gametos y tasa de fecundación que determinará el estado óptimo de los reproductores.

4. OBJETIVOS GENERAL

Analizar la viabilidad de los gametos, el tiempo de maduración gonadal y fecundidad en Ostras del Pacífico (*Magallana gigas*), con relación peso y talla, bajo condiciones controladas de laboratorio.

5. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Describir la estructura y desarrollo de los gametos de *Magallana gigas* por medio de análisis citológicos en fresco de los gametos para la identificación de las fases reproductivas de las ostras.
- Determinar el tiempo de maduración gonadal, y caracterización del perfil lipídico de las gónadas de *Magallana gigas*, considerando las clases de talla.
- Estimar la fecundidad de *Magallana gigas* en función del peso y la talla de los reproductores.

6. HIPÓTESIS

H1: El peso y la clase de talla de los reproductores de *Magallana gigas* influyen significativamente en el tiempo de maduración gonadal, el perfil lipídico de las gónadas y la fecundidad.

CAPÍTULO II

7. MARCO TEÓRICO

7.1 Taxonomía de la ostra del pacífico

La ostra del Pacífico, que anteriormente era clasificada como *Crassostrea gigas*, ha cambiado su nombre a *Magallana gigas*, según lo registrado en el Registro Mundial de Especies Marinas (WoRMS, por sus siglas en inglés) (Figura 1).

Figura 1. Taxonomía de *Magallana gigas*

Reino: Animalia

Filo: Mollusca

Clase: Bivalvia

Orden: Ostreoida

Familia: Ostreidae

Género: *Magallana*

Especie: *Gigas*

Nombre científico: *Magallana gigas*

Nombre común: Ostra del Pacífico, Ostra Japonesa



Nota. Adaptado de *Magallana gigas* (SPEND IN, 2018).

7.2 *Magallana gigas*

El género *Magallana* se considera que incluye las "ostras verdaderas", siendo *M. gigas* la especie más relevante de todas las ostras destinadas al consumo humano, tanto por su comercio como por su producción acuícola (Gómez M. , 2019). Este cambio se produjo tras el estudio exhaustivo llevado a cabo por los investigadores Danielle Salvi y Paolo Mariottini de la Universidad dell'Aquila en Italia, quienes descubrieron antepasados comunes y realizaron un análisis molecular detallado.

7.3 Características generales

La ostra japonesa que también es conocida como ostión, es un bivalvo de concha rugosa y delgada que llega a medir hasta 15 cm, de longitud, a pesar de ello, su talla comercial es a partir de los 7 cm, su carne es muy apreciada por su sabor característico y por su alta calidad nutritiva (Ramírez, 2020) (Figura 2).

Tiene músculos que evitan al caparazón abra estos moluscos, no hay vertebras y en el caso del tamaño, la longitud de la carcasa es mayor que la altura, la concha solida desigualdad extremadamente áspera, relajante y laminada, la

izquierda inferior es cóncava profunda con lados, a veces verticalmente, la válvula derecha es plana o ligeramente curvada y se inclina a la izquierda. Los lados son extraños con tops y umbos sobresalientes que generalmente son alargados, pero están muy distorsionados e irregulares (FAO, 2011).

Las ostras tienen distinto sexo individualmente, pero de hecho suelen cambiar el sexo una vez o más veces de lo que va el año, de todas formas, las gónadas y los órganos responsables de producir tanto huevos y espermatozoides rodean todos los órganos digestivos y están compuestos de gametos, túbulos de ramificación y tejido fino conectivo, no es posible diferenciar los machos de las hembras basándose solo en el examen de sus conchas (Sonesson, 2021).

Figura 2. *Magallana gigas*



Nota. Descripción general de *Magallana gigas* (González, 2019).

7.4 Morfología de *Magallana gigas*

La ostra *Magallana gigas* presenta una estructura morfológica adaptada a su entorno marino, destacándose por su concha de forma irregular y asimétrica, la cual le permite adherirse firmemente a superficies sólidas como rocas o estructuras artificiales en el lecho marino, su anatomía se compone de dos válvulas desiguales: la inferior, más convexa y profunda, actúa como soporte, mientras que la superior es más plana y ligera, facilitando su cierre hermético para proteger los tejidos blandos internos (NEMESIS , 2018).

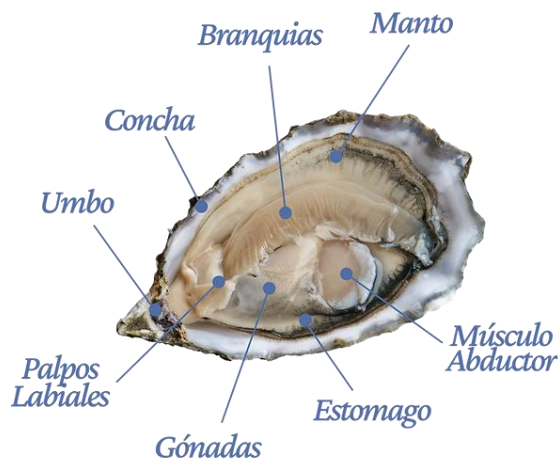
La concha de *Magallana gigas* se forma primordialmente de carbonato de calcio, lo que le proporciona una estructura dura y resistente, con el objetivo de enfrentar condiciones ambientales hostiles sin perder su integridad (Becchi, 2011). Su morfología externa, consta de modificaciones en cuanto a su textura y coloración, dando coloraciones de un tono blanco hasta que son grises y marrones, y a menudo exhibe estrías o relieves que hacen que cada ejemplar haciendo que se diferencie entre ellas (Bonham, 2017).

Más allá de su cubierta calcárea, la ostra dispone de un sistema filtrador sumamente eficaz que le permite captar partículas suspendidas en el agua, interviniendo activamente en el mantenimiento del equilibrio ecológico de los entornos marinos. Su notable capacidad de adaptación a diversos regímenes de cultivo y su resistencia frente a fluctuaciones ambientales han consolidado a esta especie como una de las más relevantes dentro de la acuicultura mundial (Ovies, 2021).

7.5 Anatomía interna de *Magallana gigas*

La Ostra del Pacífico posee un cuerpo blando cubierto por una concha de dos válvulas conectadas entre sí, los volantes se articulan con una bisagra o charnela, la cual mantiene unidas las válvulas y permite su movimiento que los abre y se cierra, consiste en tres caras; una cara externa llamada periostraco, cara inferior llamada endostraco y mesostraco, ubicada en el medio de los dos (FAO, 2020).

Figura 3. Anatomía interna de *Magallana gigas*



Manto y concha: Membrana que cubre todo el cuerpo de la ostra con el fin de secretar los materiales que forman su concha protectora, actuando como una especie de vaina que envuelve al organismo (FAO, 2019).

Sistema digestivo: De la boca hasta la parte anal, este sistema procesa alimentos consumidos, degrada y absorbe los nutrientes necesarios para que no haya algún tipo de mortalidad (Fuentes, 2023).

Sistema nervioso: Aunque es simple, el sistema nervioso de ostra coordina las funciones del cuerpo esencial y transmite señales entre diferentes partes del cuerpo (Polanco, 2018).

Sistema de circulación: Posee un sistema circulatorio abierto, donde la hemolinfa circula por los tejidos dando nutrientes y oxígeno, ayudando también a la eliminación de desechos metabólicos (Corral, 2015).

Sistema respiratorio: Compuesto por las branquias, son estructuras finas estructuras laminares y cilios, permiten que la ostra respire al filtrando el agua circundante por el oxígeno (Villón A. , 2023).

Sistema de reproducción: Se caracteriza por la reproducción sexual con fecundación externa y por la protandria, un tipo de hermafroditismo secuencial en el que las ostras nacen como machos y cambian a hembras con el tiempo (Escudeiro, 2020). Este mecanismo no ocurre en todos los individuos, y varía según factores biológicos y ambientales. Aunque si es un fenómeno frecuente pero viable que también puede estar determinado por factores internos (Ramírez, 2020).

Sistema muscular: El músculo de abducción central controlan la apertura y el cierre de las valvas de peso de la concha, protegiendo y proporcionando refugio a la ostra (Turcios, 2018).

7.6 Anatomía externa de la *Magallana gigas*

Figura 4. Anatomía externa de *Magallana gigas*

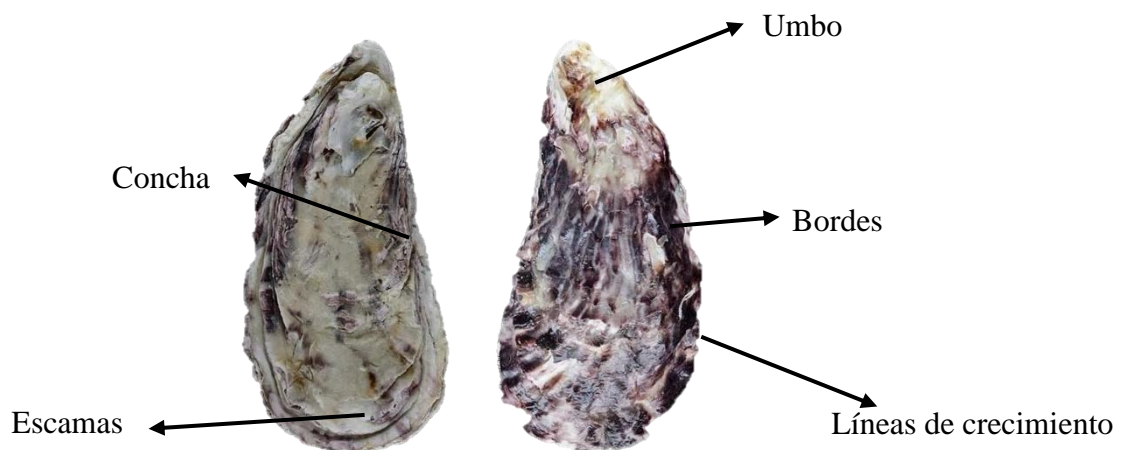
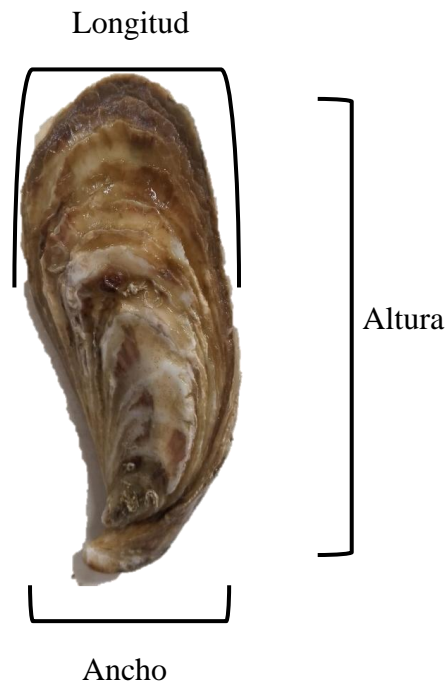


Figura 5. *Dimensiones de la ostra Magallana gigas*



7.7 Ostricultura

El cultivo de ostras forma parte de la acuicultura, y específicamente de la ostricultura, la cual se dedica a criar y aprovechar las ostras con distintos fines, como el consumo, la producción de perlas y la obtención de nácar en sus conchas (Paez, 2024). El proceso de cultivo de la ostra se realiza tanto en entornos marinos abiertos como en ambientes controlados (laboratorio), donde pasa de su etapa larval hasta lograr una talla apropiada para las ventas o para maduración (Naissain, 2023).

7.8 Reproducción

La ostra *Magallana gigas* presenta hermafroditismo secuencial, debido a que puede cambiar de sexo a lo largo de su vida. Generalmente inicia como macho y, al alcanzar la madurez o ante ciertas condiciones ambientales, puede transformarse en hembra, este cambio ocurre en ciclos anuales asociados a la reproducción, ocasionalmente, durante la transición, pueden coexistir gametos de ambos sexos de forma temporal (Ponce, 2015).

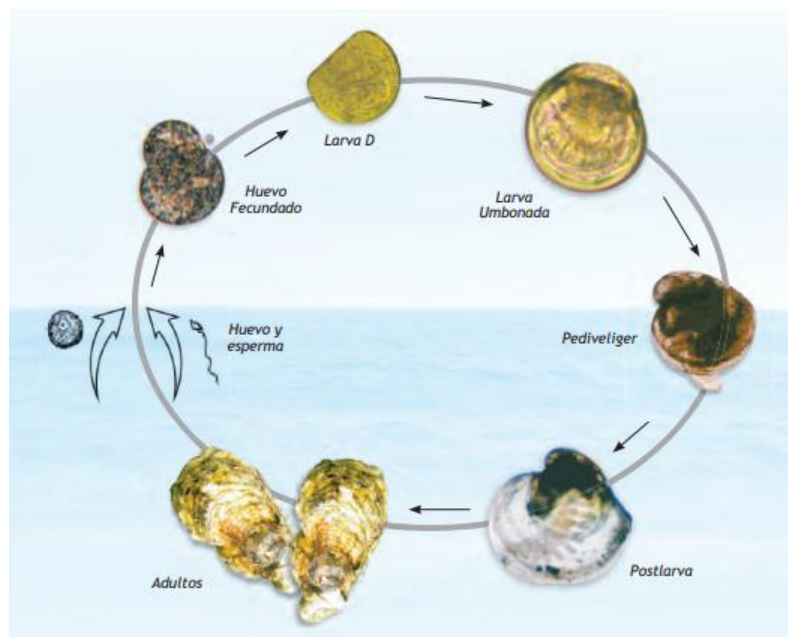
En consecuencia, no posee ambos sexos funcionales simultáneamente, sino que alterna su función reproductiva según la etapa del ciclo (Alvarado, 2017).

La reproducción es externa, es decir que expulsan sus huevos y espermias para que ocurra la fecundación, esto pasa cuando la ostra está madura (Bonham, 2017).

7.9 Ciclo de vida de la ostra del Pacífico

Durante el desove, las ostras liberan sus gametos, tanto óvulos como esperma, en el agua, proceso que depende de factores específicos como la temperatura, la salinidad y la fase lunar. La fecundación ocurre de forma externa, cuando los espermatozoides entran en contacto con los óvulos en la columna de agua, formando un cigoto (Gómez J. , 2016).

Figura 6. *Ciclo de vida de Magallana gigas*



El cigoto se desarrolla en una larva de tipo trocófora, que es la primera etapa de desarrollo, en esta fase la larva es libre en el agua y se caracteriza por tener un cuerpo cubierto de cilios que le permite nadar, tras un periodo aproximado de 20 a 24 horas (Fuentes, 2023). Posteriormente, alrededor de 14 a 20 días, la larva pasa a

la fase de pediveliger, en la que comienza a tener un pequeño pie para desplazarse, y donde la concha comienza a formarse, además, posee velos que le ayudan a nadar y a alimentarse mediante filtración (Villón A. , 2023).

Seguido de varios días, incluso semanas, la larva pediveliger busca un lugar seguro para asentarse, ya sea rocas o superficies duras que están en el fondo marino. En esta etapa, la larva sufre una metamorfosis que la transforma en una ostra juvenil; durante este proceso, su concha se endurece y la estructura del organismo se vuelve más seguro (FAO, 2022).

En la etapa juvenil, la ostra sigue creciendo y desarrollando la concha mientras se alimenta por filtración, a medida que crece, se va adaptando a su entorno y puede asentarse en bancos junto con otras ostras (Beninger, 2021). Al llegar a una edad de 1 a 3 años, dependiendo de las condiciones en las que se encuentren, las ostras alcanzan la madurez sexual en el medio natural, en este punto las ostras son hermafroditas protándricos, lo que significa que primero son machos y luego se convierten en hembras, a partir de esta etapa las ostras comienzan a reproducirse, repitiendo así el ciclo de vida, pero específicamente esto, no ocurre en todos los individuos, depende de los factores ambientales y del estado fisiológico de cada organismo (FAO, 2020).

7.10 Distribución y hábitat

La ostra del Pacífico es originaria de Japón, Corea y China, y actualmente se está produciendo en las costas de América. El cultivo industrial se lleva a cabo en países como Estados Unidos, México, Perú y Chile, así como en Costa Rica, Panamá y Nueva Zelanda (Hernandez, 2007). Además, se encuentra en Brasil y Argentina, en Rusia, específicamente en el Mar de Okhotsk, y en Europa, donde su distribución abarca el Mediterráneo hasta Marruecos, incluyendo países como Irlanda, Inglaterra, Italia, Francia, Israel, Portugal y España (Burbano, 2015).

La ostra japonesa es notable por su capacidad de adaptación, encontrándose a profundidades de hasta 40 metros, adherida a rocas u otros sustratos. Su hábitat incluye fondos fangosos y arenosos, esta especie es capaz de sobrevivir en ambientes salobres con salinidades que varían entre 10 y 35 ppt, siendo su rango óptimo para el crecimiento y la supervivencia de 20 a 25 ppt. Además, muestra una notable tolerancia a las temperaturas que oscilan entre 18 y 34 °C (FAO, 2020).

7.11 Alimentación

Estas especies se alimentan filtrando el agua del mar, de la cual capturan pequeñas partículas en suspensión, siendo el fitoplancton su principal fuente de nutrientes (Shumway, 2017). De su alimentación, depende de su crecimiento, la maduración de sus órganos reproductores, la calidad de sus células y su capacidad para sobrevivir (Helm, 2004).

El proceso de alimentación ocurre gracias al movimiento del agua que las ostras generan a través de sus branquias, mientras bombean agua, retienen las partículas más nutritivas, que luego son llevadas hacia la boca por medio de estructuras con cilios. Después de ser ingeridas, esas partículas se digieren y los nutrientes pasan al cuerpo para ser aprovechados en actividades como el crecimiento, la formación del caparazón y el desarrollo reproductivo (Ramírez, 2020).

En el medio natural, la cantidad y calidad del fitoplancton cambia dependiendo de la época del año, lo que puede afectar la cantidad de alimento disponible y, con ello, los procesos de reproducción. En criaderos o laboratorios,

donde se manejan condiciones más estables para favorecer la producción donde las ostras son alimentadas con microalgas cultivadas como *Isochrysis galbana*, *Chaetoceros spp.* o *Tetraselmis spp.*, estas microalgas son elegidas por su alto valor nutricional y por contener grasas y aceites que benefician la salud y la reproducción dando una mejor maduración y una calidad de gametos alta (Pita, 2025).

El buen aprovechamiento del alimento por parte de las ostras está influenciado por varios factores, como la cantidad de agua que filtran, el tamaño de las partículas, la temperatura, la salinidad y el estado físico del animal. En etapas de maduración reproductiva el requerimiento de energía es mayor, por lo que es necesario ofrecer una dieta con suficientes grasas saludables y nutrientes esenciales para que los gametos producidos tengan buena calidad (Lodeiros, 2000).

7.12 Importancia del cultivo de ostras

Para la ostra del Pacífico, existen dos importantes sistemas de cultivos: los de superficie y los de profundidad.

7.12.1 Sistemas de cultivo de superficie

Implica la colocación de ciertas estructuras flotantes en la parte superior del agua (linternas), en este caso en el mar abierto, donde los individuos se encuentran suspendidos en las redes o en canastas, sostenidas y cubierta por boyas. Este proceso permite un acceso muy sencillo más que nada para su mantenimiento y cosecha; favoreciendo el cultivo de ostras a la luz solar y al intercambio de agua, promoviendo así su crecimiento (Gómez G. , 2012). Sin embargo, dado que están cerca de la superficie, son más susceptibles a cambios de temperatura y salinidad, lo que puede impactar negativamente en la tasa de crecimiento y supervivencia (Paez, 2024).

7.12.2 Sistemas de cultivo de profundidad

Por otro lado, en los sistemas de profundidad, las ostras se sumergen a mayores profundidades, donde están suspendidas en jaulas, este método proporciona a las ostras una menor exposición a variaciones en la temperatura y la salinidad, lo que genera una mayor estabilidad en su desarrollo y disminuye el riesgo de estrés térmico (Villaroel, 2004). Este sistema es ideal para aguas más profundas y zonas con climas cambiantes, y se utiliza en países como Estados Unidos y Corea del Sur. (Ícaro, 2013).

7.13 Fases de madurez gonadal

Fase I - Inmadurez (gonadal inmaduro): En esta etapa, las ostras no alcanzan la madurez sexual dado que poseen gónadas pequeñas y no muestran signos celulares de diferenciación ni mucho menos actividad reproductiva (Naissain, 2023).

Fase II - Madurez temprana (gónada en desarrollo): En esta fase, las gónadas comienzan a desarrollarse, pero no están completamente maduras, se pueden observar los primeros signos de la formación de gametos (óvulos o espermatozoides), el índice gonadal comienza a aumentar poco a poco (Abellán-Martínez, 2000).

Fase III - Madurez (gónada madura): En este punto los individuos ya poseen gónadas completamente desarrolladas llenas de gametos funcionales, logrando desovar y producir células sexuales viables, tanto óvulos como espermatozoides. Además, el índice gonadosomático llega a su punto máximo, reflejando una preparación óptima para la reproducción (Becchi, 2011).

Fase IV - Desove (gónada en descomposición): Esta es la fase de desove, en la que las ostras liberan sus gametos al agua, la cantidad de gametos liberados es alta, tanto como hembras y machos lo que indica que la ostra ha alcanzado su capacidad reproductiva, las gónadas empiezan a degenerarse después del desove, y el índice gonadal disminuye drásticamente, debido a que los gametos se han liberado (Vite, 2005).

Fase V - Post-desove o recuperación (gónada regenerándose): Después del desove, las gónadas de la ostra comienzan a recuperarse y regenerarse, esta etapa se caracteriza por una disminución en la cantidad de gametos, donde las gónadas están en proceso de regeneración, donde comienzan nuevamente a prepararse para el próximo ciclo reproductivo (Montufar, 2013).

El ciclo reproductivo de las ostras varía según las condiciones ambientales, como la temperatura y la salinidad del agua.

7.14 Importancia de los lípidos en *Magallana gigas*

Los lípidos intervienen en la fisiología de los bivalvos, formando parte de la estructura de las membranas celulares y actúan como precursores de diversas moléculas bioactivas (Caers, 2002). En especies como *Magallana gigas*, los lípidos son especialmente importantes para ver los resultados de la calidad de los gametos (Fernández, 2015).

El análisis del perfil de ácidos grasos permite observar los diferentes tipos de los ácidos grasos que existen las ostras, este análisis se lleva a cabo mediante cromatografía de gases, tras la conversión de los lípidos en ésteres metílicos de ácidos grasos (EMAG), lo que permite una separación precisa de cada componente lipídico (Christie, 2003). La técnica es ampliamente utilizada para evaluar la calidad nutricional de los gametos, dado que ciertos ácidos grasos son esenciales para el desarrollo embrionario y larval de la ostra.

CAPÍTULO III

8. METODOLOGÍA

8.1 Tipo de investigación

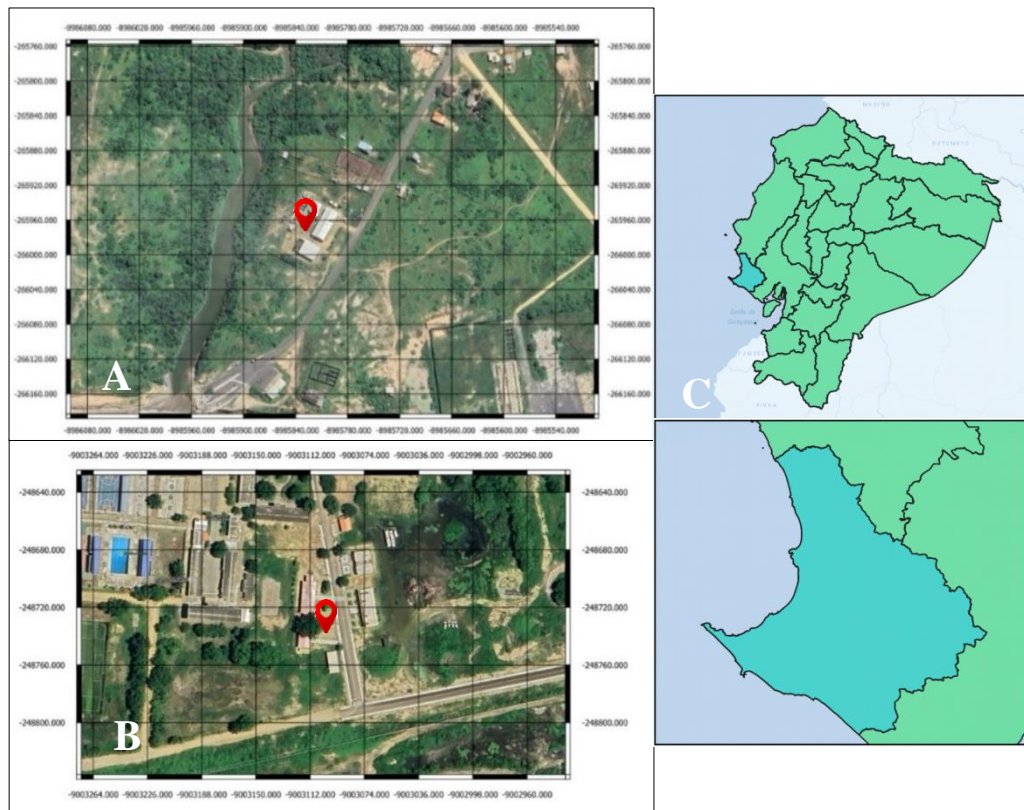
La realización del presente estudio se llevó a cabo bajo un diseño experimental en condiciones de ambiente regulado del laboratorio, con fin de evaluar la relación entre el peso y la talla de los reproductores de *Magallana gigas*, así como su influencia en el perfil lipídico, capacidad fecundante y maduración gonadal. Para aquello se estableció dos tipos de clases de talla (pequeña y grande) como bloques experimentales donde cada ejemplar se analizó de manera aleatoria la medición de la composición lipídica, fecundidad y madurez gonadal, permitiendo comparar los resultados entre ambas categorías y poder determinar cómo afecta al desempeño reproductivo de las ostras.

8.2 Área de estudio

El estudio se llevó a cabo desde enero hasta octubre del 2025 con ostras adultas de *Magallana gigas* desde la etapa de maduración hasta la eclosión, en las instalaciones de Laboratorio de Semillas para la reproducción de ostras del Gobierno Provincial autónomo descentralizado ubicada en las coordenadas

2°23'19"S; 80°43'16"W, en la comuna El Real, parroquia Chanduy, en la provincia de Santa Elena. Y en los laboratorios de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, con las coordenadas 2°13'56.4"S 80°52'36.0"W donde se llevó a cabo lotes de maduración para registro de la estructura y morfología de los gametos de *M. gigas* (figura 7).

Figura 7. Ubicación de las instalaciones del laboratorio el Real y del laboratorio de la Universidad (UPSE)



Nota. Imagen realizada en QGIS de los sitios de estudio del trabajo de titulación
A: Lab. Chanduy, el Real. B: Lab. (UPSE) C: Ecuador

8.3 Proceso de obtención de reproductores y traslado

Los reproductores, un total de 300 ostras, se obtuvieron de Monteverde provenientes de los cultivos de mar abierto para el primer ensayo y así mismo 200 ostras para el segundo ensayo. Una vez obtenidas los individuos se limpiaron cuidadosamente con agua dulce en unidades experimentales, con ayuda de un cepillo de cerdas semiduras para que se removieran los sedimentos adheridos de las conchas, luego los organismos se colocaron en un balde de 20 litros, a una salinidad de 33 ppt (partes por mil), y temperatura entre 23°C a 26°C, lista para su transporte al laboratorio.

Durante el traslado se tomaron las precauciones necesarias para evitar golpes que provoquen fracturas o grietas que puedan comprometer la integridad de los organismos, además se monitorearon cada 15 minutos a los organismos para minimizar el estrés debido a que los cambios bruscos podrían incluir mortalidad y afectar negativamente en el proceso de maduración. El transporte se realizó desde Monteverde hasta las instalaciones del Laboratorio de Chanduy, el Real, con una duración de 40-50 minutos, sin adición de oxígeno.

Los organismos fueron transportados desde un vehículo a las instalaciones del Laboratorio de Ostras en la comuna El Real, Chanduy, donde se garantizarán previamente las condiciones de higiene y la operatividad de todas las instalaciones necesarias.

8.4 Limpieza de reproductores

Una vez transportados al laboratorio los individuos se colocaron en una superficie plana para facilitar su limpieza. La depuración externa se llevó a cabo utilizando un cepillo de cerdas semiduras, diseñado para eliminar la fauna adherida que puede mantenerse tras el primero lavado con agua que se realizó. Para remover organismos perforados y nematodos se utilizó pinzas para asegurar que los organismos estuvieran libres de parásitos.

Posteriormente se aplicó la depuración interna, colocando las ostras en bandejas rectangulares de 25 litros durante 45 minutos a 1 hora, utilizando agua salada tratada para favorecer la expulsión de sedimentos adheridos.

En ciertas ocasiones se identificaron y se separaron objetos extraños encontrados en los organismos que pudieron haber quedado adheridos después de la depuración, tales como pequeños alambres y plásticos, paralelamente las ostras se colocaron en unas bandejas con agua dulce limpia durante 30 minutos con el propósito de eliminar cualquier impureza y asegurar que no haya organismos competidores que a su tiempo puede afectar el desarrollo (Gómez G. , 2012).

Una vez después de haber realizado la limpieza y depuración, las ostras se las trasladaron a los contenedores con fondo calados, listas para ser ubicadas en el área de maduración.

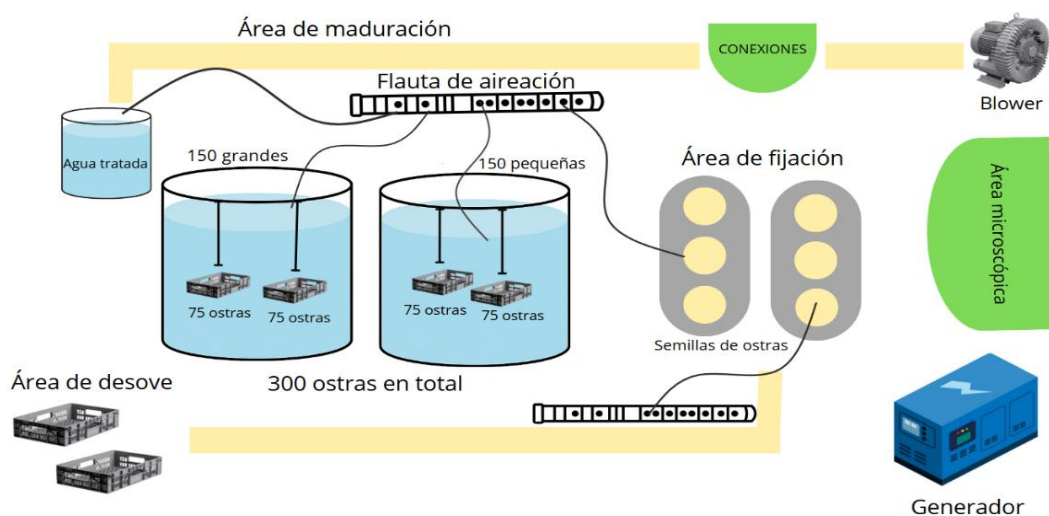
La limpieza y preparación de los ejemplares es fundamental para garantizar que se encuentren en condiciones óptimas antes de pasar a la siguiente etapa, lo que contribuyó a mantener la salud y calidad de las ostras durante todo el proceso de cultivo.

8.5 Diseño experimental

Se realizaron dos ensayos, en el primero se desarrolló en el Laboratorio de Ostras en Chanduy durante el período de febrero a junio del 2025, que contó con dos unidades experimentales, con capacidad de 2,5 toneladas (Figura 8). Se utilizó agua de mar a 33 ppt y temperatura de 28 a 31°C.

Se trabajó con un total de 300 ostras, repartidas en dos bloques acorde a las tallas, clasificadas en 150 ostras de talla grandes (8-9 cm) y 150 ostras de talla pequeñas (6-7cm), distribuidas en 4 contenedores plásticos con fondos calados @PRISMART sumergidas dentro de un tanque principal, cada contenedor albergó 75 individuos.

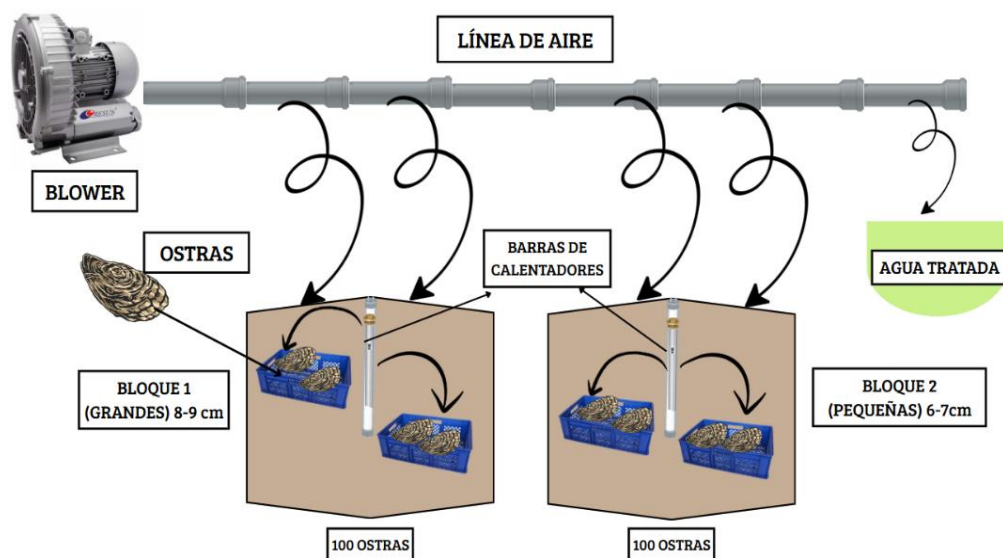
Figura 8. *Diseño experimental*



Nota. Distribución de los organismos en el diseño experimental.

El segundo ensayo, se llevó a cabo en los laboratorios de la Facultad Ciencias del Mar, Carrera de Biología UPSE, durante el período de septiembre a noviembre del 2025, que constó de una unidad experimental de 500 litros en donde se colocaron dos bandejas caladas de 40 litros de capacidad, y se aplicó el diseño en bloques basado en clases de tallas. Para el diseño de bloques, se consideraron dos clases de talla, correspondiendo al bloque 1 a ostras de tallas grandes (8 a 9 cm) y el bloque 2 a ostras de talla pequeña (6 a 7 cm). Cada grupo de ostras fue asignado a cada bandeja calada, bajo condiciones controladas, las unidades experimentales recibieron aireación constante mediante un sistema de burbujeo conectado a un generador de aire (Figura 9).

Figura 9. *Diseño experimental de sistema de maduración de Magallana gigas*



8.6 Toma de datos merísticos

La toma de datos merísticos se llevó a cabo semanalmente durante un período entre seis a ocho semanas consecutivas para cada ensayo.

Antes de ubicar las ostras en las unidades experimentales, se identificó a cada uno de los ejemplares de forma individual mediante adhesivos de manera numérica, realizando seguimiento preciso de cada ostra durante todo el proceso de experimentación.

Se tomó los datos merísticos del peso y la talla de cada ostra seleccionada antes de ser colocadas en las unidades experimentales, como se observa en la figura 9 utilizando una balanza digital CAMRY donde se pesaron las ostras individualmente y se midió la altura desde el umbo hasta el margen ventral de la valva, en línea perpendicular a la charnela. La longitud se midió desde el margen anterior hasta el margen posterior de la valva, paralela a la charnela. Y el ancho o grosor se midió entre las dos valvas, en sentido lateral, cuando el organismo está cerrado, con un calibrador Vernier metálico.

Figura 10. *Proceso de obtención, registro y análisis de datos métricos*



Nota. La ilustración representa los pasos de obtención de datos sobre las muestras que se hicieron semanalmente.

Los datos obtenidos se colocaron en una hoja de registro, y seguido se trasladaron a una base de datos digital facilitando su análisis estadístico. Del mismo modo que se tomaron datos biométricos de las ostras, realizando un seguimiento semanal de mortalidad, permitiendo identificar variaciones y patrones entre los diferentes grupos.

8.7 Registro de mortalidad

En el lapso de las ocho semanas de experimentación, se llevó a cabo un monitoreo semanal en cuanto a la mortalidad en los ejemplares de *Magallana gigas*, lo que permitió evaluar la supervivencia de los organismos bajo condiciones controladas establecidas en el protocolo del laboratorio.

Para estimar la mortalidad semanal, se calculó contando directamente el número de individuos muertos expresándolos el porcentaje, identificación del ejemplar, acorde al bloque donde perteneció y detalles visibles, como conchas abiertas, cambio de color signos de descomposición u otras observaciones relevantes.

La mortalidad fue retirada inmediatamente del sistema esto con el fin de evitar efectos secundarios en la calidad del agua o la salud de las ostras vivas.

8.8 Protocolo de manejo

El agua utilizada en el ensayo fue obtenida directamente del mar abierto mediante un sistema de bombeo, sometida a un pretratamiento que consistió en filtración a través de capas de arena y carbón activado. Y sometida a radiación ultravioleta (UV), garantizando así la eliminación efectiva de microorganismos y partículas contaminantes presentes en el agua (Hernandez, 2007).

Una vez tratada, el agua fue conducida hacia un tanque de almacenamiento interno con capacidad de cuatro toneladas, donde se llevó a cabo un proceso de cloración y acondicionamiento. Para ello, se adicionó hipoclorito de sodio en una proporción de 100 partes por millón (ppm) por tonelada de agua, manteniéndose en reposo durante un lapso de 24 horas a fin de garantizar la acción biocida del cloro. Transcurrido dicho periodo, se efectuó la neutralización del cloro residual mediante la incorporación de tiosulfato de sodio, dosificado a razón de 40 gramos por tonelada de agua.

Posteriormente, se incorporó ácido etilendiaminotetraacético (EDTA) en una dosis de 40 gramos por tanque de 2.5 toneladas, agente quelante facilita la remoción de metales pesados y mejora la estabilidad iónica del agua. A continuación, el agua fue sometida a una recirculación controlada durante un período de 3 a 4 horas, para asegurar la homogeneidad del tratamiento y la eliminación de posibles residuos sólidos. Y se utilizaron bolsos filtrantes de 5 y 1 micra. Similar proceso se realizó para el segundo ensayo, en donde se utilizó agua tratada con filtros y en el laboratorio se aplicó 50 ml de hipoclorito de sodio 24 horas y después de eso se colocó 30 ml de tiosulfato de sodio en tanques de 500 litros.

Una vez finalizado el proceso, el agua se consideró adecuada para su uso en los tanques experimentales donde se mantuvieron las ostras bajo condiciones controladas.

En cuanto al manejo diario se centró en reducir al máximo el estrés ambiental, evitando la mortalidad y garantizar un ambiente óptimo para la supervivencia y el desarrollo gonadal de los ejemplares.

Se realizó monitoreos durante las semanas, de parámetros fisicoquímicos, registrando diariamente se utilizó un multiparámetro para la temperatura del agua, que se mantuvo entre 27 °C y 31 °C, el pH con valores entre 7,0 y 8,0, y la salinidad que se estabilizó alrededor de 35 ppm, además, se midieron los niveles de oxígeno disuelto, con un rango observado entre 60 y 70% de saturación, parámetros fundamentales para asegurar un entorno adecuado durante el proceso de maduración y tener en cuenta que los organismos están adecuadamente bien con los parámetros (Escudeiro, 2020).

El sistema de aireación se instaló de manera continua, proporcionando cada una de las piedras difusoras conectadas a la bomba de aire, garantizando una adecuada oxigenación y perfecta circulación de agua. Con el objetivo de evitar interrupciones en el equipo eléctrico, seguido de esto se dispuso de un generador auxiliar con un funcionamiento constante del sistema en el caso que exista un corte de red eléctrica.

Cada dos días se realizó un recambio de agua, para evitar acumulación de materia o desechos orgánicos y retirar la mortalidad de cada bloque, con el fin de prevenir la degradación del medio y la proliferación de ciertos contaminantes.

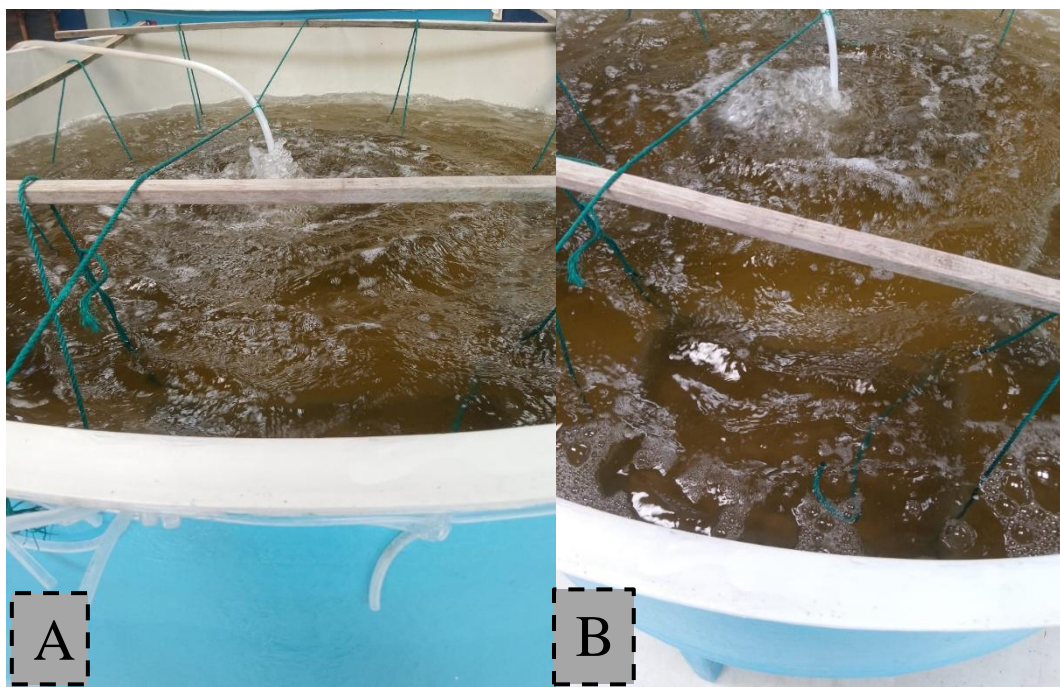
A cada sistema durante el proceso de recambio se le realizó una limpieza completa, tales como paredes internas, sistema de aire, piedras difusoras, etc., con el fin de eliminar biofilm y sedimentos adheridos en el medio.

También se realizó una limpieza mediante sifoneo del fondo de las unidades experimentales, acompañado una limpieza de manera manual para los restos vivibles, esta limpieza se lo realizó con el objetivo de preservar la calidad del agua y reducir la carga biológica acumulada

8.9 Protocolo de alimentación

Las ostras fueron abastecidas con microalgas, que se suministraban una vez al día. Previo a suministrar las microalgas, se llevó a cabo el conteo celular mediante por Cámara de Neubauer para complementar la alimentación, registrándose todos los datos diariamente, se proporcionaron las microalgas como *Isochrysis galbana*, *Tetraselmis sp.*, y *Chaetoceros sp* (figura 11). La alimentación se ajustó según la densidad de siembra, asegurando que todos los individuos recibieran suficiente alimento, abasteciéndose generalmente entre 50.000 a 100.000 cel/ml de microalgas en las unidades experimentales.

Figura 11. Alimentación de ostras (*Magallana gigas*)



Nota. A bloque 1 ostras de talla grandes – B bloque 2 ostras de talla pequeñas.

8.10 Análisis citológicos de los gametos en fresco

Durante los ensayos experimentales, se realizaron análisis citológicos en fresco para registrar y observar el grado de maduración gonadal de las ostras *Magallana gigas*.

Se monitorearon entre 7 a 9 individuos por semana, por cada bloque de talla, para evidenciar el desarrollo gonadal, en los cuales se considero como criterio, el obtener mínimo en cada muestreo de 2 a 3 individuos de cada sexo, a razón de una disección por semana, durante ocho semanas consecutivas, lo que permitió observar el avance de los estados reproductivos desde la etapa inicial hasta las etapas avanzadas, en total se analizaron entre 15 a 18 ostras por cada bloque (grandes y pequeñas) para los dos ensayos.

Antes de cada disección, se registró el peso y la talla de cada individuo utilizando una balanza digital marca CARMY y un calibrador Vernier, estos datos fueron anotados junto con la fecha de la disección para llevar un control detallado y cronológico de cada muestra.

El procedimiento de disección se realizó de manera cuidadosa abriendo las valvas con ayuda de un bisturí esterilizado, evitando causar daño al tejido interno. Las gónadas, situadas entre el manto y las vísceras, se extrajeron con pinzas delgadas para evitar cualquier daño durante la manipulación (FAO, 2019).

Para determinar el grado de madurez macroscópica, se siguió la escala de Brousseau (1995) en la (Tabla. 1) donde durante las disecciones se pudo observar el color y la textura de las gónadas variaban según el grado de madurez, presentando tonalidades que iban desde blanquecinas hasta cremosas o amarillentas.

Tabla 1. Escala de desarrollo gonadal de ostra macho y hembra macroscópica (adaptado y modificado de Brousseau, 1995).

Fase	Color de la gónada	Tamaño de la gónada	Consistencia	Descripción general
Reposo	Traslúcida, blanquecina	Muy pequeña, poco visible	Blanda	Gónada inactiva, sin signos de gametogénesis.
Desarrollo temprano	Blanquecina en machos, beige/amarillenta en hembras	Ligero aumento de volumen	Suave	Inicia la proliferación de gametos, gónada poco diferenciada.
Desarrollo tardío	Blanco brillante en machos, amarillo-anaranjado en hembras	Volumen más evidente, ocupa parte de la cavidad visceral	Firme	Gametos más abundantes, estructuras reproductivas visibles.
Madurez	Blanco lechoso en machos, amarillo-ocre a marrón en hembras	Volumen máximo, ocupa gran parte de la cavidad visceral	Compacta, llena	Gónada completamente desarrollada, lista para desove.
Desove	Tonos apagados, acuosos	Disminuye respecto a la madurez	Flácida, secreción evidente al presionar	Liberación activa de gametos al medio.
Post-desove / Reabsorción	Moteada, con áreas oscuras	Reducida, irregular	Blanda, poco definida	Restos de gametos reabsorbidos, inicio de reposo.

Nota. *Crassostrea gigas*

Para la preparación en fresco, se tomó una pequeña porción del tejido gonadal y se colocó sobre un portaobjetos con una gota de agua de mar filtrada. Con una aguja o palillo de disección, se desagregó suavemente el tejido para facilitar la visualización celular.

Posteriormente, se procedió a la tinción histológica utilizando Hematoxilina y Eosina (H&E), conforme a los protocolos descritos por Howard y Smith (1983) y Luna (1968). Esta metodología permitió una clara distinción de las estructuras celulares internas particularmente núcleos y citoplasma, facilitando así la identificación morfológica de ovocitos y espermatozoides.

Una vez que se obtuvo cada muestra teñida del tejido gonadal, estas fueron colocadas en un portaobjetos y con cubreobjetos, seguido se llevó a cabo una examinación mediante microscopía óptica con aumentos de 10x a 40x, logrando registrar las estructuras celulares, prestando atención al tamaño, forma y organización de los gametos.

En hembras, se identificaron ovocitos en fases desde primordiales hasta maduros en base a la Tabla 2.

Tabla 2. *Fases de desarrollo ovocitario Magallana gigas*

Fase	Características citológicas
Ovogonia	Células pequeñas, núcleo grande, citoplasma escaso
Ovocito temprano (previtelogénico)	Citoplasma homogéneo, núcleo central, crecimiento inicial
Ovocito en vitelogénesis (intermedio)	Acumulación progresiva de vitelo, citoplasma granular, núcleo desplazado
Ovocito maduro	Citoplasma completamente vitelado, núcleo poco visible o ausente, membrana definida
Atresia (reabsorción)	Degeneración celular, citoplasma vacuolado, núcleo fragmentado

Nota. Elaborada por Kobayashi (1993)

En machos, se observaron los espermatozoides de diferentes fases y así mismo se basó con la Tabla 3.

Tabla 3. *Fases de desarrollo espermático Magallana gigas*

Fase	Características citológicas
Espermatogonias	Células grandes, núcleo esférico, cromatina dispersa
Espermatocitos primarios y secundarios	Núcleo más condensado, menor tamaño, división meiótica
Espermátidas	Células esféricas, núcleo compacto
Espermatozoides maduros	Cabeza ovalada, flagelo largo, móviles

Nota. Elaborada por Kobayashi (1993)

El análisis permitió clasificar cada muestra según las etapas del ciclo gonadal, considerando cinco fases: reposo gonádico, desarrollo o gametogénesis, madurez, desove y postdesove.

8.11 Tiempo de la maduración gonadal de las clases de tallas

Magallana gigas

Cada semana se muestrearon las ostras por bloque (talla pequeña y talla grande), realizando la respectiva medición de peso (g) y talla (cm) para análisis del crecimiento, así como la maduración de las gónadas. Y se registraron semanalmente los avances de las fases de desarrollo gonadal de cada lote, con el fin de determinar la semana en que alcanzaban la fase de madura, próximo al desove.

8.12 Análisis lipídico

Se realizó 6 análisis del perfil lipídico: tres correspondientes a tallas grandes y tres a tallas pequeñas de las ostras, evaluados a semanas consecutivas hasta llegar al punto de madurez gonadal. Los primeros análisis fueron recogidos en la primera semana que es donde se encontraban en la fase 1 desarrollo temprano, en la semana 4 fueron recogidos las otras muestras, donde estaba en la fase 3 madurez, y por

último en la semana 7 se recogió las últimas muestras, donde ya estaba en la fase 4 desove.

El análisis de lípidos y perfil de ácidos grasos del tejido gonadal de *Magallana gigas* se realizó por un laboratorio externo especializado, para esta evaluación se llevó a cabo una preparación de 2 muestras de ostras que equivale a 200 gramos, siguiendo los protocolos mencionados para la elaboración, todas las muestras fueron colocados en envases plásticos y enviadas a un laboratorio certificado para su análisis, los resultados registrados se obtuvieron posteriormente a 8 días del envío.

Este análisis permitió determinar tanto la composición como la proporción de obtener los ácidos grasos presentes en el tejido gonadal de los organismos, aportando informaciones importantes de su condición fisiológica y calidad reproductiva.

La determinación de lípidos totales se llevó a cabo siguiendo la metodología descrita por Bligh y Dyer (1959), quienes proponen el uso combinado de

cloroformo, metanol y agua para separar eficientemente los lípidos de los tejidos, tras la extracción, los solventes fueron eliminados por evaporación y el material seco obtenido se pesó para calcular la cantidad total de lípidos. Luego estos se sometieron a transesterificación para transformarlos en ésteres metílicos de ácidos grasos (FAME-Fatty Acid Methyl Esters) por su nombre en inglés, finalmente fueron caracterizados mediante cromatografía de gases con detector de ionización de llama (GC-FID) y comparados con patrones comerciales.

8.13 Fecundidad

La determinación de la fecundidad es importante para analizar el potencial reproductivo de cada individuo.

Las ostras de cada una de las clases de tallas fueron colocadas individualmente en bandejas plásticas rectangulares de 20 cm de profundidad y con capacidad de 10 litros.

El procedimiento llamado inducción al desove incluyó aproximadamente tres recambios sucesivos de agua de mar filtrada y tratada a la temperatura de 27°C, con el fin de remover residuos orgánicos y estimular la liberación de gametos, por cada bandeja se emplearon 5 litros de agua de mar filtrada y tratada, equivalentes a la mitad de un balde estándar de 10 litros, con el objetivo de crear las condiciones necesarias para inducir la liberación de gametos y evaluar el comportamiento reproductivo de cada organismo de manera individual (Oña, 2022).

Durante la observación, se registró el inicio de desove en los ejemplares, y en los casos donde se evidenció actividad reproductiva, inmediatamente después de la liberación de gametos se tomó una muestra compuesta por 1 ml de gametos y 2 ml de agua de mar tratada, esta mezcla fue trasladada al área de análisis para su evaluación microscópica y el conteo volumétricamente utilizando la fórmula siguiendo la metodología descrita por Roma (2004).

$$\text{Número total de células} = \text{Concentración (células/mL)} \times \text{Volumen total (mL)}$$

Finalmente, cada uno de los datos obtenidos del número de ovocitos, se relaciona peso y talla de la ostra mediante un análisis de regresión lineal, el cual se logró identificar la relación entre variables morfométricas. Así mismo, se ejecutó

un análisis previo de normalidad de datos de Shapiro-Wilk, para determinar si los datos son paramétricos o no paramétricos. Y dado que varias de las variables no mostraron distribución normal, fue necesario incorporar procedimientos no paramétricos. En este contexto se empleó la prueba de Kruskal-Wallis para comparar las diferencias entre más de dos grupos, específicamente entre los distintos rangos de talla establecidos para las ostras, con el propósito de evaluar si la fecundidad y otras variables reproductivas variaban significativamente entre categorías morfométricas. Cuando la comparación involucró únicamente dos grupos independientes, se aplicó la prueba de Mann-Whitney U mediante un análisis pairwise.

8.14 Fecundación

Para esto las ostras se reagruparon según la clase de talla a la que pertenecían (mayor talla y menor talla) y se procedió a una nueva fase de desove, esta vez colectiva, con el objetivo de realizar la fecundación de manera controlada.

Cada grupo fue colocado en bandejas caladas por grupos, manteniéndose las ostras en proceso de depuración con agua de mar filtrada, previamente esterilizada y a una temperatura inicial de 27°C durante un período aproximado de una hora. Si durante este lapso no se observaba la expulsión de gametos, se realizaban recambios de agua para favorecer la eliminación de sedimentos y estimular el desove, aplicando choque térmico, subiendo y bajando la temperatura del agua.

Se aplicaron cambios controlados de temperatura (choque térmico) con el objetivo lograr la sincronización del proceso reproductivo y estimular la liberación de gametos, donde cada uno de los datos se registraron y se describieron en la *Tabla 4*.

Iniciada la emisión de los gametos, mezcla natural de ovocitos y espermatozoides en el medio, se realizó un monitoreo con el fin favorecer una fecundación espontánea *in situ*, dentro de las canastas de desove.

Tabla 4. Registro del proceso de desove de *Magallana gigas* en condiciones controladas de laboratorio

Hora	Temperatura del agua °C	Observaciones generales	Ostras grandes	Ostras pequeñas
8:00 a. m.	27 °C	Inicio del proceso (choque térmico) y liberación de heces/sedimentos (depuración) en agua salada	Expulsión de heces y pseudoheces	Eliminación de heces y parásitos
9:00 a. m.	27 °C	Observación de actividad en las valvas (apertura y cierre)	Movimiento leve de valvas; estado semiabierto	Semiabiertas con actividad mínima
9:30 a. m.	29-30°C	Continuación del choque térmico con agua a mayor temperatura. Expulsión de sedimentos.	Expulsión de sedimentos y alimentación	Expulsión de sedimentos y alimentación
10:00 a. m.	29-30°C	Señales iniciales de desove, valvas abiertas	Valvas abiertas, menor expulsión de sedimentos.	Inicios de apertura de las valvas y leve actividad
11:00 a. m.	29-30°C	Comprobación de actividad gamética (ligera expulsión de los gametos)	Emisión de esperma por machos	Movimiento moderado de valvas
12:00 p. m.	29-30°C	Actividad reproductiva (liberación de gametos)	Inicio de desove; liberación simultánea (20%). Fecundación activa.	Emisión de esperma
2:00 p. m.	28°C	Desove	Desove, liberación simultánea (90%). Fecundación activa.	Desove macho
2:30 p. m.	31°C	Disminución progresiva del desove	Desove en curso	Desove en curso de machos y hembras.
3:00 p. m.	31°C	Evaluación final del desove	Desove finalizado	Desove finalizado
4:00 p. m.	27°C	Reubicación en agua fría para evitar desove espontáneo en tanques	Se observó desove tardío de hembras en baldes	Desove residual de algunas hembras

8.15 Relación fecundidad con el peso y talla de *Magallana gigas*

La fecundidad, entendida como la cantidad de ovocitos producidos en cada ciclo reproductivo, depende en gran medida de tamaño corporal. Las ostras de mayor talla y peso suelen presentar gónadas más desarrolladas, lo que favorece una mayor producción de gametos (Lombeida, 2001).

Se realizó un modelo de regresión lineal, el cual permitió identificar la tendencia entre las variables morfométricas y la fecundidad con el fin establecer los parámetros analizados que caracterizan el potencial reproductivo de los organismos

8.16 Análisis de los gametos fecundados

Para analizar los gametos fecundados de *Magallana gigas*, una vez llevada a cabo la fecundación, estos fueron colocados en un tanque de 400 litros de capacidad a una densidad de 20,000 gametos por litro. Una vez ahí se tomó una muestra concentrada de 5 ml para observar al microscopio.

A lo largo del proceso, se capturaron en imágenes las diversas fases de la fecundación, donde se analizó visualmente bajo microscopio la morfología y las características estructurales de los gametos fertilizados, la integridad de las membranas celulares, así como la presencia de vacuolización o fragmentación en el citoplasma. Además, se verificó la formación de la membrana de fertilización en los gametos fecundados y el desarrollo embrionario temprano, analizando la simetría y normalidad en las divisiones celulares.

Tabla 5. *Características para la observación de los gametos fecundados.*

Parámetro Evaluado	Descripción	Parámetros de calidad
Morfología del gameto Creación de membrana de fertilización	Tamaño, forma y uniformidad	Gametos esféricos y tamaño homogéneo
	Comprobación de fecundación	Membrana visible en gametos fecundados

Estos gametos indican una determinación de calidad adecuada y desarrollo embrionario, asegurando la fiabilidad de los procesos reproductivos.

8.17 Tasa de eclosión

Se monitoreo las larvas resultantes durante la posfecundación (24-48 horas), registrándose la tasa de eclosión. Para esto se contabilizó el número total de larva eclosionados comparado con el número total fertilizado inicialmente. La tasa de eclosión es un parámetro del éxito reproductivo que muestra calidad de los gametos y las condiciones ambientales durante el proceso (Treviño, 2019).

8.18 Análisis estadístico

En análisis comparativo entre grupos, se aplicaron modelos de regresión lineal con el propósito de examinar la relación cuantitativa entre las variables biométricas (talla y peso) y la fecundidad. La regresión lineal permitió modelar la trayectoria del incremento en el número de ovocitos conforme aumentan la talla o el peso, y proporcionó indicadores clave como la pendiente, que describe la tasa de cambio, y el coeficiente de determinación (R^2), que refleja la proporción de variabilidad explicada por el modelo. Estos resultados aportaron una perspectiva complementaria, mostrando no solo que existen diferencias entre grupos, sino también cómo la fecundidad se incrementa de manera progresiva a lo largo del gradiente biométrico.

Para determinar si existían diferencias en la fecundidad entre los rangos de talla establecidos 6–7 cm y 8–9 cm, primero se verificó el supuesto de normalidad, requisito indispensable para aplicar pruebas paramétricas. La normalidad se evaluó mediante la prueba de Shapiro-Wilk, dado que es una de las más robustas para muestras pequeñas o moderadas y ofrece alta sensibilidad ante desviaciones de la distribución normal. Los valores de p obtenidos fueron considerablemente menores a 0,05 en ambos grupos, por lo que se concluyó que los datos no seguían una distribución normal. Esta condición descartó el uso de métodos paramétricos y orientó la selección hacia pruebas no paramétricas.

Ante la ausencia de normalidad, se empleó la prueba de Kruskal-Wallis, un método no paramétrico diseñado para comparar medianas entre más de dos grupos independientes. Aunque en este estudio se trabajó con dos rangos principales, Kruskal-Wallis permitió evaluar diferencias globales sin asumir homogeneidad de varianzas ni normalidad en la distribución. Dado que el análisis arrojó diferencias estadísticamente significativas, se procedió con comparaciones específicas mediante la prueba Mann-Whitney U, adecuada para contrastar dos grupos independientes cuando los datos presentan asimetría o variabilidad elevada. Este procedimiento par a par permitió identificar con precisión la magnitud y dirección de las diferencias entre los dos rangos de tamaño.

Para estos análisis se utilizó software PAST versión 4.03, que permitió ejecutar pruebas adicionales, entre ellas análisis de normalidad o comparaciones no paramétricas, que son importantes para la interpretación integral de los resultados.

CAPÍTULO IV

9. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

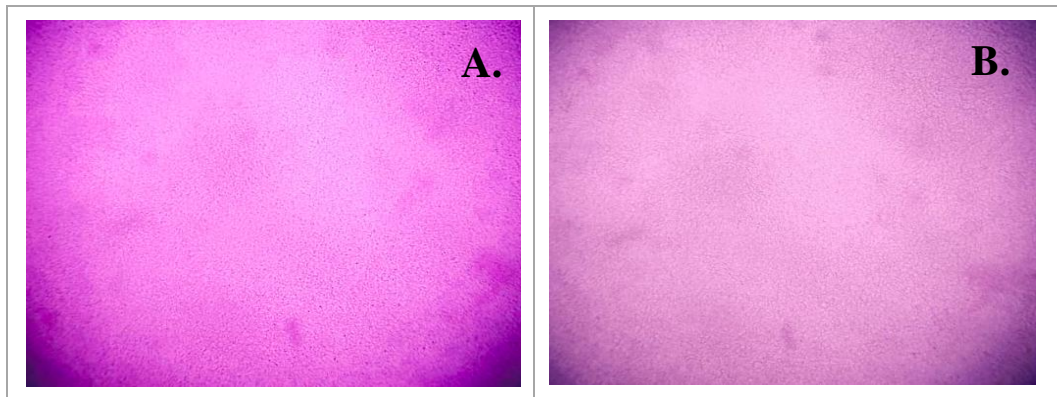
9.1 Descripción de la morfología y viabilidad de los gametos en fresco de *Magallana gigas*

El análisis citológico de los gametos de *Magallana gigas* se llevó a cabo a través de la observación en fresco con tinción de Hematoxilina-Eosina (H&E) durante 8 semanas y así mismo la observación macroscópica. Donde los espermatoцитos se observaron como estructuras esféricas muy pequeñas inicialmente hasta llegar a evidenciarse los espermatozoides maduros como masas homogéneas de puntiformes brillantes distribuidos densamente. Para el caso de las hembras las células mostraron crecimiento progresivo, pasando de células pequeñas y esféricas (desarrollo inicial) hasta ovocitos grandes, de contornos bien definidos y citoplasma granular característico en la fase de madurez total.

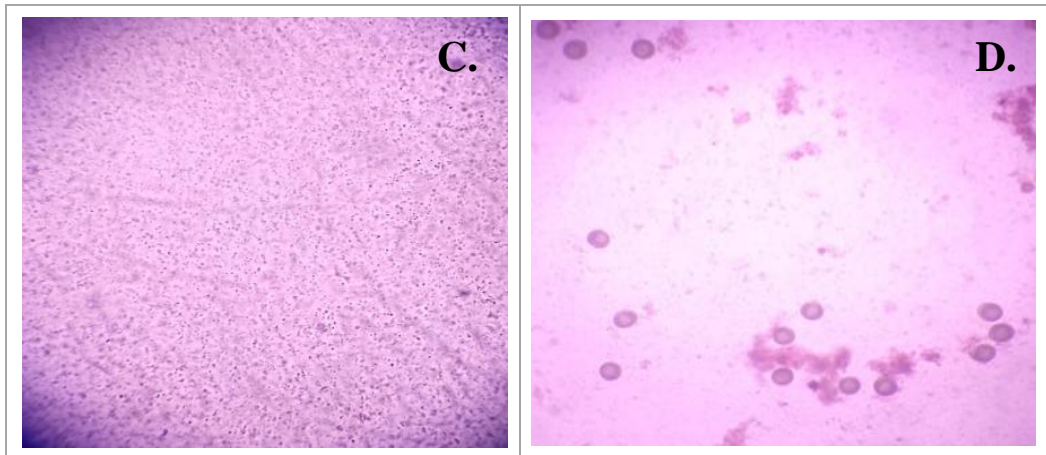
Es así como, en la semana 1,2 y 3 del proceso de maduración, se caracterizan como una fase indiferenciada o de reposo inicial, donde no se diferencian las células sexuales masculinas o femeninas. Gónada en estado indiferenciado, solo se observan células germinales pequeñas que se empiezan a diferenciar en menor

grado a partir de la semana 3 (Tabla 6 y 7). Las ostras presentaron un peso entre 53 a 56 gramos entre la semana 1 a la 2; y un peso entre 59 a 61 gramos en la semana 3; con un rango de longitud comprendido entre 8 a 9 centímetros.

Tabla 6. Citología gonadal *M. gigas* con tinción Hematoxilina-Eosina (H&E) desde la semana 1 a la semana 3

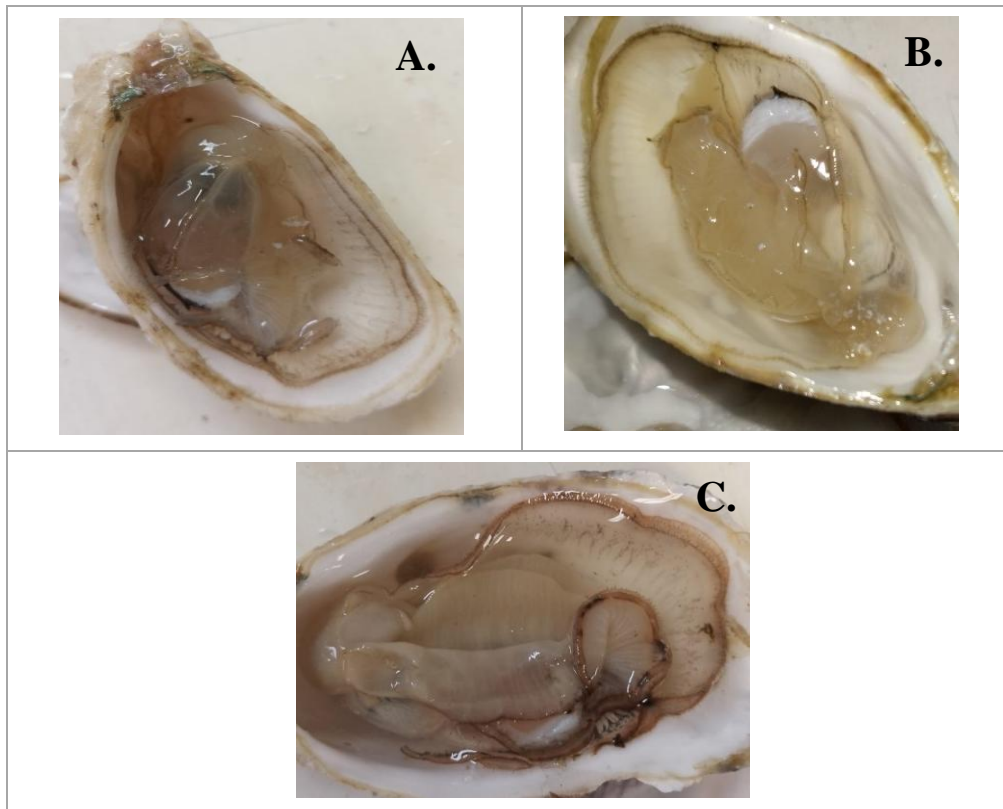


Nota. Citología gonadal de *Magallana gigas* en estado temprano de desarrollo. A. Semana 1, tejido gonadal no diferenciado, se observan células precursoras. B. Semana 2, continua en etapa de desarrolló inicial, sin presencia de ovocitos ni espermatocitos.



Nota. Citología gonadal de *Magallana gigas* en estado temprano de desarrollo. C. Semana 3, comienza a mostrarse ligeros rasgos de cambio a la segunda fase de desarrollo, se puede distinguir un 20% estructuras propias de la espermatogénesis. D. Semana 3, aparición de ovocitos primarios en un 10%, que permite determinar el inicio de la diferenciación femenina.

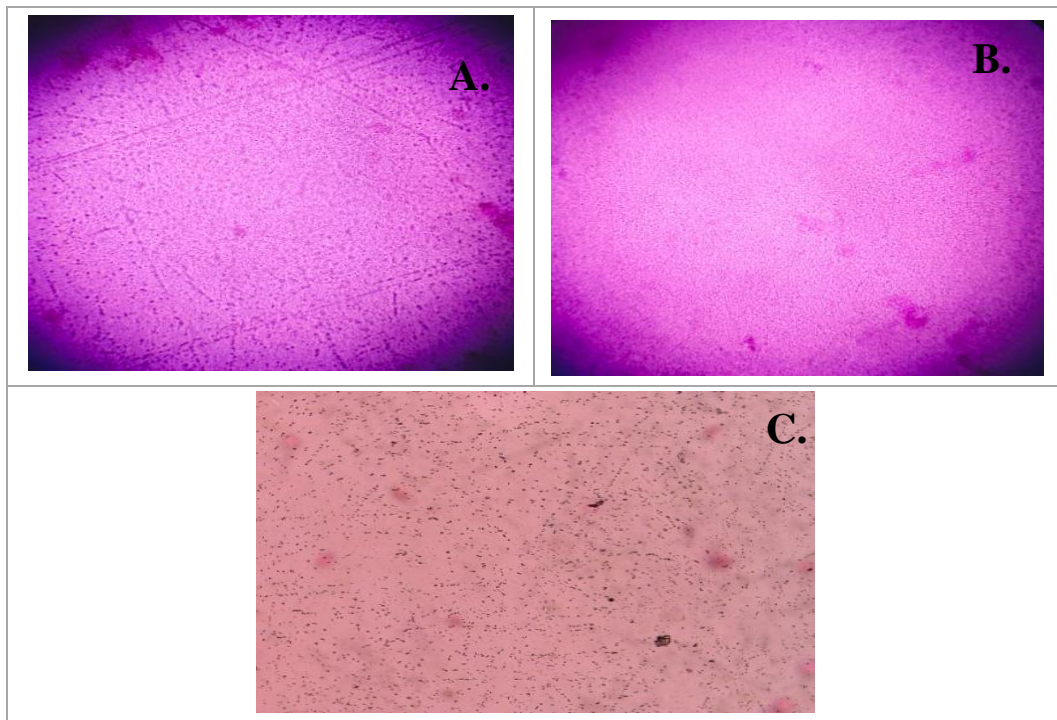
Tabla 7. *Morfología macroscópica de las gónadas de M. gigas desde la semana 1 a la semana 3 del proceso de maduración*



Nota. A. Semana 1, se observa la gónada traslúcida y poco visible, lo que significa que está en su fase de maduración temprana. B. Semana 2, la gónada se observa de tamaño reducido, apariencia pálida y poco definida. C. Semana 3 se observa la gónada de ligera textura pastosa y color blanquecino.

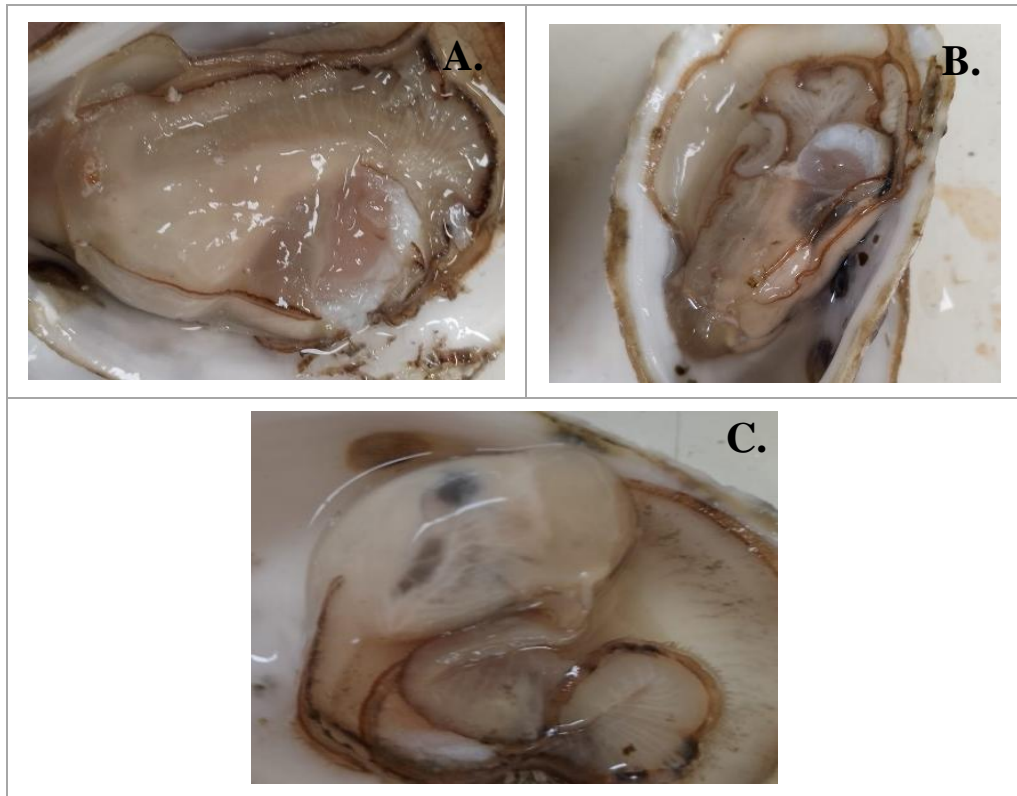
En la semana 4 y 5 inicia la fase de desarrollo medio, donde aparecen pre-ovocitos y células germinales masculinas más diferenciadas. Y, entre la semana 5 y 6 se encuentra en un desarrollo medio avanzado a tardío donde los espermatozoides se observan con mayor definición; y los ovocitos están más grandes y redondeados. Y en la semana 6, entrando en la fase de maduración. (Tabla 8, 9,10 y 11). Con un rango de peso de 60 a 72 gramos y una longitud de la concha entre 9 a 9,2 centímetros.

Tabla 8. Citología gonadal masculina *M. gigas* con tinción Hematoxilina-Eosina (H&E) desde la semana 4 a la semana 6.



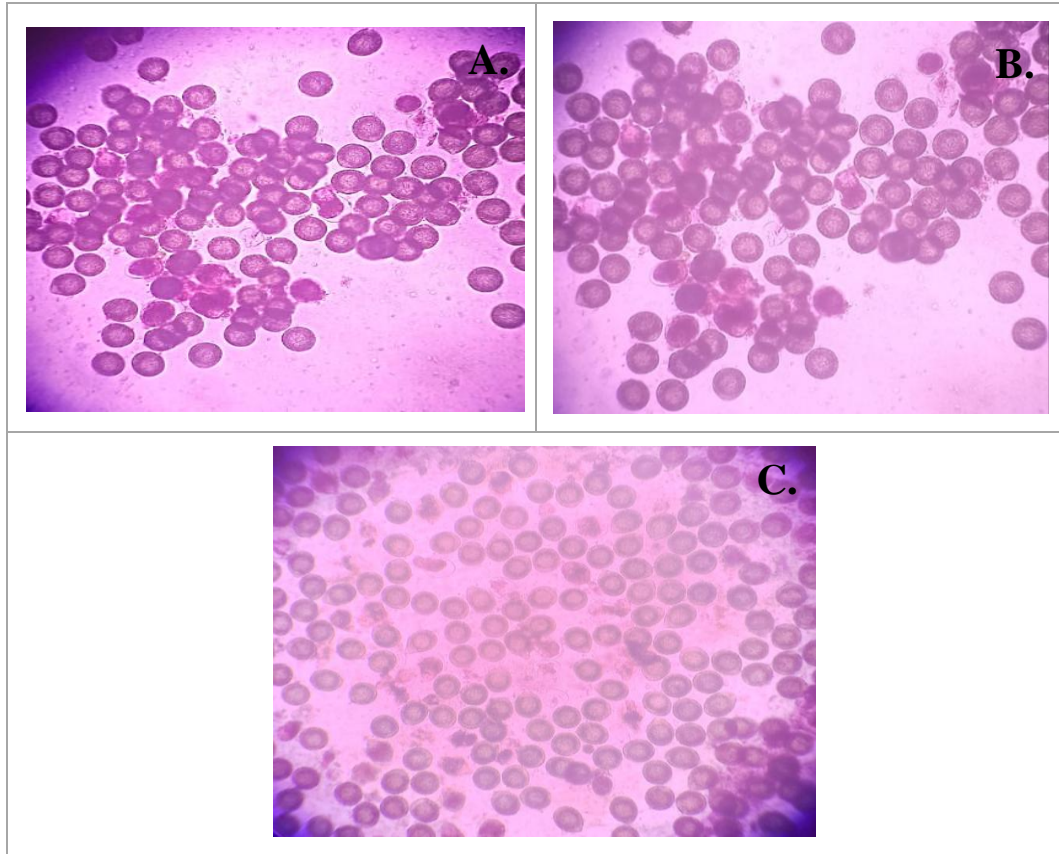
Nota. A. Semana 4, se observa mayor número de células masculinas, con movilidad por encima del 20%. B. Semana 5, movilidad de los espermatozoides del 30% C. Semana 6, se observa espermatozoides libres y más definidos, con movilidad de más del 35 a 40 %.

Tabla 9. *Morfología macroscópica de las gónadas masculinas de M. gigas desde la semana 4 a la semana 6 del proceso de maduración*



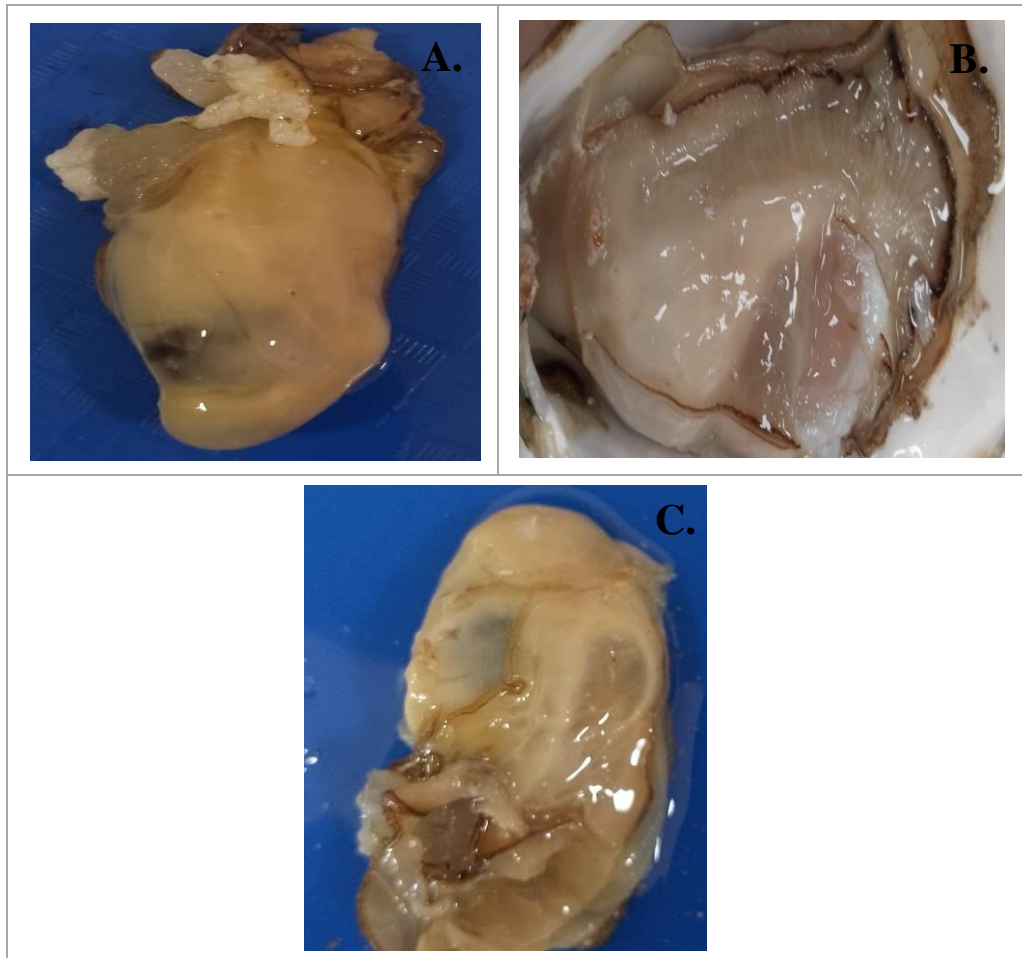
Nota. A. Semana 4 la gónada se vuelve cremosa- blanquecina B. Semana 5, va avanzando en la maduración, apariencia más consistente, y definida. C. Semana 6, gónada con bordes más redondeados y robustos, de aspecto blanco- pastoso y de mayor volumen.

Tabla 10. Citología gonadal femenina de *M. gigas* con tinción Hematoxilina-Eosina (H&E) desde la semana 4 a la semana 6 del proceso de maduración



Nota. A. Semana 4, en la tercera fase de maduración presencia de ovocitos en desarrollo. B. Semana 5, aumento del número de ovocitos en crecimiento, de contornos más redondeados y compactos C. Semana 6, ovocitos de mayor tamaño, ovocitos se disponen más juntos, en algunas muestras un 50% de óvulos se observaron en la cuarta fase de madurez total.

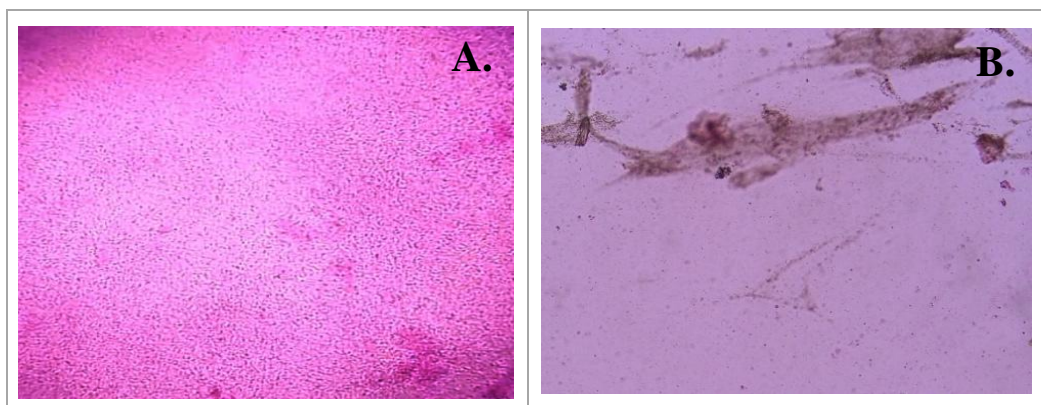
Tabla 11. *Morfología macroscópica de las gónadas femeninas de M. gigas desde la semana 4 a la semana 6 del proceso de maduración.*



Nota. A. Semana 4, la gónada adquiere apariencia crema pálida, de consistencia más compacta. B. Semana 5, gónada continúa aumentando el volumen, se observa densa y definida, entrando en la fase de maduración. C. Semana 6, con una coloración beige uniforme, de aspecto espeso y opaco, ampliamente desarrollada, evidenciado que se encuentra próximo a desove.

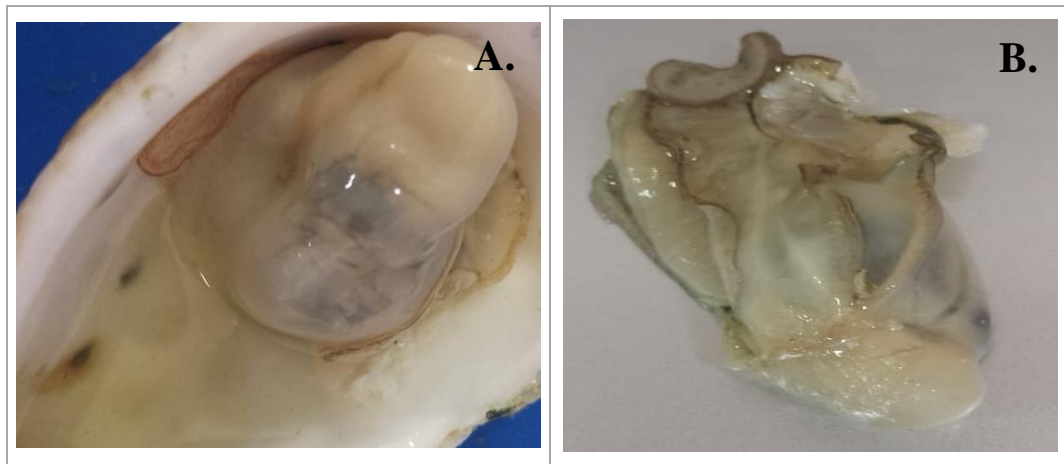
En la semana 7, los organismos entran en la fase de madurez, donde se puede observar mejor los espermias y la gónada. Y en semana 8, se produjo el desove inducido, el desove totalmente (Tabla 12, 13, 14 y 15). Presentando un peso en estas semanas entre 72 a 74 gramos, y una longitud de la concha entre 9 a 9,2 centímetros.

Tabla 12. Citología gonadal masculina de *M. gigas* con tinción Hematoxilina-Eosina (H&E) desde la semana 7 a la semana 8 del proceso de maduración



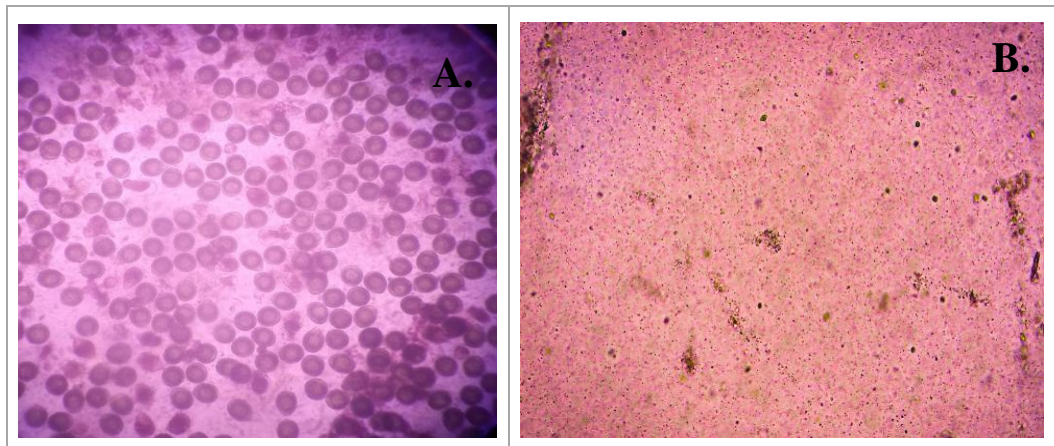
Nota. A. Semana 7, se encuentra en la fase de madurez, abundantes espermatozoides bien diferenciados, donde se observa un 90% de movilidad. B. Semana 8, fase de reposo, una vez expulsados los espermatozoides en el desove, queda vacía la gónada y se prepara nuevamente para iniciar el ciclo.

Tabla 13. *Morfología macroscópica de las gónadas masculina de M. gigas desde la semana 7 a la semana 8 del proceso de maduración*



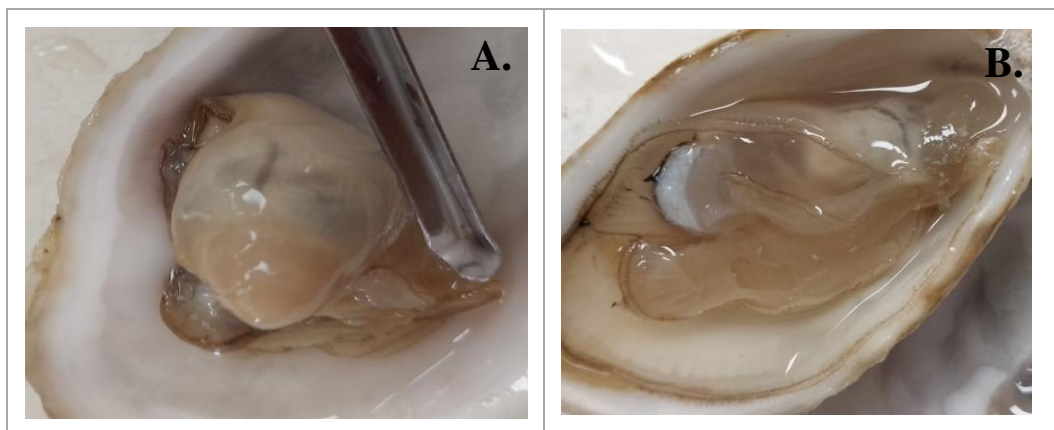
Nota. A. Semana 7, la gónada está totalmente blanca pastosa, densamente compacta, característica de tejido repleto de espermatozoides listos para el desove. B. Semana 8, la gónada queda totalmente vacía al momento del desove, de consistencia blanca, y flácida.

Tabla 14. Citología gonadal femenina de *M. gigas* con tinción Hematoxilina-Eosina (H&E) desde la semana 7 a la semana 8 del proceso de maduración



Nota. A. Semana 7, se observan con más claridad los ovocitos, bien formados, hembra lista para desovar B. Semana 8, gónada totalmente vacía, no presenta ovocitos, presencia de material granular.

Tabla 15. Morfología macroscópica de las gónadas femeninas de *M. gigas* desde la semana 7 a la semana 8 del proceso de maduración.



Nota. A. Semana 7, engorde de la gónada, cremosa - beige, maduración avanzada y lista para el desove. B. Semana 8, la coloración se vuelve pálida, gónada en reposo, menos compacta.

9.2 Mortalidad en *Magallana gigas*

A lo largo de las 8 semanas de este estudio, se analizó la mortalidad de los dos grupos de *Magallana gigas* diferenciados por su tamaño corporal, el bloque 1 compuesto por ostras entre 8-9 cm mostró una mortalidad acumulada de 10 ejemplares, lo que equivalió a un 6,67 % del total inicial de 150 individuos, la tasa de mortalidad se mantuvo estable y baja a lo largo del tiempo del estudio, constando un patrón uniforme de una o dos mortalidades durante las semanas, representando entre 0,67 % y 1,33 % , respectivamente sin ocurrir episodios críticos de pérdida masiva. Para el segundo ensayo no se observó ninguna mortalidad en el transcurso de las ocho semanas, lo que indica mayor estabilidad y adaptación de los organismos a las condiciones ambientales.

En cambio, el bloque 2 representando por las ostras entre 6-7 cm presentó una mortalidad acumulada significativamente mayor, con un total de 32 individuos lo que presentó el 21,33% del total inicial. En este bloque se identificaron semanas con picos de mortalidad, como en la semana 5 con 5,33 % , la semana con 3 4,67 % y la semana 6 con 4,00 % , esto mostró una mayor vulnerabilidad de los individuos pequeños a las condiciones experimentales controladas. Y para el segundo ensayo no se mostró mortalidad dentro del ensayo experimental dentro de este rango de tallas de ostras.

Tabla 16. *Mortalidad de bloques de rangos de talla ambos lotes de Magallana gigas*

Bloque 1 (Rango de tallas grandes)			Bloque 2 (Rango de tallas pequeñas)		
Tiempo (semana)	No. Individuos	% mortalidad	Tiempo (semana)	No. Individuos	% mortalidad
1	1	0,67	1	2	1,33
2	2	1,33	2	5	3,33
3	1	0,67	3	7	4,67
4	2	1,33	4	1	0,67
5	1	0,67	5	8	5,33
6	1	0,67	6	6	4,00
7	1	0,67	7	2	1,33
8	1	0,67	8	1	0,67
Total	10	6,67	Total	32	21,33

En líneas generales el grupo de ostras pequeñas presentó una mortalidad 3.5 veces mayor a comparación con el de las ostras grandes, lo que indicó que el tamaño corporal podría ser un factor importante en la supervivencia durante el proceso de maduración de las ostras (Tabla 16).

9.3 Análisis semanal del peso y la talla de *Magallana gigas* en dos bloques de talla durante el período de maduración gonadal.

En el periodo de las 8 semanas se monitoreó el progreso de la maduración gonadal de los dos bloques de rangos de talla de las ostras, se realizó un seguimiento semanal, documentado el peso promedio, talla promedio, intervalo de variación mínimo y máximo, desviación estándar y las observaciones citológicas directas vinculada con la existencia de la maduración o la aparición de los gametos, así mismo el comportamiento de la mortalidad.

Primer ensayo

9.3.1 Bloque 1 – tallas grandes

A lo largo de las ocho semanas de investigación, el peso de *Magallana gigas*, presento un aumento progresivo, pasando de $63,93 \pm 7,09$ g, y la talla de $8,12 \pm 0,30$ cm en la primera semana, a $78,27 \pm 9,03$ g, y la talla de $8,50 \pm 0,45$ cm en la última. Este aumento refleja una actividad fisiológica constante, estrechamente vinculada con el desarrollo y maduración de las gónadas (Tabla 17).

En la semana 1, se encontraron gónadas en su fase inicial, sin evidencia de gametogénesis. En la semana 2, se notó un aumento en cuanto la densidad celular, esto indica un inicio un desarrollo progresivo. En la semana 3, se mostraron ovocitos de forma más definidas, indicando una diferenciación celular.

En la semana 4, los ovocitos de presentaron de mayor tamaño, con membranas más engrosadas, dando una etapa de la maduración temprana. En la semana 5, las gónadas dieron un notable aumento en los gametos dentro de los folículos el cual presento un progreso hacia la madurez sexual. Para la semana 6, con un peso promedio fue desde $74,51 \pm 9,57$ g, talla de $8,39 \pm 0,40$ cm, los cual se confirmó mediante observación microscópica que las gónadas estaban en un estado completamente desarrolladas.

Seguido a la semana 7, se logró un peso de $76,11 \pm 9,55$ g, talla de $8,45 \pm 0,42$ cm, registrando una etapa de desove activo, logrando la expulsión de gametos en el medio acuático. Finalmente, en la semana 8 el peso de $78,27 \pm 9,03$ g, y talla de $8,50 \pm 0,45$ cm se evidencio que las gónadas estaban en estado de post-desove, mostrando folículos colapsados y una parcial reabsorción de gametos residuales.

Tabla 17. Variación semanal de peso promedio (g) de *Magallana gigas* durante 8 semanas de maduración gonadal – tallas grandes.

Semana	Talla promedio cm ± DE	Peso promedio (g) ± DE	Peso máximo (g)	Peso mínimo (g)	Observaciones generales
1	8,12 ± 0,30	63,93 ± 7,09	69	55	No se evidenció la presencia clara de gametos
2	8,16 ± 0,32	65,82 ± 6,54	71	58	Se mostro una mayor densidad celular
3	8,21 ± 0,34	68,07 ± 8,09	74	58	Los ovocitos comenzaron a presentar una forma más definida
4	8,27 ± 0,36	70,04 ± 7,03	76	62	Se observaron ovocitos de mayor tamaño con membranas más gruesas
5	8,33 ± 0,38	72,07 ± 7,51	79	64	Las gónadas mostraron una mayor ocupación de los folículos por gametos
6	8,39 ± 0,40	74,51 ± 9,57	82	63	Las observaciones evidenciaron la fase de madurez plena
7	8,45 ± 0,42	76,11 ± 9,55	84	65	Se observó la fase de desove activo
8	8,50 ± 0,45	78,27 ± 9,03	86	68	Se observaron gónadas en etapa de post-desove

9.3.2 Bloque 2 – tallas pequeñas

En las ostras perteneciente al grupo de menor talla de la concha entre 6–7 cm, se observó un incremento gradual del peso de la ostra, pasado de $44,12 \pm 3,51$ g, y talla de $6,12 \pm 0,28$ cm en la primera semana a $57,68 \pm 3,03$ g, y talla de $6,58 \pm 0,42$ cm en la octava semana. Este aumento refleja una actividad fisiológica estable, aunque más lenta en comparación con los ejemplares de mayor talla, lo que sugiere un proceso de maduración gonadal más prolongado (Tabla 18).

Durante la semana 1, las gónadas se encontraron en estado de reposo, sin evidencias activa de gametogénesis. A partir de la semana 2 en el inicio se notó un desarrollo de células germinales. En la semana 3, se mostró en el tejido gonadal la formación de folículos, mostrando un avance hacia la fase de reproducción.

En la semana 4, mediante el análisis microscópico se evidencio gametos en desarrollo dando una organización más nítida de los folículos. Llegando a la semana

5, se obtuvo un peso promedio de $51,42 \pm 4,01$ g, y talla de $6,38 \pm 0,36$ cm en el cual se identificaron ovocitos primarios y diferenciación de espermatozoides, indicando un progreso de maduración gonadal.

En la semana 6, se alcanzó una madurez intermedia de la gónada con acumulación citoplasmática y mayor densidad celular. En la semana 7, presentaron las ostras un peso promedio de $55,70 \pm 3,50$ g, con talla de $6,52 \pm 0,40$ cm, mostrando maduración avanzada con algunos folículos activos. Durante la semana 8 con un peso de $57,68 \pm 3,03$ g, y talla de $6,58 \pm 0,42$ cm se observó el inicio del desove parcial.

Estos datos revelan que los individuos pequeños muestran un avance gonadal más tardío, actividad folicular reducida y una fecundidad menor en relación con los de mayor talla.

Tabla 18. Variación semanal de talla promedio (cm) y peso promedio (g) de *Magallana gigas* durante 8 semanas de maduración gonadal – tallas pequeñas.

Semana	Talla promedio cm \pm DE	Peso promedio (g) \pm DE	Peso máximo (g)	Peso mínimo (g)	Observaciones generales
1	6,12 \pm 0,28	44,12 \pm 3,51	48	41	No se observó gametos activos
2	6,18 \pm 0,30	45,64 \pm 3,53	50	43	Desarrollo gonadal lenta
3	6,24 \pm 0,32	47,70 \pm 3,53	52	45	La gónada se empezaba a desarrollar un poco más
4	6,31 \pm 0,34	49,78 \pm 4	54	46	Presencia de gametos
5	6,38 \pm 0,36	51,42 \pm 4,01	56	48	Se observó gametos primarios en diferenciación
6	6,45 \pm 0,38	53,74 \pm 4	58	50	Gónada en madurez parcial
7	6,52 \pm 0,40	55,70 \pm 3,50	59	52	Madurez avanzada con algunos folículos activos
8	6,58 \pm 0,42	57,68 \pm 3,03	60	54	Se observó el inicio del desove parcial y reabsorción celular

9.3.3 Segundo ensayo

9.3.4 Bloque 1 – tallas grandes

El análisis semanal del peso en los ejemplares de *Magallana gigas* de talla grande 8–9 cm evidenció un incremento progresivo del peso corporal a lo largo del periodo de estudio, asociado al desarrollo gonadal (Tabla 19). En las primeras semanas 1 y 2, los organismos no mostraron actividad reproductiva evidente, observándose únicamente la proliferación inicial de células germinales. A partir de la semana 3, el incremento del peso promedio $67,18 \pm 7,5$ g, talla de $8,20 \pm 0,38$ cm coincidió con la aparición de ovocitos primarios, reflejando el inicio del proceso de maduración.

Durante la semana 4 y 5 se mostró acumulación del material gonadal, con un peso promedio de la ostra desde $71,58 \pm 13,81$ g, talla de $8,28 \pm 0,40$ cm y de $77,5 \pm 7,5$ g, con talla de $8,36 \pm 0,42$ cm respectivamente. Evidenciando un incremento progresivo, un papel importante en la maduración reproductiva. En la semana 6, el peso alcanzó un promedio de $82,6 \pm 7,5$ g, talla de $8,44 \pm 0,45$ cm reflejo un estado de madurez representado y caracterizado por folículos formados.

En la semana 7, el peso de la ostra mostró un incremento continuo de $86,62 \pm 7,5$ g, con talla de $8,52 \pm 0,47$ cm, mientras que en la semana 8, $87,96 \pm 18,22$ g, con talla de $8,60 \pm 0,50$ cm aumentó el número de folículos maduros y formados.

Los cambios de peso corporal observados en el experimento reflejan claramente el ciclo reproductivo de la especie, en el que un aumento gradual de la biomasa está directamente relacionado con la maduración y la acumulación de gametos.

Tabla 19. Variación semanal de talla promedio (cm) y peso promedio (g) de *Magallana gigas* durante 8 semanas de maduración gonadal – tallas grandes.

Semana	Talla promedio cm ± DE	Peso promedio (g) ± DE	Peso máximo (g)	Peso mínimo (g)	Observaciones generales
1	8,05 ± 0,32	55,21 ± 23,51	80	33	No se evidenció actividad gonadal.
2	8,12 ± 0,35	60,38 ± 13,68	70	43	Inicia la proliferación de células germinales.
3	8,20 ± 0,38	67,18 ± 7,5	75	60	Se observó crecimiento de ovocitos primarios.
4	8,28 ± 0,40	71,58 ± 13,81	80	53	Presencia de ovocitos en fase de madurez intermedia.
5	8,36 ± 0,42	77,5 ± 7,5	85	70	Las gónadas muestran madurez avanzada.
6	8,44 ± 0,45	82,6 ± 7,5	90	75	Fase de madurez con folículos formándose de gametos.
7	8,52 ± 0,47	86,62 ± 7,5	95	80	Fase de madurez con folículos formándose de gametos.
8	8,60 ± 0,50	87,96 ± 18,22	101	65	Fase de madurez con folículos formándose de gametos.

9.3.5 Bloque 2 – tallas pequeñas

En la primera semana, el peso promedio fue de 31 ± 12 g y talla de $6,05 \pm 0,30$ cm no se evidenció desarrollo gonadal (Tabla 20). Durante la segunda semana, el peso total de la ostra mostró un aumento moderado $38,8 \pm 17,62$ g, con talla de $6,10 \pm 0,32$ cm coincidiendo con el inicio del crecimiento y diferenciación de las gónadas. Entre la tercera y la quinta semana, el peso total de la ostra se mantuvo relativamente constante, con valores entre 33,92 y 36,14 g; con talla de 6,18 y 6,33 cm en este periodo se observó la proliferación inicial de células germinales y la formación de estructuras reproductivas tempranas, como ovocitos primarios y folículos en estado de desarrollo.

A partir de la semana 6 se obtuvo promedio con un peso de $40,2 \pm 10$ g, y tallas de $6,40 \pm 0,42$ cm reflejando la fase de madurez temprana mediante la presencia gametos funcionales de una cantidad limitada. Este aumento se dio hasta la semana 8, cuando el promedio alcanzó su valor máximo con un peso de $56 \pm 21,3$ g, y talla de $6,55 \pm 0,48$ cm continuando con el proceso de maduración.

Tabla 20. Variación semanal de talla promedio (cm) y peso promedio (g) de *Magallana gigas* durante 8 semanas de maduración gonadal – tallas pequeñas.

Semana	Talla promedio cm ± DE	Peso promedio (g) ± DE	Peso máximo (g)	Peso mínimo (g)	Observaciones generales
1	6,05 ± 0,30	31 ± 12	43	19	No se observó desarrollo gonadal
2	6,10 ± 0,32	38,8 ± 17,62	48	21	Gónada en proceso de crecimiento
3	6,18 ± 0,35	33,92 ± 17,62	55	20	Se observó poco inicio de proliferación
4	6,25 ± 0,38	34,88 ± 18,04	55	19	Gónadas en fase inicial con escasos de gametos
5	6,33 ± 0,40	36,14 ± 12,75	53	28	Formación de ovocitos primarios y folículos pequeños
6	6,40 ± 0,42	40,2 ± 10	50	30	Fase de madurez parcial (pocos gametos)
7	6,48 ± 0,45	51,8 ± 15,5	60	30	Madurez en algunas gónadas
8	6,55 ± 0,48	56 ± 21,3	70	28	Continuación del proceso de maduración.

9.4 Análisis del perfil lipídico de las gónadas de *Magallana gigas* acorde a las clases de tallas.

Para aquello se realizó un análisis del contenido total de lípidos y del perfil de ácidos grasos en las gónadas de *Magallana gigas* con el fin de evaluar su relación con el grado de madurez reproductiva como se ve en la (Tabla 21). En cuanto a los individuos de mayor tamaño, registraron un incremento gradual en la proporción de lípidos, dado que pasó del 1,46 % en semana 1, al 1,90 % en la semana 8. Dentro de los ácidos grasos insaturados, las fracciones lipídicas y especialmente los poliinsaturados (PUFA), se predominaron ampliamente, representando cerca del 94 % del total de insaturados al finalizar el estudio. Este comportamiento reflejó una acumulación eficiente de energía destinada a mantener la gametogénesis y la maduración final de los gametos.

Tabla 21. Análisis lipídicos de ambos bloques

Semana 1			
Bloque 1 (clase de tallas 8-9 cm)		Bloque 2 (clase de tallas 6-7 cm)	
Ítems	Resultados	Ítems	Resultados
Grasa	1.46%	Grasa	1.44%
Ácidos grasos insaturados	0.81%	Ácidos grasos insaturados	0.72%
Ácidos grasos monoinsaturados	0.19%	Ácidos grasos monoinsaturados	0.13%
Ácidos grasos poliinsaturados	0.62%	Ácidos grasos poliinsaturados	0.59%
Ácidos grasos saturados	0.72%	Ácidos grasos saturados	0.65%
Ácidos grasos trans	0.00%	Ácidos grasos trans	0.00%
Semana 4			
Ítems	Resultados	Ítems	Resultados
Grasa	1.60%	Grasa	1.50%
Ácidos grasos insaturados	0.92%	Ácidos grasos insaturados	0.79%
Ácidos grasos monoinsaturados	0.26%	Ácidos grasos monoinsaturados	0.20%
Ácidos grasos poliinsaturados	0.81%	Ácidos grasos poliinsaturados	0.66%
Ácidos grasos saturados	0.75%	Ácidos grasos saturados	0.71%
Ácidos grasos trans	0.00%	Ácidos grasos trans	0.00%
Semana 8			
Ítems	Resultados	Ítems	Resultados
Grasa	1.90%	Grasa	1.55%
Ácidos grasos insaturados	1.00%	Ácidos grasos insaturados	0.82%
Ácidos grasos monoinsaturados	0.32%	Ácidos grasos monoinsaturados	0.28%
Ácidos grasos poliinsaturados	0.94%	Ácidos grasos poliinsaturados	0.70%
Ácidos grasos saturados	0.87%	Ácidos grasos saturados	0.79%
Ácidos grasos trans	0.00%	Ácidos grasos trans	0.00%

Los ejemplares de menor tamaño presentaron concentraciones lipídicas más bajas, con un incremento progresivo a lo largo del experimento, pasando de 1,44 % al inicio a 1,55 % al finalizar el periodo de evaluación. Los ácidos grasos poliinsaturados (PUFA) representaron aproximadamente el 0,70 %, lo que reflejó un ritmo más lento de maduración gonadal en comparación con las ostras de mayor tamaño. En conjunto, los resultados indicaron que el aumento del contenido lipídico y de la proporción de ácidos grasos insaturados estuvo directamente asociado con el avance del proceso de maduración reproductiva, siendo este efecto más notorio en los individuos con mayor biomasa y un desarrollo gonadal más avanzado.

9.5 Fecundidad

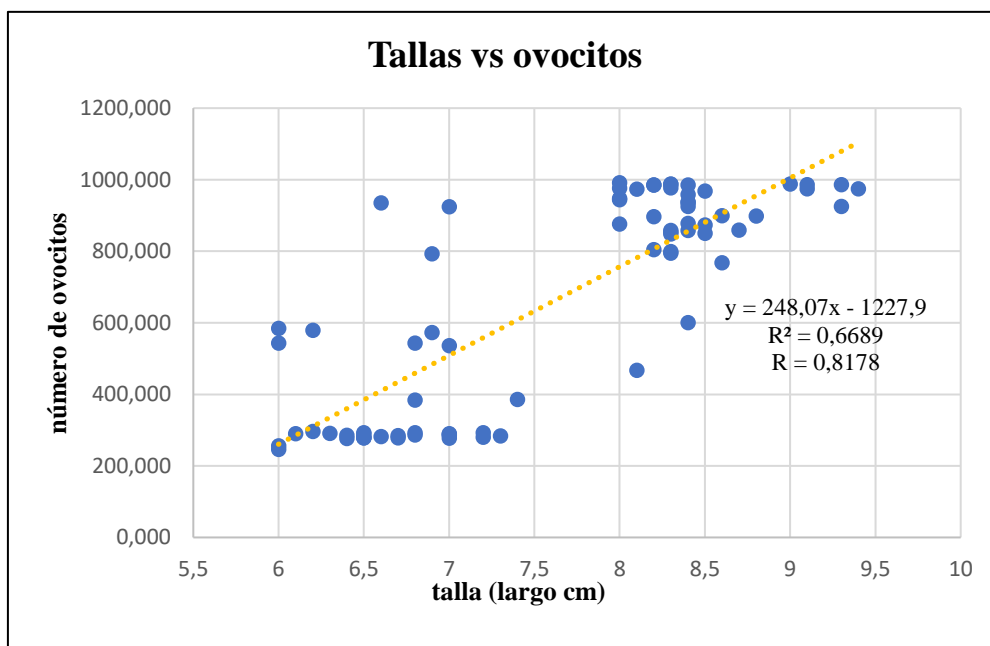
En el caso de la fecundidad se utilizó la regresión lineal, método en el que se puede predecir o estimar el valor de la variable dependiente a partir del valor conocido de la variable independiente. Esta relación permitió describir la relación entre la talla y el número de ovocitos y el peso de *Magallana gigas*.

La figura que relaciona la talla de las ostras con la cantidad de ovocitos muestra un patrón claro, las hembras más grandes tienden a producir un número mayor de ovocitos. La ecuación de la recta de ajuste $y = 248,07x - 1227,9$ indica

que, por cada unidad de incremento en la longitud de la concha, la producción ovocitaria aumenta aproximadamente en 248 ovocitos, lo que refleja un crecimiento reproductivo proporcional al tamaño corporal.

El valor del coeficiente de determinación $R^2 = 0,6689$ demuestra que cerca del 67 % de la variación en la fecundidad puede explicarse a partir de las diferencias en la talla, lo que posiciona al tamaño como un factor clave en la capacidad reproductiva de *Magallana gigas*. Del mismo modo, el coeficiente de correlación $R = 0,8178$ confirma la existencia de una relación fuerte y positiva entre ambas variables (Figura 12).

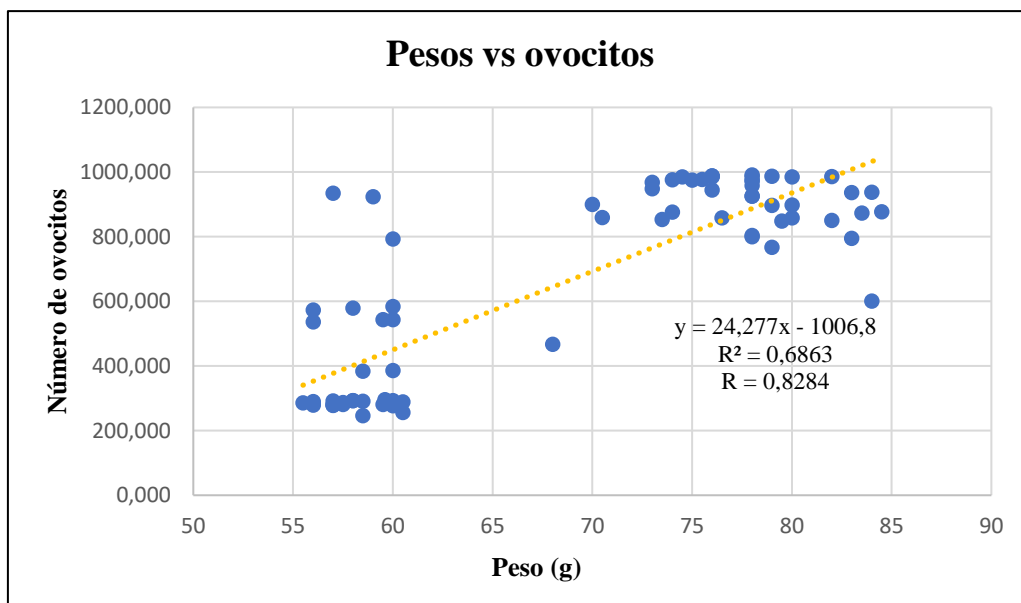
Figura 12. Análisis de regresión entre el número de ovocitos y la talla de las ostras *Magallana gigas*.



Nota. Los puntos representan los valores observados de talla y ovocitos, con una tendencia positiva ajustada a la regresión lineal.

Para la relación entre el peso de las ostras y el número de ovocitos, también reveló una relación positiva y fuerte, representada por la ecuación $y = 24,277x - 1006,8$, con un coeficiente de determinación $R^2 = 0,6863$. Esto significa que aproximadamente el 68.63 % de la variabilidad en la fecundidad se explica por el peso corporal, indicando que las ostras con mayor peso contienen un mayor número de ovocitos (Figura 13).

Figura 13. Análisis de regresión entre el número de ovocitos y el peso de las ostras *Magallana gigas*.



Nota. La relación positiva indica que el número de ovocitos aumenta con el incremento del peso en las ostras.

9.6 Comparación de la fecundidad entre los grupos de tallas de *Magallana gigas*.

9.6.1 Prueba de normalidad

Para determinar si los valores de fecundidad correspondientes a los dos rangos de talla 6–7 cm y 8–9 cm cumplían con el supuesto de normalidad, se aplicó la prueba de Shapiro–Wilk, ampliamente utilizada para muestras pequeñas y medianas por su sensibilidad para detectar desviaciones de la distribución normal.

Los resultados obtenidos para el grupo de talla 6-7 fue $W = 0,6663$; $p = 1,16 \times 10^{-7}$ y para el grupo de talla 8–9 cm: $W = 0.7598$; $p = 1,09 \times 10^{-6}$

En ambos casos, los valores de p son significativamente menores que 0,05, lo cual indica que las distribuciones de fecundidad no siguen una distribución normal. La magnitud extremadamente baja de los valores de p evidencia una desviación marcada de la normalidad, lo que puede atribuirse a la alta variabilidad reproductiva típica de organismos marinos, especialmente bivalvos, cuyos niveles

de fecundidad dependen del estado fisiológico, la etapa de madurez gonadal y factores ambientales.

El estadístico W (0,6663 y 0,7598) también confirma esta falta de ajuste, pues valores cercanos a 1 reflejarían normalidad; sin embargo, los valores observados son considerablemente inferiores, indicando una distribución asimétrica y dispersión no uniforme en ambos grupos de tallas.

Debido a que ninguno de los dos conjuntos de datos cumple con el supuesto de normalidad, no es apropiado utilizar pruebas paramétricas para comparar la fecundidad entre grupos, por lo que se debe realizar una prueba no paramétrica como Kruskal-Wallis.

9.6.2 Análisis de la prueba Kruskal-Wallis

El valor del estadístico H (χ^2): $4,81 \times 10^1$ es considerablemente elevado, lo que sugiere diferencias marcadas entre las medianas de fecundidad evaluadas. El hecho de que el valor corregido ($H_c = 48,09$) sea muy similar al estadístico original

indica que el análisis es estable y que las correcciones por empates no alteran la interpretación general del modelo.

El valor de significancia $p = 4,07 \times 10^{-12}$ es extremadamente bajo, muy por debajo del umbral de 0,05. Este resultado indica que la probabilidad de que las diferencias observadas entre los grupos se deban al azar es prácticamente nula. Por lo tanto, se confirma que existen diferencias estadísticamente significativas en la fecundidad entre los grupos de talla evaluados.

Desde una perspectiva interpretativa dentro del contexto reproductivo, este resultado implica que las variaciones en la producción de ovocitos entre los distintos rangos de talla no son aleatorias ni atribuibles a variabilidad natural sin estructura, sino que obedecen a diferencias reales asociadas al tamaño corporal. Este comportamiento es coherente con las expectativas biológicas de los ostreidos, en los cuales el desarrollo gonadal y la capacidad reproductiva aumentan conforme el organismo incrementa su tamaño.

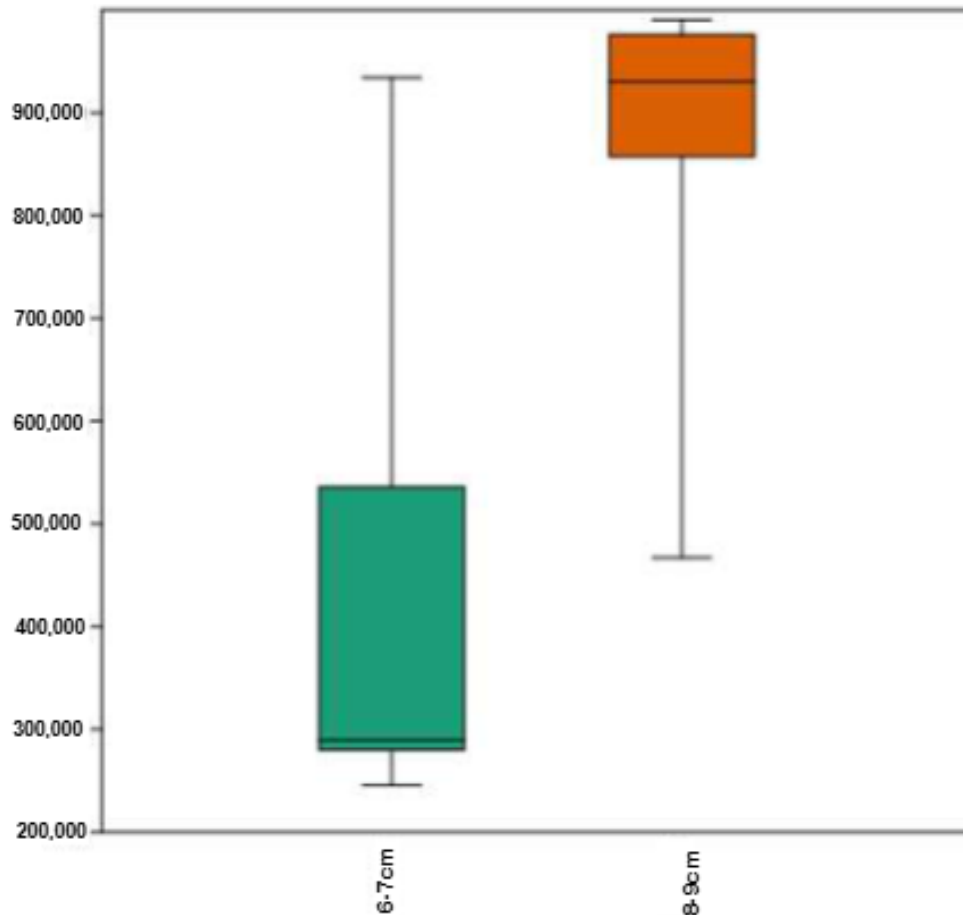
La prueba de Kruskal–Wallis demuestra que las medidas de fecundidad difieren significativamente entre los grupos de tallas, y estas diferencias están respaldadas por un nivel de significancia extremadamente alto ($p < 0,000000000005$). Esto confirma que el tamaño corporal de las ostras está directamente relacionado con su nivel de fecundidad y que los grupos analizados presentan comportamientos reproductivos claramente diferenciados.

9.6.3 Comparaciones específicas entre pares – Prueba de Mann-Whitney

Con el fin de identificar exactamente entre qué grupos se presentaban las diferencias, se realizó un análisis pairwise mediante la prueba de Mann–Whitney.

La comparación entre los grupos de 6–7 cm y 8–9 cm arrojó un valor de $p = 4.22 \times 10^{-12}$, este valor casi nulo, demuestra que las medianas de fecundidad entre ambos grupos son marcadamente diferentes. En particular, las hembras del grupo de 8–9 cm mostraron una producción de ovocitos significativamente mayor que las del grupo de 6–7 cm. El resultado confirma de manera contundente que el incremento en la talla se asocia con un aumento notable en la capacidad reproductiva.

Figura 14. Diagrama de cajas que compara la fecundidad de las ostras entre los rangos de talla 6–7 cm y 8–9 cm



En el grupo 6–7 cm, la mayoría de las hembras presenta valores de fecundidad bajos, y se observa mucha variación entre individuos. Esto significa que, en este rango de talla, la producción de ovocitos es limitada e irregular.

Por el contrario, en el grupo 8–9 cm, la fecundidad aumento notablemente. La medida que representa el valor central se encuentra cerca de los 900,000

ovocitos, y la mayoría de las hembras se concentra alrededor de estos valores altos. Además, la distribución es más uniforme, lo que indica que casi todas las ostras grandes mantienen una alta capacidad reproductiva.

La separación entre ambos grupos es evidente, los valores del grupo grande no se superponen con los del grupo pequeño, lo que visualmente confirma una diferencia marcada en la producción de ovocitos entre tallas.

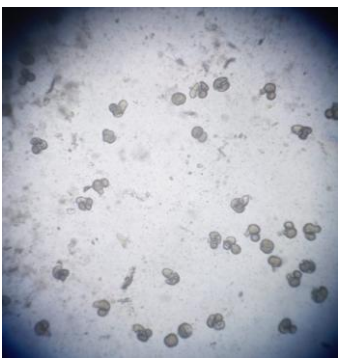
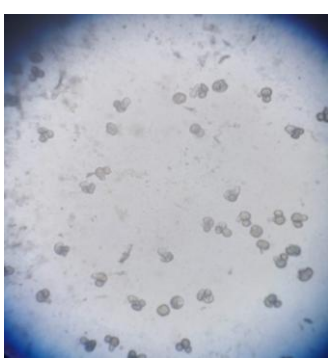
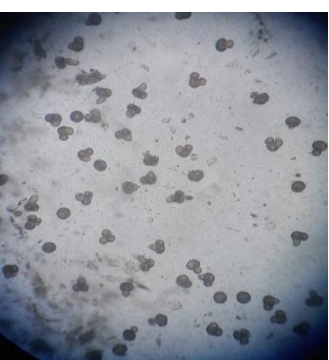
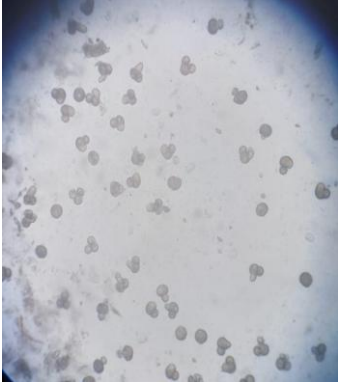
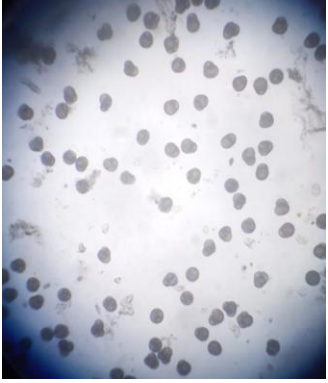
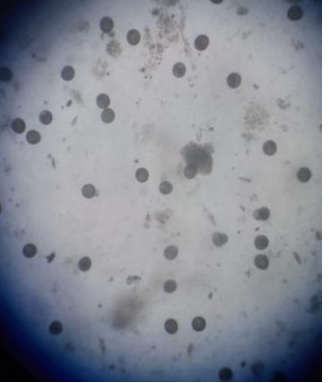
9.7 Fecundación y la tasa de eclosión

En el desove de las clases de tallas grandes de *Magallana gigas* se estimaron un total de 15 millones de óvulos obteniéndose 8 millones huevos fecundados lo que representó un 53,3 % de fecundación; y en las ostras de tallas pequeñas las hembras produjeron un total 10 millones de óvulos, alcanzándose 5 millones de huevos fecundados que equivalió a un 50 % de fecundación. Cabe resaltar, que para el primero grupo de ostras (rango entre 8-9 cm), se contó un total 40 hembras y 76 machos, a diferencia del grupo de ostras pequeñas en que desovaron 35 hembras y 59 machos.

En total se registró una eclosión general de 8 millones de larvas.

9.7.1 Proceso de fecundación

Tabla 22. Registro de datos sobre el proceso de fecundación de *M. gigas*

		
<p>Momento donde las larvas está empezando el proceso de fecundación con una salinidad de 35 ppm y temperatura de 30°C.</p>	<p>Después de 1 a 2 horas, se observó la aparición de grupos de 2 a 4 células o más, que indicaban el inicio de la segmentación embrionaria.</p>	<p>Las observaciones se realizaron cada 2 horas con el fin de seguir monitoreando el proceso de separación y desarrollo de la larva.</p>
		
<p>Las células se mantienen dividiendo. Salinidad de 35 ppm y su temperatura de 30°.</p>	<p>Tiene forma esférica, con citoplasma uniforme, formación de blástula temprana o cigoto.</p>	<p>Esta en una etapa desarrollada más avanzada que la anterior, mayor claridad con el contorno y un tono interno más definido.</p>

		
<p>Células esféricas y bordes bien definidos.</p>	<p>Luego de 24 horas se registra en larva D bien definida, citoplasma traslucido y no se observan deformaciones.</p>	<p>Larva D en buen estado, con movilidad, y morfología regular, sin deformaciones.</p>

Nota. El proceso de fecundación de *Magallana gigas* se realizó en laboratorio bajo condiciones controladas, manteniendo una salinidad de 35 ‰ y una temperatura constante de 30 °C. Se observó una secuencia ordenada del desarrollo embrionario, que comenzó con la unión de los gametos y la formación del cigoto, seguida por las etapas de segmentación hasta llegar al estadio de blástula temprana. A las 24 horas post-fecundación, aparecieron larvas tipo D.

10. DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en esta investigación demuestran de manera consistente que la fecundidad de *Magallana gigas* está estrechamente relacionada con el tamaño corporal y el estado fisiológico de los reproductores. Las diferencias encontradas entre los grupos de 6–7 cm y 8–9 cm evidencian que los individuos de mayor talla poseen una capacidad reproductiva significativamente superior, tanto en términos de producción de ovocitos y espermatozoides como de avance en la maduración gonadal y acumulación de reservas energéticas. Este comportamiento es coherente con la biología de la especie y con investigaciones realizadas en distintos países donde la Ostra del Pacífico constituye un recurso de alto interés acuícola.

En regiones como Francia, uno de los mayores productores de *M. gigas* en Europa, estudios realizados por Chávez-Villalba et al. (2002) y Fabioux et al. (2005) han demostrado que la maduración y fecundidad de esta especie dependen estrechamente de la talla, la disponibilidad energética y las condiciones ambientales previas al desove. Los resultados del presente estudio, donde el grupo de 8–9 cm alcanzó valores promedio de 899×10^3 ovocitos frente a los 387×10^3 del grupo de 6–7 cm, coinciden con las tendencias reportadas en la costa francesa, donde los organismos más grandes registran mayor inversión reproductiva.

De manera similar, investigaciones desarrolladas en China, país donde *M. gigas* representa más del 80 % de la producción mundial de ostras, han destacado que el tamaño corporal es uno de los mejores predictores del rendimiento reproductivo y del éxito larvario (Ren et al., 2003). Estos estudios señalan que, a mayor diámetro y peso, aumenta significativamente la cantidad de reservas lipídicas, condición necesaria para producir gametos de mayor calidad, lo cual guarda relación con el incremento lipídico detectado en los reproductores de mayor talla en el presente estudio.

En Japón, país de origen de la especie, trabajos como los de Matsumoto (2001) y Wada (2004) han documentado que las ostras de mayor talla alcanzan con mayor rapidez la fase de madurez final, debido a que acumulan reservas energéticas más eficientemente. Esto coincide con las observaciones del análisis citológico realizado en esta investigación, donde los organismos de 8–9 cm presentaron ovocitos maduros, espermátidas organizadas y un tejido gonadal compacto, características propias de individuos fisiológicamente preparados para el desove.

En el caso de Estados Unidos, especialmente en las costas de Oregón y Washington, Helmer et al. (2008) han reportado que las diferencias reproductivas entre cohortes de ostras están fuertemente influenciadas por la talla y la tasa

metabólica asociada al crecimiento. Estas conclusiones respaldan la tendencia observada en tus datos, donde la regresión lineal reveló relaciones positivas entre talla-fecundidad y peso-fecundidad con coeficientes de determinación moderados pero sólidos (R^2 entre 0.63 y 0.68), indicando que el incremento somático se traduce en una mayor capacidad de producción gamética.

Desde una perspectiva energética, los resultados muestran que las ostras de mayor talla presentaron incrementos en el contenido total de lípidos, alcanzando valores cercanos al 1.90 %, lo cual coincide con estudios realizados en Chile y México, donde se ha observado que la acumulación lipídica es indispensable para completar la maduración gonadal (Martínez-Córdova et al., 2010). En este estudio, el predominio de ácidos grasos poliinsaturados (PUFA), esenciales para la formación de membranas celulares y para el desarrollo embrionario, refuerza la idea de que los individuos más grandes se encuentran mejor preparados fisiológicamente para reproducirse, tal como señalan Caers et al. (2002) y Sargent et al. (1999).

En cuanto a los análisis estadísticos, la prueba de Shapiro–Wilk confirmó la ausencia de normalidad en los datos, lo cual justificó el uso de métodos no paramétricos. La prueba de Kruskal–Wallis reveló diferencias altamente significativas entre los grupos de talla ($p = 4.07 \times 10^{-12}$), y el análisis pairwise de

Mann–Whitney corroboró que las ostras de 8–9 cm presentan una fecundidad significativamente mayor. Estos resultados son consistentes con investigaciones de Suquet et al. (2010) en España y Francia, donde se destaca que las diferencias gaméticas entre cohortes responden a variaciones en la talla y condición fisiológica.

Finalmente, la fecundación controlada realizada en laboratorio mostró resultados satisfactorios, observándose embriones normales y larvas tipo D dentro de las primeras 24 horas, lo cual concuerda con estudios en Australia, donde se ha demostrado que *M. gigas* presenta alto éxito de fertilización cuando la salinidad y temperatura se encuentran en rangos óptimos (Cranfield & Michael, 2006). En esta investigación, las condiciones aplicadas (35 ‰ y 30 °C) facilitaron el desarrollo embrionario temprano, lo que demuestra el adecuado estado fisiológico de los reproductores seleccionados.

En conjunto, estos hallazgos no solo ratifican la hipótesis planteada, sino que además ubican a la población estudiada dentro del patrón reproductivo global observado para *Magallana gigas*. La coincidencia con estudios realizados en Francia, China, Japón, Estados Unidos, España, México, Chile y Australia demuestra que, independientemente del origen geográfico, la fecundidad en esta especie responde de manera consistente a la talla, la condición energética y la fase

de maduración gonadal. Por lo tanto, los resultados aquí obtenidos aportan información relevante para el manejo de reproductores en laboratorios ecuatorianos y abren la posibilidad de mejorar la eficiencia en la producción de larvas mediante la selección intencionada de individuos de mayor tamaño y mejor condición fisiológica.

CAPÍTULO V

11. CONCLUSIONES

La talla corporal influye significativamente en la fecundidad de *Magallana gigas*. Los organismos de 8-9 cm presentaron una producción de ovocitos muy superior a la del grupo de 6-7 cm, lo cual fue confirmado estadísticamente mediante Kruskal–Wallis ($p < 0.00000000000407$) y Mann–Whitney U ($p = 4.22 \times 10^{-12}$). Esto demuestra que la capacidad reproductiva aumenta de manera proporcional al tamaño corporal, lo que convierte a la talla en un criterio clave para la selección de reproductores.

El análisis citológico reveló de manera más nítida, etapas de maduración gonadal. Identificando hembras con ovocitos en estado maduro, en machos, espermatoцитos activos justo antes del proceso de desove. Estos resultados comprueban que la población analizada alcanzó la madurez sexual en las condiciones experimentales, mostrando un gran avance gonadal de manera efectiva y coordinada.

El análisis del perfil lipídico evidenció un incremento sostenido de las reservas energéticas en *Magallana gigas* a lo largo del periodo de maduración, especialmente en los organismos de mayor talla. En el grupo de 8–9 cm, el contenido lipídico aumentó desde 1.46 % en la semana 1 hasta 1.90 % en la semana 8, reflejando un enriquecimiento progresivo de las gónadas a medida que avanzaba la gametogénesis. Este aumento estuvo acompañado por una elevada proporción de ácidos grasos poliinsaturados (PUFA), indispensables para la formación de membranas celulares y la calidad de los ovocitos.

12. RECOMENDACIONES

Es aconsejable elegir reproductores con individuos de mayor tamaño y peso, por lo que muestran una madurez gonadal superior produciendo más gametos viables. Ayudando a mejorar los procesos de fecundación y la eficiencia en la crianza de cultivo de larvas en los laboratorios.

Se propone avanzar en los estudios citológicos del desarrollo gonadal de *Magallana gigas* durante todo el año, permitiendo definir calendarios reproductivos exactos con una obtención de planes adaptados a los cambios ambientales locales. Así mismo, reforzar los entrenamientos técnicos dado que es un papel fundamental en los laboratorios, lo cual permite manejar y cuidar mejor a los reproductores.

Finalmente, se recomienda vigilar estrictamente las condiciones ambientales siendo este un papel muy importante en la producción, en la inducción y fecundación de ostras, manteniendo temperaturas, salinidades y oxígeno disuelto óptimos, además de un poseer un flujo constante de microalgas de calidad. El cual son elementos vitales para una maduración gonadal eficaz y obtener un éxito en la fecundación.

13. BIBLIOGRAFÍA

- Abellán-Martínez, E. (2000). *Estudio del ciclo reproductor de la ostra *Ostrea edulis* L., 1758 del Mar Menor. Aspectos histológicos e influencia de los factores ambientales.* Obtenido de <https://digital.csic.es/handle/10261/313688?mode=full>
- Alvarado, C. (5 de Enero de 2017). *Factores ambientales y madurez sexual de un banco de ostras *Saccostrea palmula* (Carpenter, 1857) Mollusca, Bivalvia en bahía Culebra, Costa Rica.* Obtenido de <https://aquadocs.org/bitstream/handle/1834/15117/Alvarado.pdf?isAllowed=y&sequence=1>
- Arguello. (2016). *CENAIM.* Obtenido de Proyecto de cultivo de ostras en mar abierto:
http://www.cenaim.espol.edu.ec/sites/cenaim.espol.edu.ec/files/PROYECTO%20CULTIVO%20OSTRAS_0.pdf
- Becchi, M. (12 de 2011). *Generación y análisis de 29.745 etiquetas de secuencia expresada únicas de la ostra del Pacífico (*Crassostrea gigas*) reunidas en una base de datos de acceso público: GigasDatabase.* Obtenido de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21537946/>
- Beninger, C. K. (25 de Marzo de 2021). *Examen de la fecundidad de los bivalvos: viabilidad de los ovocitos revelada mediante tinción vital con rojo neutro.* Obtenido de <file:///C:/Users/Usuario/Downloads/beninger2021.en.es.pdf>
- Bonham, V. (10 de Diciembre de 2017). *Preparación de una suspensión de crecimiento.* Obtenido de https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.1079/cabicompndium.87296?utm_source=chatgpt.com

- Burbano, L. (2015). “*Propuesta técnica para el cultivo de ostras (crassostrea gigas) como método de diversificación de ingresos en zonas marino costeras.*”. Obtenido de <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/39432/2/T-100687.pdf>
- Cáceres, R. V. (2014). *Manual para el cultivo de moluscos bivalvos*. Obtenido de https://isamx.org/sitio/pdfs/Manual%20de_BPde_M_Version%20Digital_011014155613.pdf
- Cárdenas, A. E. (2011). *Evaluación del potencial reproducción de la ostra chilena (Ostrea chilensis Philippi 1845) proveniente de diferentes bancos naturales de la décima edición y su efecto en el crecimiento*. Obtenido de <file:///C:/Users/Usuario/Downloads/bpmfpm828e.pdf.crdownload.pdf>
- Cisneros. (16 de Agosto de 2017). ‘*Ostras: reproducción y cultivo*’, nuevo proyecto de la prefectura. Obtenido de <https://www.santaelena.gob.ec/index.php/noticias-boletines-varias/1095-ostras->
- Cobos, R. (2008). *Estado actual de la acuicultura de moluscos bivalvos en Ecuador*. Obtenido de <file:///C:/Users/Usuario/Downloads/146872.pdf>
- Corral, M. (2015). *Magallana gigas (ostra del Pacífico)*. Obtenido de https://invasions.si.edu/nemesis/species_summary/79868
- D’Armas, H. (22 de Marzo de 2015). Obtenido de Perfil lipídico de la ostra negra *Pteria colymbus* (Röding, 1798) proveniente de Punta Arena, estado Sucre, Venezuela: https://sga.unemi.edu.ec/media/evidenciasiv/2018/01/30/articulo_20181301390.pdf
- Earl-boyard. (1 de Enero de 2001). *Ciclo de cría de las ostras*. Obtenido de <https://www.huitre-boyard.com/es/ciclo-de-cria-de-las-ostras/>

- Escudeiro, A. (2020). *Crecimiento y reproducción*. Obtenido de <https://core.ac.uk/download/pdf/61504226.pdf>
- Escudero, M. A. (2015). Obtenido de Descripción del desarrollo gonadal de mesodesma donacium (Bivalvia: mesodesmatidae), durante el período 2006 – 2014, en el litoral Tacna: [file:///C:/Users/Usuario/Downloads/G%C3%A1vez%20Escudero,%20Marie%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Usuario/Downloads/G%C3%A1vez%20Escudero,%20Marie%20(1).pdf)
- Estrada, R. (2015). *Ediciones marinas*. Obtenido de Protocolos para la obtención de gametos en bivalvos." In Manual de Acuicultura. : <https://www.fao.org/4/y5720s/y5720s08.htm#TopOfPage>
- FAO. (2000). *Normativas del cultivo de ostras*. Obtenido de <https://repositoriobe.espe.edu.ec/server/api/core/bitstreams/f2b52316-9ce1-4c5d-9a42-fa91c8b662f5/content>
- FAO. (2010). *Acuicultura marina*. Obtenido de ostricultura: https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/revistas/pdf_REA%5CREA_1985_05_109_113.pdf
- FAO. (2011). *Ostreidae tropicales y subtropicales del Pacífico americano*. Obtenido de <https://bioone.org/journals/journal-of-shellfish-research/volume-39/issue-2/035.039.0202/Tropical-and-Subtropical-Ostreidae-of-the-American-Pacific--Taxonomy/10.2983/035.039.0202.full>
- FAO. (2019). *Crassostrea gigas*. Obtenido de https://www.fao.org/fishery/docs/DOCUMENT/aquaculture/CulturedSpecies/file/en/en_pacificcuppedoyster.htm
- FAO. (2020). *Biología básica de los bivalvos: taxonomía, anatomía y ciclo vital*. Obtenido de <https://www.fao.org/4/y5720s/y5720s05.htm#TopOfPage>
- FAO. (2020). *El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2020*. Obtenido de <https://openknowledge.fao.org/items/2e7f55e5-ea53-4f88-948a-6f8c1d42b8ec>

- FAO. (2020). *Pesca y acuicultura*. Obtenido de <https://www.fao.org/fishery/en/statistics/global-production/en>
- FAO. (2022). *Intensificación y expansión de la producción acuícola sostenible*. Obtenido de <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/ae439370-d5a7-4552-9968-46ab8dd13b58/content/sofia/2022/expanding-sustainable-aquaculture-production.html>
- FAQ. (2019). *Anatomía interna de la ostra del Pacífico*. Obtenido de <https://www.huertosmarinos.com/la-ostra>
- Francenaissain. (27 de Marzo de 2024). *Técnicas de Cultivo de Ostras*. Obtenido de <https://www.francenaissain.es/ostra-ese-bivalvo/tecnicas-de-cultivo-de-ostras>
- Fuentes, A. G. (2023). *¿Crassostrea gigas o Magallana gigas? Historia de una controversia científica*. Obtenido de <https://www.mispecies.com/reportajes/Crassostrea-gigas-o-Magallana-gigas-Historia-de-una-controversia-cientifica/>
- Gómez, G. (2012). *Crecimiento del ostión Crassostrea gigas*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/837/83723532006.pdf>
- Gómez, J. (2016). *Etapas para el cultivo de bivalvos*. Obtenido de https://www.invemar.org.co/redcostera1/invemar/docs/etapas_cultivo_bivalvos.pdf
- Gómez, M. (2019). *ostra gigante del Pacífico, ostra del Pacífico*. Obtenido de https://invasions.si.edu/nemesis/species_summary/79868
- Guadalupe Carmen, M. d. (febrero de 1995). *Desarrollo gonadal de Crassostrea gigas en bahía San Quintín, baja California, México*. Obtenido de <https://cicese.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1007/1928/1/58031.pdf>

- Gutierrez, C. (2018). *Ostra*. Obtenido de <https://www.ecured.cu/Ostra>
- Hall, L. (2016). *El aumento de las temperaturas combinado con la reducción de la salinidad afecta de manera diferencial el crecimiento y la mortalidad de las ostras por tamaño*. Obtenido de <https://pubs.usgs.gov/publication/70178868>
- Hebert, S. R. (Diciembre de 2007). (*Crassostrea gigas*). Obtenido de Guía para el cultivo de Ostra del Pacífico: https://www.jica.go.jp/Resource/project/elsalvador/2271029E1/materials/pdf/2007/2007_04.pdf
- Helm. (2004). *Cultivo de bivalvos en criadero*. Obtenido de <https://www.fao.org/4/y5720e/y5720e00.htm>
- Hernandez, V. (2007). *Guía para el cultivo de Ostra del Pacífico*. Obtenido de *Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), Centro de Desarrollo de la Pesca y Acuicultura (CENDEPESCA), El Salvador*. Obtenido de <https://www.jica.go.jp/Resource/project/elsalvador/2271029E1/materials/pdf/2>
- Howard, S. (1938). *Proceso histológico*. Obtenido de https://cibnor.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1001/277/1/gomez_m.pdf
- Humason. (1979). Obtenido de <https://inapesca.gob.mx/portal/documentos/publicaciones/cienciapesquera/CP23/3-Melendez-et-al.-2015-Ciencia-Pesquera>
- Humason. (1979). *Técnicas histológicas e histoquímicas*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/journal/449/44945722031/html/#B20>
- Ícaro, G. (2013). *Cultivo, biología reproductiva y bioquímica de la ostra japonesa Crassostrea gigas en la Ría de Arousa*. Obtenido de https://ruc.udc.es/dspace/bitstream/handle/2183/11709/GomesAntonio_Icaro_TD_2013.pdf

- Indacochea, L. V. (2020). *Desarrollo de un proceso de cultivo adaptado para cultivar la ostra del Pacífico*. Obtenido de <https://core.ac.uk/download/482390917.pdf>
- Iram, M. M. (21 de agosto de 2023). *scielo*. Obtenido de Biología reproductiva del ostión de roca *Striostrea prismática* en el sureste del Golfo de California.: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-90282022000300003&lang
- J Milano, H. D. (Junio de 2006). *scielo*. Obtenido de Perfil de ácidos grasos de *Crassostrea rhizophorae* proveniente de las lagunas de Chacopata y La Restinga (Venezuela), y el Pantano de Caroni (Trinidad y Tobago): https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-38802006000400011
- Jica. (2015). Obtenido de Producción artificial de semilla y cultivo de engorde de ostra japonesa: https://www.jica.go.jp/Resource/project/elsalvador/2271029E1/materials/pdf/2009/2009_1_2.pdf
- Jica. (2019). *Producción artificial de semilla y cultivo*. Obtenido de https://www.jica.go.jp/Resource/project/elsalvador/2271029E1/materials/pdf/2009/2009_1_2.pdf
- Lenz Thiago, B. G. (2011). *iclo reproductivo del ostión de manglar Crassostrea rhizophorae (Bivalvia: Ostreidae) en la Bahía de Camamu, Bahia, Brasil*. Obtenido de https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-77442011000100011
- Lizárraga, M. (2001). *FAO*. Obtenido de <https://www.fao.org/4/ac867s/AC867S08.htm>
- Lodeiros, C. (2000). *Identificación de factores que afectan el crecimiento y supervivencia de la vieira tropical Euvola (Pecten) ziczac en el Golfo de*

- Cariaco, Venezuela.* Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/256917523_Identification_of_factors_affecting_growth_and_survival_of_the_tropical_scallop_Euvola_Pecten_ziczac_in_the_Golfo_de_Cariaco_Venezuela
- Lombeida, P. (2001). *espol*. Obtenido de tecnicas para el cultivo de ostras: <http://www.cenaim.espol.edu.ec/sites/cenaim.espol.edu.ec/files/tecnicas%20para%20el%20cultivo%20de%20ostras.pdf>
- Malouf, B. y. (1986). *Determinación gonadal*. Obtenido de https://up-rid.up.ac.pa/4294/3/dario_cordoba.pdf
- Marshall, M. S. (19 de Junio de 2020). *Utilización del potencial reproductivo para evaluar la sostenibilidad de las poblaciones de ostras*. Obtenido de <https://www.usgs.gov/publications/using-reproductive-potential-assess-oyster-population-sustainability>
- Montoya-López, A. F. (20 de Abril de 2006). Obtenido de Descripción anatómica e histológica de las gónadas en Sabaleta (*Brycon henni*, Eigenmann 1913): http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0120-06902006000200011&script=sci_arttext
- Montufar, R. (marzo de 2013). *Análisis del impacto socioeconómico* . Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/4297/1/UPS-GT000378.pdf>
- Moreno, C. A. (2012). *Descripción histológica y caracterización de los estados de madurez gonadal de hembras de *Cryphiops caementarius* (Molina, 1782) (Decapoda: Palaemonidae)*. Obtenido de https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-560X2012000300015&script=sci_arttext
- Naciones Unidas. (2024). *Diagnóstico de la Cadena Productiva de la Maricultura en el Ecuador* . Obtenido de <https://www.vicepresidencia.gob.ec/wp-content/uploads/2015/07/Resumen-Cadena-de-Maricultura.pdf>

- Naissain, F. (06 de Julio de 2023). *Esquema del ciclo de la ostra*. Obtenido de <https://www.francenaisain.es/ostra-ese-bivalvo/el-ciclo-de-la-ostra>
- NEMESIS . (2018). *Nuevas proteínas de la matriz calcificante de la concha de la ostra del Pacífico Crassostrea gigas*. Obtenido de <https://invasions.si.edu/nemesis/>
- Ovies, F. (2021). *Las ostras. Los moluscos considerados mariscos*. Obtenido de <https://www.asturnatura.com/temarios/biologia/mariscos/moluscos-ostras>
- Paez, H. (18 de Noviembre de 2024). *Acuicultura de ostras: un futuro sostenible para la producción de productos del mar*. Obtenido de <https://globalseafoods.com/>
- Pérez, E. S. (2022). Obtenido de Influencia del suministro de Chaetoceros gracilis en relación con el índice gonadal en Magallana gigas en condiciones de laboratorio: <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/8858/1/UPSE-TBI-2022-0047.pdf>
- Polanco, E. (2018). *Repartición geográfica natural*. Obtenido de <https://www.fundame.org/cientificas/pdfs/ostricultura/capitulo2.pdf>
- Ponce, H. M. (2015). *repositorio upse*. Obtenido de “evaluación del crecimiento y la supervivencia de *Crassostrea gigas* (Thunberg, 1793), bajo condiciones de cultivo suspendido en mar abierto, en la comuna palmar, Santa Elena - Ecuador”: <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/2181/1/UPSE-TBM-2015-025.pdf>
- Producción. (2022). *Decreto-Ejecutivo*. Obtenido de <https://www.produccion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2022/03/Decreto-Ejecutivo-No.-362-Reglamento-General-a-la-Ley-Organica-para-el-Desarrollo-de-la-Acuicultura-y-Pesca.pdf>
- Ramírez, L. (2020). *CENDEPESCA*. Obtenido de Evaluación del crecimiento y sobrevivencia en cultivos de ostra japonesa:

<https://docs.bvsalud.org/biblioref/2021/05/1223443/11-lau-crecimiento-y-sobrevivencia-ostra-japonesa.pdf>

Rinaldis, P. S. (13 de junio de 2024). *Navegando en un mar de microplásticos: cómo responde la ostra cóncava del Pacífico (Magallana gigas) a la contaminación por microplásticos en lagunas*. Obtenido de <https://www.mdpi.com/2305-6304/12/6/429>

Rodríguez, D. (2018). *ESPOL*. Obtenido de Moluscos Bivalvos: http://www.cenaim.espol.edu.ec/moluscos_bivalvos2020

Rodríguez-Jaramillo, C. H.-V. (2008). Desarrollo gametogénico y variaciones estacionales en el contenido de lípidos del ostión del Pacífico *Crassostrea gigas* (Thunberg) en Bahía Falsa, Baja California Sur, México. *Revista de investigación de mariscos*, 27 (2), 385-392.

Rosignoli, A. E. (2006). *Crecimiento y reproducción de la ostra rizada, Crassostrea gigas*. Obtenido de <https://core.ac.uk/download/pdf/61504226.pdf>

Shumway, S. (2017). *Selección, ingestión y absorción de partículas en bivalvos filtradores*. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/223286799_Particle_selection_ingestion_and_absorption_in_filter-feeding_bivalves

Sonesson, A. (2021). Causas y efectos de una invasión marina de gran éxito: estudio de caso de la ostra del Pacífico introducida *Crassostrea gigas* en estuarios del noroeste de Europa continental. *Ciencias Agrícolas y Biológicas*.

Thunberg. (Diciembre de 1793). *Crassostrea gigas*. Obtenido de marine species: <https://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=140656>

Treviño, V. F. (Enero de 2019). *Efecto de la densidad de cultivo de la ostra del Pacífico, Crassostrea gigas, en engorde final en Bahía de Caráquez (provincia de Manabí, Ecuador)*. Obtenido de [341276205_Efecto_de_la_densidad_de_cultivo_de_la_ostra_del_Pacifico](https://www.mdpi.com/2305-6304/12/6/429)

_Crassostrea_gigas_en_engorde_final_en_Bahia_de_Caraquez_provincia_de_Manabi_Ecuador

Turcios, R. (2018). *Guía para el cultivo de Ostra del Pacífico*. Obtenido de https://www.jica.go.jp/Resource/project/elsalvador/2271029E1/materials/pdf/2007/2007_04.pdf

Velasco, V. A. (1828). *Reproducción artificial de la ostra del mangle Crassostrea rhizophorae GUILDING, 1828 en el caribe colombiano*. Obtenido de [file:///C:/Users/Usuario/Downloads/Dialnet-ReproduccionArtificialDeLaOstraDelMangleCrassostre-3794122%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Usuario/Downloads/Dialnet-ReproduccionArtificialDeLaOstraDelMangleCrassostre-3794122%20(1).pdf)

Villaroel, E. E. (1 de Febrero de 2004). *Identificación de factores ambientales que afectan al crecimiento y la supervivencia de Crassostrea rhizophorae (Mollusca: Bivalvia)*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/959/95911219005.pdf>

Villón, A. (2023). *Repositorio*. Obtenido de <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/10120/1/UPSE-TBI-2023-0088.pdf>

Villón, A. D. (2023). *Evaluación del crecimiento, condiciones de supervivencia y parámetros ambientales de magallana gigas (ostra del pacífico) puerto de Chanduy*. Obtenido de <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/10120/1/UPSE-TBI-2023-0088.pdf>

Vite, M. N. (Julio de 2005). *cibnor*. Obtenido de https://cibnor.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1001/357/1/vite_m.pdf

ANEXOS

Anexo 1. Obtención y aclimatación de ostras (Magallana gigas)



Anexo 2. Toma de mediciones tanto como tallas y peso

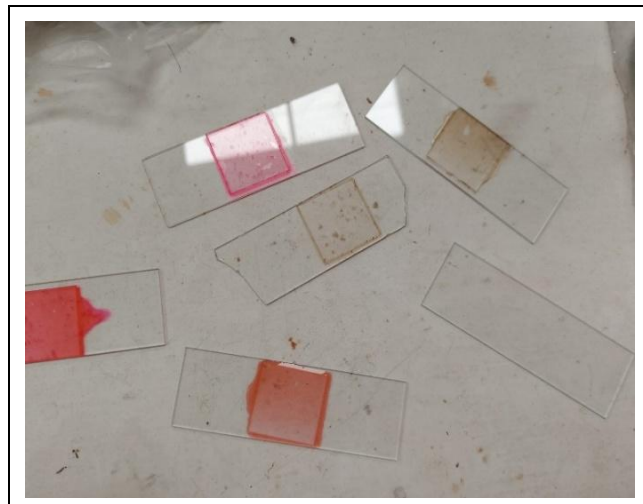


Nota. Las tallas correspondientes que se tomaron fue la longitud, ancho y alto.

Anexo 3. *Dissección de ostras y observación macroscópica y microscópica*



Anexo 4. *Tinción hematoxilina y eosina (H&E)*



Nota. Se utilizó respectivas tinciones para analizar mejor las células en las gónadas.

Anexo 5. *Proceso de desove para la fecundidad*



Anexo 6. *Visita del tutor de tesis para observar el cumplimiento del proyecto.*



Anexo 7. Análisis de perfil lipídico semana 1 ostra grande

Informe: 25-030024-M001

Datos del Cliente

Nombre:	JAIMÉ CHOEZ ZULLY MABELL	Teléfono:	0994201696
Dirección:	ANCÓN - URBANIZACIÓN FÉNIX		

Identificación de la muestra suministrada por el cliente

Nombre:	Ostras	Código muestra del laboratorio:	25-030024-M001
Marca comercial:	N/A	Lote:	N/A
Normativa de Referencia (opcional):	N/A	Fecha elaboración:	2025-03-01
Envase:	N/A	Fecha expiración:	N/A
Conservación de la muestra:	Refrigeración 0°C - 4 °C	Fecha recepción en el laboratorio:	2025-03-04
Fecha análisis del laboratorio:	2025-03-04 / 2025-03-13	Lugar de realización de los ensayos en el laboratorio:	LABORATORIO EDIFICIO 3K
Contenido neto declarado:	N/A		
Presentaciones:	N/A		
Cond. climáticas del ensayo en el laboratorio:	Temperatura 22.5 °C ± 2.5 °C y Humedad Relativa 55% ± 15%		

Análisis Físico - Químicos

Ensayos realizados	Unidad	Resultado	Requisitos	Métodos/Ref.
Grasa *	%	1.46	...	AOAC 960.39 *
Ácidos grasos insaturados *	%	0.81	...	AOAC 996.06 · AOAC 963.22 *
Ácidos grasos monoinsaturados *	%	0.19	...	AOAC 996.06 · AOAC 963.22 *
Ácidos grasos poliinsaturados *	%	0.62	...	AOAC 996.06 · AOAC 963.22 *
Ácidos grasos saturados *	%	0.72	...	AOAC 996.06 · AOAC 963.22 *
Ácidos grasos trans *	%	0.00	...	AOAC 996.06 · AOAC 963.22 *

Anexo 8. Análisis de perfil lipídico semana 1 ostra pequeña



R01-PG23-PO02-7.8

Informe: 25-03/0024-M002

Datos del Cliente

Nombre:	JAIME CHOEZ ZULLY MABELL	Teléfono:	0994201696
Dirección:	ANCÓN - URBANIZACIÓN FÉNIX		

Identificación de la muestra suministrada por el cliente

Nombre:	Ostras	Código muestra del laboratorio:	25-03/0024-M002
Marca comercial:	N/A	Lote:	N/A
Normativa de Referencia (opcional):	N/A	Fecha elaboración:	2025-03-01
Envase:	N/A	Fecha expiración:	N/A
Conservación de la muestra:	Refrigeración 0°C - 4 °C	Fecha recepción en el laboratorio:	2025-03-04
Fecha análisis del laboratorio:	2025-03-04 / 2025-03-13	Lugar de realización de los ensayos en el laboratorio:	LABORATORIO EDIFICIO 3K
Contenido neto declarado:	N/A		
Presentaciones:	N/A		
Cond. climáticas del ensayo en el laboratorio:	Temperatura 22.5 °C ± 2.5 °C y Humedad Relativa 55% ± 15%		

Análisis Físico - Químicos

Ensayos realizados	Unidad	Resultado	Requisitos	Métodos/Ref.
Grasa *	%	1.44	...	AOAC 960.39 *
Ácidos grasos insaturados *	%	0.72	...	AOAC 996.06 - AOAC 963.22 *
Ácidos grasos monoinsaturados *	%	0.13	...	AOAC 996.06 - AOAC 963.22 *
Ácidos grasos poliinsaturados *	%	0.59	...	AOAC 996.06 - AOAC 963.22 *
Ácidos grasos saturados *	%	0.65	...	AOAC 996.06 - AOAC 963.22 *
Ácidos grasos trans *	%	0.00	...	AOAC 996.06 - AOAC 963.22 *

Vigente desde 2025-04-07

REV. 06

1 de 3

receplab@espol.edu.ec - protalcomercial@espol.edu.ec - coprotal@espol.edu.ec
Guayaquil - Ecuador
Campus Gustavo Galindo Velasco • Km 30.5 Vía Perimetral - Pbx: (593-4) 2269 733

www.espol.edu.ec

Anexo 9. Análisis de perfil lipídico semana 4 ostra grande

Informe: 25-03/0024-M003

Datos del Cliente

Nombre:	JAIME CHOEZ ZULLY MABELL	Teléfono:	0994201696
Dirección:	ANCÓN - URBANIZACIÓN FÉNIX		

Identificación de la muestra suministrada por el cliente

Nombre:	Ostras	Código muestra del laboratorio:	25-030024-M003
Marca comercial:	N/A	Lote:	N/A
Normativa de Referencia (opcional):	N/A	Fecha elaboración:	2025-03-17
Envase:	N/A	Fecha expiración:	N/A
Conservación de la muestra:	Refrigeración 0°C - 4 °C	Fecha recepción en el laboratorio:	2025-03-19
Fecha análisis del laboratorio:	2025-03-19 / 2025-03-28	Lugar de realización de los ensayos en el laboratorio:	LABORATORIO EDIFICIO 3K
Contenido neto declarado:	N/A		
Presentaciones:	N/A		
Cond. climáticas del ensayo en el laboratorio:	Temperatura 22.5 °C ± 2.5 °C y Humedad Relativa 55% ± 15%		

Análisis Físico - Químicos

Ensayos realizados	Unidad	Resultado	Requisitos	Métodos/Ref.
Grasa *	%	1.50	---	AOAC 960.39 *
Ácidos grasos insaturados *	%	0.92	---	AOAC 996.06 - AOAC 963.22 *
Ácidos grasos monoinsaturados *	%	0.26	---	AOAC 996.06 - AOAC 963.22 *
Ácidos grasos poliinsaturados *	%	0.81	---	AOAC 996.06 - AOAC 963.22 *
Ácidos grasos saturados *	%	0.75	---	AOAC 996.06 - AOAC 963.22 *
Ácidos grasos trans *	%	0.00	---	AOAC 996.06 - AOAC 963.22 *

Anexo 10. Análisis de perfil lipídico semana 4 ostra pequeña

Informe: 25-03/0024-M004

Datos del Cliente

Nombre:	JAME CHOEZ ZULLY MABELL	Teléfono:	0994201696
Dirección:	ANCÓN - URBANIZACIÓN FÉNIX		

Identificación de la muestra suministrada por el cliente

Nombre:	Ostras	Código muestra del laboratorio:	25-03/0024-M004
Marca comercial:	N/A	Lote:	N/A
Normativa de Referencia (opcional):	N/A	Fecha elaboración:	2025-03-17
Envase:	N/A	Fecha expiración:	N/A
Conservación de la muestra:	Refrigeración 0°C - 4 °C	Fecha recepción en el laboratorio:	2025-06-19
Fecha análisis del laboratorio:	2025-03-19 / 2025-03-28	Lugar de realización de los ensayos en el laboratorio:	LABORATORIO EDIFICIO 3K
Contenido neto declarado:	N/A		
Presentaciones:	N/A		
Cond. climáticas del ensayo en el laboratorio:	Temperatura 22.5 °C ± 2.5 °C y Humedad Relativa 55% ± 15%		

Análisis Físico - Químicos

Ensayos realizados	Unidad	Resultado	Requisitos	Métodos/Ref.
Grasa *	%	1.50	--	AOAC 960.39 *
Ácidos grasos insaturados *	%	0.79	--	AOAC 996.06 - AOAC 983.22 *
Ácidos grasos monoinsaturados *	%	0.20	--	AOAC 996.06 - AOAC 983.22 *
Ácidos grasos poliinsaturados *	%	0.66	--	AOAC 996.06 - AOAC 983.22 *
Ácidos grasos saturados *	%	0.71	--	AOAC 996.06 - AOAC 983.22 *
Ácidos grasos trans *	%	0.00	--	AOAC 996.06 - AOAC 983.22 *

Anexo 11. Análisis de perfil lipídico semana 8 ostra grande

Informe: 25-04/0024-M005

Datos del Cliente

Nombre:	JAME CHOEZ ZULLY MABELL	Teléfono:	0994201696
Dirección:	ANCÓN - URBANIZACIÓN FÉNIX		

Identificación de la muestra suministrada por el cliente

Nombre:	Ostras	Código muestra del laboratorio:	25-04/0024-M005
Marca comercial:	N/A	Lote:	N/A
Normativa de Referencia (opcional):	N/A	Fecha elaboración:	2025-04-05
Envase:	N/A	Fecha expiración:	N/A
Conservación de la muestra:	Refrigeración 0°C - 4 °C	Fecha recepción en el laboratorio:	2025-04-08
Fecha análisis del laboratorio:	2025-04-08 / 2025-04-15	Lugar de realización de los ensayos en el laboratorio:	LABORATORIO EDIFICIO 3K
Contenido neto declarado:	N/A		
Presentaciones:	N/A		
Cond. climáticas del ensayo en el laboratorio:	Temperatura 22.5 °C ± 2.5 °C y Humedad Relativa 55% ± 15%		

Análisis Físico - Químicos

Ensayos realizados	Unidad	Resultado	Requisitos	Métodos/Ref.
Grasa *	%	1.90	---	AOAC 960.39 *
Ácidos grasos insaturados *	%	1.00	---	AOAC 996.06 - AOAC 963.22 *
Ácidos grasos monoinsaturados *	%	0.32	---	AOAC 996.06 - AOAC 963.22 *
Ácidos grasos poliinsaturados *	%	0.94	---	AOAC 996.06 - AOAC 963.22 *
Ácidos grasos saturados *	%	0.87	---	AOAC 996.06 - AOAC 963.22 *
Ácidos grasos trans *	%	0.00	---	AOAC 996.06 - AOAC 963.22 *

Anexo 12. Análisis de perfil lipídico semana 8 ostra pequeña

Informe: 25-04/0024-M006

Datos del Cliente

Nombre:	JAIMÉ CHOEZ ZULLY MABELL	Teléfono:	0994201696
Dirección:	ANCÓN - URBANIZACIÓN FÉNIX		

Identificación de la muestra suministrada por el cliente

Nombre:	Ostras	Código muestra del laboratorio:	25-04/0024-M006
Marca comercial:	N/A	Lote:	N/A
Normativa de Referencia (opcional):	N/A	Fecha elaboración:	2025-04-05
Envase:	N/A	Fecha expiración:	N/A
Conservación de la muestra:	Refrigeración 0°C - 4 °C	Fecha recepción en el laboratorio:	2025-04-08
Fecha análisis del laboratorio:	2025-04-08 / 2025-04-15	Lugar de realización de los ensayos en el laboratorio:	LABORATORIO EDIFICIO 3K
Contenido neto declarado:	N/A		
Presentaciones:	N/A		
Cond. climáticas del ensayo en el laboratorio:	Temperatura 22.5 °C ± 2.5 °C y Humedad Relativa 55% ± 15%		

Análisis Físico - Químicos

Ensayos realizados	Unidad	Resultado	Requisitos	Métodos/Ref.
Grasa *	%	1.55	--	AOAC 960.39 *
Ácidos grasos insaturados *	%	0.82	--	AOAC 996.06 - AOAC 963.22 *
Ácidos grasos monoinsaturados *	%	0.28	--	AOAC 996.06 - AOAC 963.22 *
Ácidos grasos poliinsaturados *	%	0.70	--	AOAC 996.06 - AOAC 963.22 *
Ácidos grasos saturados *	%	0.79	--	AOAC 996.06 - AOAC 963.22 *
Ácidos grasos trans *	%	0.00	--	AOAC 996.06 - AOAC 963.22 *

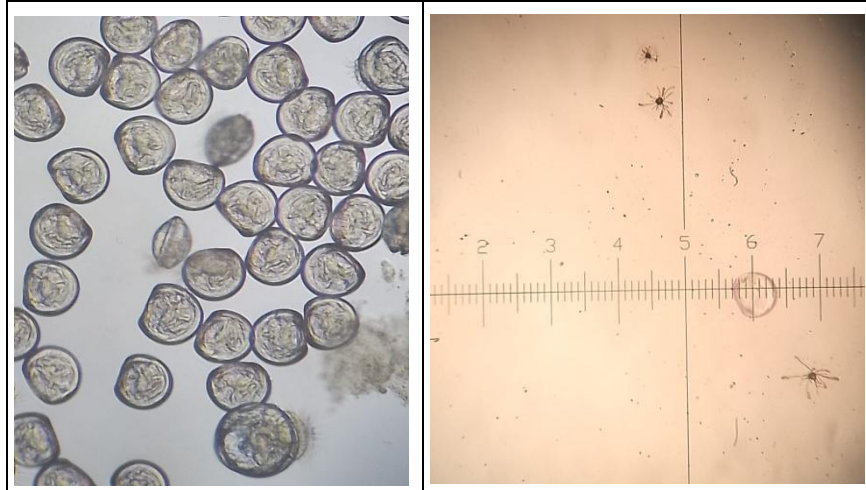
Anexo 13. *Instalaciones del laboratorio el Real y del laboratorio de la Universidad (UPSE)*



Anexo 14. *Toma de muestras para observar el proceso de fecundación*



Anexo 15. Huevos fecundados a larva D y mide 6 milímetros



Anexo 16. Tabulación de datos generales (Excel)

Talla grande					Talla pequeña				
N° de ostras	Peso (g)	Longitud	Altura	Ancho	N° de ostras	Peso (g)	Longitud	Altura	Ancho
1	33	3.8	8	2.5	1	19	2.4	6	1.8
2	35	4	8	3	2	21	3	6	1.3
3	41	3.2	8	2.5	3	21	2	6	1.7
4	42	3.2	8.2	2.8	4	22	2	6.4	1.3
5	42	4	8	2.3	5	22	2.4	6	2.1
6	42	3.2	8	3	6	22	2.7	6	2.2
7	43	3.1	8	2.6	7	23	2.6	6	2.1
8	44	3.2	8	2.8	8	23	2.5	6.3	2
9	44	3.6	8	2.7	9	23	2.3	6	2
10	44	3.5	8.1	2.3	10	23	3	6	2.3
11	45	3.2	8	3	11	24	2.5	6	2.3
12	45	3.5	8	2.5	12	24	2.5	6	2
13	47	3.5	8	3	13	24	2.5	6	2
14	47	3.5	8	2.7	14	25	2.5	6.1	1.8
15	47	3.4	8	3	15	26	2.7	6	2.3
16	47	3.2	8	2.8	16	26	2.6	7	2
17	47	3.6	8	2.5	17	27	2.2	6	1.8
18	48	3.7	8	2.5	18	28	2.5	6	2.3
19	48	3.3	8	2.6	19	28	2.5	6	2.3
20	48	3.5	8	2.8	20	28	2.3	6	2.5
21	49	3.9	8	2.7	21	28	3	6.3	2.6
22	49	3.4	8	2.9	22	29	2.7	6	1.9
23	49	3.6	8.2	2.2	23	29	2.5	6	2.1
24	49	3.3	8	2.6	24	29	2.6	6	2
25	49	3.2	8	2.5	25	29	3.2	6.1	2
26	50	3.4	8	2.3	26	29	2.5	6.3	2
27	50	3.9	8	2.5	27	30	2.9	6	2.5
28	50	3.2	8	2.5	28	30	3	6	2
29	51	4.8	8	3	29	30	3.4	6.3	2.5
30	51	3.7	8	2.4	30	30	2.8	6	2
31	51	3.4	8	3	31	30	2.6	6.1	2.3
32	51	3.8	8	2.6	32	30	2.6	6.5	2
33	52	3.9	8	3	33	30	3	6	2.3

34	52	3.7	8	2.7	34	31	3.2	6.4	2.2
35	52	3.4	8	2.9	35	31	3	6.3	2.2
36	53	3.9	8	2.7	36	31	2.7	6.5	2
37	53	4.5	8	3.1	37	31	2.5	6	2.5
38	53	3.9	8	2.9	38	31	3	6	2.3
39	54	4	8	3	39	31	3	6.5	2.5
40	54	4	8	2.4	40	31	2.8	6	2
41	54	3.5	8	2.9	41	31	2.9	6.2	2.6
42	55	3.5	8	3	42	32	3	6	2.4
43	56	3.6	8	3.1	43	32	3	6	2.6
44	57	3.9	8	3.3	44	33	2.7	6.7	2.7
45	57	3.7	8	3.2	45	33	2.6	6	2.3
46	57	3.8	8	3	46	33	3	6	2.7
47	59	4	8	2.6	47	33	2.4	6	2.6
48	59	4.1	8	2.9	48	34	2.9	6	2.8
49	59	4	8	2.7	49	34	2.5	7	2
50	60	4	8	3.3	50	34	2.7	6	2
51	60	4	8.2	2.8	51	34	3.1	6.2	2.4
52	60	3.8	8	2.7	52	35	2.8	6.5	2.5
53	60	4.5	8	2.5	53	35	2.8	6.1	2.7
54	60	4.1	8	2.5	54	35	3	6	2.5
55	61	3.8	8	3	55	36	3.1	6.2	2.1
56	62	3.6	8	3.3	56	36	3.1	6	2.3
57	62	4.1	8	3	57	36	3	6	2.3
58	64	3.9	8	3	58	36	3.1	6	2.5
59	64	4	8	3.1	59	37	2.5	6	2
60	65	4	8	3.4	60	38	2.8	6	2.6
61	65	4.1	8	2.7	61	38	3.6	6	2.8
62	65	4.3	8.2	3.2	62	38	2	6.1	2.3
63	66	4.1	8	3.4	63	38	3	6	2.5
64	67	4	8	3.3	64	38	2.9	6.4	2.3
65	67	4.2	8	2.9	65	38	2.9	6	2.7
66	67	3.7	8	3	66	39	2.9	6.1	2.7
67	67	3.8	8	3	67	39	2.1	6	2.2
68	68	4.6	8	3	68	39	2.5	7	2.4
69	70	3.8	8	3.2	69	39	3.2	6	2.8

Anexo 17. Prueba de normalidad entre la talla de ostra grande y pequeña

Prueba de Normalidad		
	6-7cm	8-9cm
N	35	40
Shapiro-Wilk W	0,6663	0,7598
p(normal)	1,16E-07	1,09E-06
Los datos no son normales debido a que el valor de p menor a 0.05 Se debe realizar una prueba no paramétrica como Krukall-Wallis		

Anexo 18. Prueba de Kruskal-Wallis, donde indica que hay mucha diferencia entre las tallas por la cantidad de ovocitos de las ostras

Kruskal-Wallis test for equal medians		
H (chi2):	4,81E+01	Indica que hay mucha diferencia
Hc (tie corrected):	48,09	Como este valor es similar al anterior significa que el análisis es estable y se confirma las diferencias
p (same):	4,07E-12	El valor es muy menor a 0.05 por lo que las probabilidades de que las diferencias se deban al azar es prácticamente nula.

Anexo 19. La prueba de Mann-Whitney pairwise, diferencias altamente significativas

Mann-Whitney pairwise		
	6-7cm	8-9cm
6-7cm		4,22E-12
8-9cm	4,22E-12	

Diferencias altamente significativas.



**Facultad de
Ciencias del Mar**
Biología Marina

JDA -063-2025
5 de noviembre del 2025

Ingeniero
Jimmy Villón M.Sc
Director de Carrera de la Escuela de Biología
En su despacho. -

De mi consideración,

Por medio de la presente, envío a usted un cordial y sincero saludo, deseándole los mayores éxitos en el ejercicio de sus importantes funciones.

Quien suscribe, Blga. Jodie Darquea Arteaga, M.Sc., en mi calidad de tutora del estudiante de la carrera de Biología, Zully Mabell Jaime Choez, con cédula de identidad N° 2450391442, con el tema de Trabajo de Titulación "*MADURACIÓN Y FECUNDIDAD DE LA OSTRAS DEL PACÍFICO Magallana gigas EN CONDICIONES CONTROLADAS DE LABORATORIO EN LA COMUNA EL REAL, CHANDUY*"

El estudiante ha cumplido satisfactoriamente con todas las observaciones y las tutorías correspondientes.

Agradezco de antemano la atención a la presente y quedo a su disposición para cualquier información adicional que se requiera.

Particular que comunico para los fines pertinentes.

Atentamente,



Blga. Jodie J. Darquea Arteaga M.Sc

Docente - Titular UPSE

TESIS OSTRAS-ZULLY JAIME COPIAA - 12 nov 14h55



Nombre del documento: TESIS OSTRAS-ZULLY JAIME COPIAA - 12 nov 14h55.docx
 ID del documento: 72a802f4df8fc2ff9ab13cc0f2687cb51dc3c2e
 Tamaño del documento original: 11,6 MB

Depositante: JODIE JESSICA DARQUEA ARTEAGA
 Fecha de depósito: 12/11/2025
 Tipo de carga: interface
 fecha de finde análisis: 12/11/2025

Número de palabras: 16.302
 Número de caracteres: 102.789

Ubicación de las similitudes en el documento:



Fuentes principales detectadas

Nº	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	repositorio.upse.edu.ec https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/8858/1/UPSE-TB-2022-0047.pdf	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (63 palabras)
2	www.huertosmarinos.com La Ostra Huertos Marinos https://www.huertosmarinos.com/la-ostra	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (66 palabras)
3	es.dreamstime.com Santa Elena Ecuador, Diagrama De Ubicación Descripto Stoc... https://es.dreamstime.com/santa-elena-ecuador-diagrama-de-ubicacion-descripto-provincia-q...	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (23 palabras)

Fuentes con similitudes fortuitas

Nº	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	repositorio.lamolina.edu.pe http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/20500.12996/3096/3/treviño-zambrano-luis-ma...	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (20 palabras)
2	www.todopedia.online Criterios de maduración, Evaluación del desarrollo gon... https://www.todopedia.online/criterio-s-maduradon-evaluadon-del-desarrollo-gonadal-891	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (12 palabras)
3	agrotendencia.tv La ostra: conoce su técnica de cultivo y beneficios https://agrotendencia.tv/agropedia/ao:ic:ultura/cultivo-de-la-ostra/	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (10 palabras)

Fuentes ignoradas Estas fuentes han sido retiradas del cálculo del porcentaje de similitud por el propietario del documento.

Nº	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	TESIS DE OSTRAS-ZULLY JAIME 10 nov.docx TESIS DE OSTRAS-ZULLY JA... #541363 Vene de de mi biblioteca	79%		Palabras idénticas: 79% (12.935 palabras)
2	TESIS DE OSTRAS-ZULLY JAIME 9 de noviembre.docx TESIS DE OSTRAS... #89146 Vene de de mi biblioteca	74%		Palabras idénticas: 74% (12.229 palabras)
3	avance de la tesis (6)Edit JD 15 junio past to antiplagio.docx avance d... #613897 Vene de de mi biblioteca	33%		Palabras idénticas: 33% (5.149 palabras)