UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA PESQUERA

INFLUENCIA DE DIETAS A BASE DE MICROALGAS RICAS EN PUFA SOBRE LA MADURACIÓN GONADAL DE *Magallana gigas* EN CONDICIONES CONTROLADAS - ILO, 2024.

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. Milagros Andrea Cornejo Nuñez

ASESORES:

Dr. Walter Merma Cruz

Mg. Sheyla Amanda Zevallos Feria

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO PESQUERO

ILO - PERÚ

2025

UNAM
UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA

ESCUELA PROFESIONAL DE
INGENIERÍA PESQUERA

Folio Nº 0051

ACTA DE SUSTENTACIÓN

I. Modalidad:

Tesis	:	X
Trabajo de Suficiencia Profesional	:	
Otro:	:	

II. Documento de aprobación para la sustentación:

RESOLUCIÓN DE FACULTAD N°170-2025-D-FACIA-UNAM

Fecha: 20/08/2025

II. El jurado ha dictaminado la (el) TESIS, TITULADO:

INFLUENCIA DE DIETAS A BASE DE MICROALGAS RICAS EN DUFA SOBRE LA MADURACIÓN GONADAL DE Magallana gigas EN CONDICIONES CONTROLADAS - ILO - 2024

Bachiller: MILAGROS ANDREA CORNEJO NUÑEZ

Asesor Principal: DR. WALTER MERMA CRUZ

Co-Asesor: .....

V. Se dictamina:

Como: APROBADO por UNANIMIDAD la sustentación de manera:

Presencial [X] Virtual [ ]

Con nota: DIECISEIS (16) por lo que; Sí [X] No [ ]

Opta el Título Profesional de INGENIERO PESQUERO.

Siendo las 15.55 horas, del 21 de agosto del año 2025 se procede con la firma en conformidad de lo dictaminado por el Jurado.

Mg. Ulma Amalia Vilca Cáceres.
Presidente

Alejandro Gonzales Vargas
Primer Miembro

Elvis Pareja G.
Segundo Miembro

Milagros Andrea Cornejo Nuñez
Bachiller

UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA PESQUERA

INFLUENCIA DE DIETAS A BASE DE MICROALGAS RICAS EN PUFA SOBRE LA MADURACIÓN GONADAL DE *Magallana gigas* EN CONDICIONES CONTROLADAS - ILO, 2024.

Tesis sustentada y aprobada el jueves 21 de agosto de 2025; estando de jurado calificador y asesores integrado por:

Presidente : ……

Mg. Vilma Amalia Vilca Cáceres

Primer miembro : ……

MSc. Alejandro Marcelo Gonzales Vargas

Segundo miembro : ……

Mg. Elvis Alberto Pareja Granda

Asesor : ……

Dr. Walter Merma Cruz

Asesora : ……

Mg. Sheyla Amanda Zeballos Feria

DEDICATORIA

A mi madre Maribel, mi primer pilar y la persona que creyó en mí incluso cuando yo dudaba. Su amor y su inquebrantable fe fueron el motor que me impulsó en cada paso de este camino. Este logro es, en gran parte, tuyo.

A toda mi familia, por ser mi mayor fuente de motivación. Gracias por su apoyo incondicional, por su paciencia y por haberme acompañado en este largo proceso. Esta tesis no es solo un trabajo, es un testimonio de su amor y apoyo.

AGRADECIMIENTOS

A mi madre, por su amor incondicional, este logro es, en gran parte, tuyo. A mi familia y amigos, que estuvieron pendientes y me acompañó en cada paso de este camino. Su apoyo incondicional lo fue todo para mí.

A la Magister Sheyla Zevallos Feria, mi más sincero agradecimiento. Más que una asesora, es una mentora que creyó en este proyecto y en mi capacidad. Gracias por su paciencia, por la confianza que me dio y por guiarme con su conocimiento en cada etapa de esta tesis.

Al equipo de IMARPE-ILO, por abrirme las puertas de su institución. Un agradecimiento especial a Jazmín, Leo, Ing. Roger, Henry, y a todos los que, con su ayuda y sus consejos me ayudaron a que los desafíos se conviertan en aprendizaje. Su apoyo fue fundamental para el éxito de esta investigación.

RESUMEN

Esta investigación tuvo como propósito examinar el efecto de dietas a base de microalgas ricas en ácidos grasos poliinsaturados (PUFA) sobre la maduración gonadal de *Magallana gigas* en ambientes controlados. Se emplearon tres tratamientos dietéticos formulados con diferentes proporciones de *Isochrysis galbana, Chaetoceros gracilis* y *Phaeodactylum tricornutum*. El estudio tuvo una duración total de 45 días, desde el acondicionamiento hasta la evaluación larvaria. Los resultados evidenciaron que el tratamiento 2 (68% de It y 32% de Ch*)*, presentó mayores concentraciones de DHA y EPA en las gónadas, incluyendo un porcentaje más elevado de hembras y machos en fase de madurez (III). En relación al tratamiento 1 (50% de It y 50% de Ch*)* y el tratamiento 3 (42% de It + 48% de Ph + 10% de nanoencapsulado*)*, donde el tratamiento 1 mostró mayor crecimiento larvario, mientras que el tratamiento 3 demostró ser el más eficaz para la viabilidad de la progenie, ya que obtuvo la mayor tasa de fertilización y supervivencia larvaria. Se concluye que el suministro de dietas enriquecidas con PUFA, es importante para mejorar el proceso reproductivo y la viabilidad larvaria de *Magallana gigas*, siendo el Tratamiento 3 es el más prometedor para optimizar la producción, al mejorar la fertilización y la supervivencia de las larvas, aportando información relevante para optimizar el acondicionamiento reproductivo en condiciones controladas.

Palabras clave: *Magallana gigas*, acondicionamiento reproductivo, PUFA, madurez gonadal, viabilidad larval.

ABSTRACT

The purpose of this study was to examine the effect of microalgae-based diets rich in polyunsaturated fatty acids (PUFAs) on gonadal maturation in *Magallana gigas* in controlled environments. Three dietary treatments were used, formulated with different proportions of *Isochrysis galbana, Chaetoceros gracilis, and Phaeodactylum tricornutum*. The study lasted a total of 45 days, from conditioning to larval evaluation. The results showed that treatment 2 (68% It and 32% Ch) presented higher concentrations of DHA and EPA in the gonads, including a higher percentage of females and males in the maturity phase (III). In relation to treatment 1 (50% It and 50% Ch) and treatment 3 (42% It + 48% Ph + 10% nanoencapsulated), where treatment 1 showed greater larval growth, while treatment 3 proved to be the most effective for the viability of the offspring, since it obtained the highest fertilization rate and larval survival. It is concluded that the provision of diets enriched with PUFA is important to improve the reproductive process and larval viability of *Magallana gigas*, with Treatment 3 being the most promising to optimize production, by improving fertilization and larval survival, providing relevant information to optimize reproductive conditioning under controlled conditions.

Keywords: *Magallana gigas*, reproductive conditioning, PUFA, gonadal maturity, larval viability.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN 1
CAPÍTULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN 3
1.1 DESCRIPCIÓN Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA 3
1.1.1 Interrogante general 4
1.1.2 Interrogante específica 4
1.2 OBJETIVOS 5
1.2.1 Objetivos generales 5
1.2.2 Objetivos específicos 5
1.3 JUSTIFICACIÓN 5
1.4 HIPÓTESIS 6
1.4.1 Hipótesis general 6
1.4.2 Hipótesis específicos 7
1.5 OPERACIONAL DE VARIABLES 8
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO 9
2.1 ANTECEDENTES DEL ESTUDIO 9
2.1.1 Internacional 9
2.1.2 Nacional 10
2.2 BASES TEÓRICAS O CIENTÍFICAS 12
2.2.1 *Magallana gigas* "Ostras del Pacifico" 12
2.2.1.1 Generalidades. 12
2.2.1.2 Clasificación taxonómica 12
2.2.1.3 Anatomía 13
2.2.1.4 Ecología, distribución y hábitat 16
2.2.1.5 Ciclo de vida 18
2.2.1.6 Dieta 20
2.2.1.7 Producción de *Magallana gigas* 20
2.2.1.8 Biología reproductiva 21
2.2.2 Determinación de maduración gonadal 22
2.2.2.1 Análisis histológico 25
2.2.3 Inducción en condiciones controladas. 26
2.2.3.1 Variación de temperatura 27
2.2.3.2 Presencia de gametos 27
2.2.3.3 Estímulos usando sustancias químicas 27

2.2.3.4 Otros estímulos empleados.....27
2.2.4 Restauración de las gónadas entre las puestas......27
2.2.5 Alimento natural.....28
2.2.5.1 *Isochrysis galbana*.....29
2.2.5.2 *Chaetoceros gracilis*.....30
2.2.5.3. *Phaeodactylum tricornutum*.....31
2.2.6 Nanoencapsulados.....32
2.2.6.1. En la industria pesquera y acuícola.....33
2.3 DEFINICION DE TERMINOS.....34
2.3.1 Maduración gonadal.....34
2.3.2 Espermatogénesis.....34
2.3.3 Ovogénesis.....35
2.3.4 PUFA.....35
2.3.5 Ambiente controlado.....35
2.3.6 DHA (Ácido docosahexaenoico):.....35
2.3.7 EPA (Ácido eicosapentaenoico):.....35
2.3.8 ARA (Ácido araquidónico):.....36
2.3.9 *Isochrysis galbana*: It.....36
2.3.10 *Chaetoceros gracilis*: Ch.....36
2.3.11 *Phaeodactylum tricornutum*: Ph.....36
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA.....37
3.1 TIPO Y NIVEL DE LA INVESTIGACIÓN.....37
3.1.1. Tipo de la Investigación.....37
3.1.2. Nivel de la Investigación.....37
3.2 ÁMBITO TEMPORAL Y ESPACIAL.....37
3.2.1. Ámbito temporal.....37
3.2.2. Ámbito espacial.....38
3.3 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....38
3.3.1 Diseño experimental.....39
3.4 POBLACIÓN Y MUESTRA.....39
3.4.1. Población.....39
3.4.1. Muestra.....40
3.5 TÉCNICA E INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....40
3.5.1. Diseño Experimental.....40
3.6 MÉTODO Y TÉCNICA PARA LA PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS.....41

3.6.1 Determinación del perfil bioquímico 41
3.6.2. *Magallana gigas* acondicionados con dietas de alto contenido de PUFA 43
3.6.2.1. Proceso de obtención de reproductores 43
3.6.2.2. Toma de medidas morfológicas 44
3.6.2.3. Descripción del sistema de acondicionamiento de reproductores. 45
3.6.2.3. Acondicionamiento de reproductores de ostra *Magallana gigas*. 45
3.6.2.4. Manejo del cultivo de reproductores de ostra *Magallana gigas*. 46
3.6.3. Análisis del estadio de madurez gonadal 47
3.6.4. Inducción al desove (técnica stripping) 48
3.6.4.1. Evaluación de viabilidad 49
3.6.5. Análisis del estadio de madurez gonadal 50
3.6.6. Análisis bioquímico de la gónada 51
3.6.7. Fertilización 52
3.6.7.1. Tasa de fertilización 52
3.6.8. Tasa de supervivencia y de crecimiento 53
3.6.8.1. Tasa de crecimiento 53
3.6.8.2. Tasa de supervivencia 53
3.8. Parámetros ambientales 54
3.9. ANÁLISIS ESTADÍSTICO 54
CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN 55
4.1. RESULTADOS 55
4.1.1. Perfil bioquímico de las dietas formuladas 55
4.1.1.1. Determinación del perfil bioquímico de las microalgas 55
4.1.1.2. Determinación del perfil bioquímico de la gónada 56
4.1.2. Determinación de la madurez gonadal 57
4.1.3. Calidad de ovocitos 60
4.1.4. Tasa de fertilización 63
4.1.5. Viabilidad de las larvas veliger, en función al crecimiento y supervivencia larvaria. 64
4.2. DISCUSIÓN 68
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES 73
CAPÍTULO VI: RECOMENDACIONES 74
CAPÍTULO VII: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 75
CAPÍTULO VIII: ANEXOS 91

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 01. Estructura externa de *Magallana. gigas* 14

Figura 02 Partes de la anatomía interna de *Magallana. gigas* 15

Figura 03. Estructura interna de *Magallana. gigas* 15

Figura 04. Ciclo vital de *Magallana. gigas* 19

Figura 05. Tamaño de las ostras *Magallana gigas* 19

Figura 06. Distribución mundial del cultivo de *Magallana gigas.* 20

Figura 07. Factores que afectan la maduración gonadal de *Magallana gigas.* 20

Figura 08. *Isochrysis galbana* 30

Figura 09. *Chaetoceros gracilis* 31

Figura 10. *Phaeodactylum tricornutum* 32

Figura 11. Usos tecnológicos en los sistemas acuícolas 43

Figura 12. Diseño experimental 39

Figura 13. Muestras de microalgas (Ch, Ph y It) 42

Figura 14. Muestras a centrífuga 42

Figura 15 Toma de medidas morfológicas 44

Figura 16. Sistema de acondicionamiento 45

Figura 17. Cultivo de los reproductores 46

Figura 18. Proceso del análisis de estadio gonadal 47

Figura 19. Proceso de la técnica del stripping 49

Figura 20. Medida de ovocitos 50

Figura 21. Huevos fecundados 52

Figura 22. Distribución relativa de los niveles de madurez gonadal en hembras y machos pertenecientes al tratamiento 1. 58

Figura 23. Distribución relativa de los niveles de madurez gonadal en hembras y machos pertenecientes al Tratamiento 2. 59

Figura 24. Distribución relativa de los niveles de madurez gonadal en hembras y machos pertenecientes al Tratamiento 3. 60

Figura 25. Densidad de ovocitos 1ml 61

Figura 26. Medida de diámetro de ovocitos según el tratamiento 62

Figura 27. Longitud promedio (µm) de larvas D. 65

Figura 28. Curva de supervivencia larvaria. 66

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 01. Esquema de operacionalización de las variables de estudio 8

Tabla 02. Especies 13

Tabla 03. Rangos de tolerancia de factores ambientales de *Magallana gigas.* 17

Tabla 04. Estadios de desarrollo gonadal en ostras hembra 23

Tabla 05. Estadios de desarrollo gonadal en ostras macho 24

Tabla 06. Aspectos histológicos que permiten identificar los niveles de maduración gonadal. 26

Tabla 07. Ácidos grasos en la *Isochrysis galbana.* 29

Tabla 08. Ácidos grasos en los *chaetoceros gracilis.* 30

Tabla 09. Composición de ácidos grasos poliinsaturados (µg/mL) de microalgas. 55

Tabla 10. Composición de PUFA µg. mL-1 de las gónadas de hembras y machos acondicionados con el tratamiento 1. 56

Tabla 11. Composición de PUFA µg. mL-1 de las gónadas de hembras y machos acondicionados con el tratamiento 2. 57

Tabla 12. Composición de PUFA µg. mL-1 de las gónadas de los machos acondicionados con el tratamiento 3. 57

Tabla 13. ANOVA de 1 vía de la densidad de ovocitos por tratamiento. 61

Tabla 14. ANOVA de 1 vía del diámetro de los ovocitos por tratamiento 63

Tabla 15. Pruebas post hoc del diámetro de ovocitos por tratamiento 63

Tabla 16. Datos para la tasa de fertilización según el tratamiento. 64

Tabla 17. ANOVA de 1 vía de longitud promedio de larvas D por tratamiento. 65

Tabla 18. ANOVA de 1 vía de la densidad de larvas D por tratamiento. 67

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 01.Registro de parámetros ambientales 91

Anexo 02. Registro de parámetros ambientales (Temperatura) 92

Anexo 03. Análisis bioquímico de las muestras de *Chaetoceros gracilis* 93

Anexo 04. Análisis bioquímico de las muestras de *Phaeodactylum tricornutum* 94

Anexo 05. Análisis bioquímico de las muestras *Isochrysis galbana* 95

Anexo 06. Fotografías del análisis histológico 96

Anexo 07. Fotografías de los ovocitos 99

Anexo 08. Fotografías de la medida de ovocitos 100

Anexo 09. Cuadros estadísticos de la densidad de ovocitos 101

Anexo 10. Cuadros estadísticos de la longitud de ovocitos 102

Anexo 11. Cuadros estadísticos de la densidad de las larvas 103

Anexo 12. Cuadros estadísticos de la densidad de las larvas 104

INTRODUCCIÓN

La producción acuícola mundial continúa aumentando, como lo indican los últimos La producción acuícola mundial ha mostrado un crecimiento sostenido, tal como lo reflejan los últimos informes de la FAO (2024). A nivel global en el año 2022, la industria acuícola ha alcanzado un récord de 130,9 millones de toneladas, generando una relevancia económica de 313 mil millones de dólares. Donde los productos acuáticos de origen animal más comercializados corresponden a peces, crustáceos, moluscos, entre otros organismos invertebrados acuáticos. Este panorama evidencia una tendencia expansiva en la producción acuícola, consolidando su papel como fuente importante de alimentación a escala global

La acuicultura en el Perú, ha predominado el cultivo de concha de abanico, aunque el país cuenta con un gran potencial para la diversificación de especies de alto valor comercial que aún no han sido explotadas en sistemas de cultivo. Un ejemplo de este potencial es *Magallana gigas* (ostra del Pacífico), un bivalvo de gran valor comercial, que se sitúa como la tercera especie más producida en la acuicultura marina global. (Lovatelli et al., 2008). Esta especie se destaca no solo por su relevancia económica, sino también por su valor nutricional, siendo una fuente rica en ácidos grasos esenciales, lo que ha incrementado su popularidad en los mercados internacionales (Lovatelli et al., 2008).

Dada su alta relevancia, es crucial asegurar una producción constante de progenie de *Magallana gigas*, donde el éxito reproductivo y el crecimiento se encuentran directamente relacionados con su ingesta nutricional y la calidad del alimento (Gómez Robles, M. E. 2013). En un entorno natural, la disponibilidad de alimento tiene un rol fundamental en el proceso de maduración gonadal, observándose que, en periodos de abundancia alimentaria, las hembras tienden a dominar en la proporción sexual, mientras que la escasez de alimento favorece la

preponderancia de los machos (FAO, 2025). Por tanto, la composición y disponibilidad de microalgas tiene un impacto importante en el desarrollo gonadal y los patrones de desove de estos bivalvos (Abbas, A. S. A., et al., 2018). En particular, los ácidos grasos esenciales, especialmente los poliinsaturados (PUFA), han demostrado mejorar la gametogénesis y la calidad de las larvas.

Esta investigación tuvo como finalidad evaluar el efecto de diferentes dietas usando microalgas ricas en PUFA sobre la maduración sexual de *Magallana gigas* en condiciones de laboratorio. La investigación se realizó entre octubre y diciembre de 2024, buscando correlacionar el tipo de alimento suministrado con el grado de madurez gonadal alcanzado. Los resultados proporcionarán información valiosa para el manejo eficiente de reproductores en ambientes controlados, optimizando las condiciones nutricionales para mejorar la reproducción y la producción acuícola de esta especie.

CAPÍTULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 DESCRIPCIÓN Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

El interés científico por el desarrollo de cultivos en cautiverio ha crecido significativamente a nivel mundial, movido por la necesidad de asegurar una producción constante de juveniles de alta calidad y supervivencia a través del manejo óptimo de reproductores. Los moluscos bivalvos marinos, como ostras, almejas, mejillones y pectínidos, constituyen el tercer grupo más productivo en la acuicultura mundial (15,6%), debido a su elevado valor comercial y alto contenido proteico (FAO, 2024).

A pesar de su relevancia económica, la información técnica sobre el manejo reproductivo de estos organismos en zonas templadas y frías es limitada. Gran parte de las investigaciones y desarrollos tecnológicos se ha centrado en áreas cálidas, donde las condiciones naturales favorecen un crecimiento más rápido y una menor mortalidad en las ostras (Espinosa, 2021). Esto ha resultado en la ausencia de manuales específicos para el manejo del ciclo reproductivo de esta especie en climas más fríos, limitando el conocimiento sobre cómo optimizar su reproducción en estas zonas.

Entre los desafíos más importantes para la reproducción natural de *Magallana gigas* destaca la limitada disponibilidad de alimento, factor esencial que condiciona su maduración gonadal (Utting y Millican, 1997). Se ha demostrado que una mayor cantidad y calidad de alimento, especialmente microalgas ricas en ácidos grasos poliinsaturados (PUFA), promueve una mejor calidad de los ovocitos y optimiza el proceso de gametogénesis (Llera, 2008; Samain et al., 1992). Esto, a su vez, asegura una mayor viabilidad en la producción de juveniles, factor fundamental para una producción sostenible.

Ante la creciente demanda internacional de *Magallana gigas*, en los últimos años se ha recurrido al establecimiento de cultivos en ambientes controlados. Este enfoque busca suplir las necesidades comerciales, asegurando una producción constante y de calidad, mitigando los obstáculos que presenta la reproducción natural de esta especie, como la variabilidad en la disponibilidad de alimento en su entorno natural, lo cual puede afectar negativamente su crecimiento y desarrollo, reduciendo su tamaño, peso y en consecuencia su valor comercial. Estudios recientes han demostrado que las dietas formuladas con microalgas ricas en PUFA pueden satisfacer los requerimientos nutricionales de *Magallana gigas*, favoreciendo su maduración gonadal y la producción de gametos de alta calidad (Gonzales-Araya et al., 2012). Este manejo nutricional es esencial para que los reproductores alcancen el estadio III de maduración, momento esencial para inducir la fecundación artificial y obtener juveniles viables.

Ante este panorama, se requirió la formulación de una dieta específica, enriquecida con microalgas que presentan una elevada proporción de ácidos grasos poliinsaturados, esencial para favorecer la madurez gonadal de la especie en un entorno controlado. Esto aseguraría la obtención de gametos de alta calidad, permitiendo una producción sostenible de juveniles y consolidando el cultivo comercial de esta especie, con un impacto positivo a nivel global.

1.1.1 Interrogante general

¿Cómo influye el régimen de alimentación en base a dietas de microalgas ricas en PUFA en la maduración gonadal de *Magallana gigas* en condiciones controladas - Ilo, 2024?

1.1.2 Interrogante específica

- ¿Cuál será el perfil bioquímico de las dietas formuladas para el acondicionamiento de reproductores de *Magallana gigas* en condiciones de laboratorio?
- ¿Cuál sería el porcentaje de ostras en estadios de madurez gonadal de *Magallana gigas* acondicionados con dietas de alto contenido de PUFA?

- ¿Cuál será la viabilidad larvaria veliger procedentes de reproductores acondicionados con dietas de alto contenido de PUFA, en función al crecimiento y supervivencia larvaria?

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivos generales

Evaluar la influencia de tres dietas a base de microalgas ricas en PUFA sobre la maduración gonadal de *Magallana gigas* bajo condiciones controladas - Ilo, 2024.

1.2.2 Objetivos específicos

- Determinar el perfil bioquímico de las dietas formuladas para el acondicionamiento de reproductores de *Magallana gigas* en condiciones de laboratorio.
- Comparar los estadios de madurez gonadal de *Magallana gigas* acondicionados con dietas de alto contenido de PUFA.
- Evaluar la viabilidad larvaria veliger procedentes de reproductores acondicionados con dietas de alto contenido de PUFA, en función al crecimiento y supervivencia larvaria.

1.3 JUSTIFICACIÓN

La demanda creciente de proteínas derivadas de fuentes acuáticas para el año 2032, estimada en alrededor de 205 millones de toneladas (FAO, 2024), plantea un desafío global. En este contexto, los moluscos bivalvos como ostras y almejas, cuya demanda sigue en aumento, ejercerán una función importante en el abastecimiento alimentario sostenible a largo plazo. El cultivo de *Magallana gigas* se perfila como una solución prometedora para contribuir a este objetivo, dado que el crecimiento poblacional mundial y la sobreexplotación pesquera están afectando negativamente las poblaciones naturales de muchas especies marinas. Esto subraya la importancia de desarrollar prácticas acuícolas que promuevan la sostenibilidad y el

aprovechamiento de nuevas especies con alto potencial comercial en la producción acuícola (FAO, 2024).

Para que el cultivo de moluscos bivalvos sea viable, es fundamental garantizar la producción de progenie de alta calidad. La obtención de ostras sexualmente maduras depende, en gran medida, de un manejo eficiente de los reproductores, especialmente en el acondicionamiento bajo condiciones controladas. Sin embargo, en el Perú existe una limitada base de información técnica sobre el manejo reproductivo de *Magallana gigas*, lo que restringe el desarrollo de su cultivo a gran escala. Por lo tanto, resulta esencial generar nuevas tecnologías que optimicen la maduración gonadal de estos reproductores mediante el uso de dietas específicas y controladas, que incluyan microalgas abundantes en ácidos grasos poliinsaturados (PUFA), para asegurar el éxito reproductivo y una producción constante de juveniles.

Esta investigación busco desarrollar técnicas que favorezcan la maduración gonadal en condiciones controladas, proporcionando información valiosa para fortalecer la acuicultura nacional mediante un enfoque sostenible y productivo del cultivo de *Magallana gigas*, buscando sentar las bases para un cultivo comercial, sostenible y rentable, capaz de abastecer mercados a nivel nacional como internacional. Asimismo, el presente estudio tiene el potencial de ser replicado en otras especies bivalvas de interés comercial, sirviendo como modelo para futuras investigaciones orientadas al mejoramiento reproductivo en condiciones controladas

1.4 HIPÓTESIS

1.4.1 Hipótesis general

El régimen de alimentación en base a tres diferentes dietas de microalgas con alto contenido de PUFA influye favorablemente sobre la maduración gonadal de *Magallana gigas* bajo condiciones controladas en la región de Moquegua durante el 2024.

1.4.2 Hipótesis específicos

- El perfil bioquímico de las dietas formuladas para el acondicionamiento de reproductores de *Magallana gigas* en condiciones de laboratorio presenta alto contenido de PUFA
- Los reproductores de *Magallana gigas* acondicionados con dietas de alto contenido de PUFA alcanzan estadios de madurez gonadal.
- Las dietas con alto contenido de PUFA influyen favorablemente sobre la calidad y viabilidad de gametos de reproductores de *Magallana gigas*.

1.5 OPERACIONAL DE VARIABLES

Tabla 01.

Esquema de operacionalización de las variables de estudio

Variables	Desarrollo Conceptual	Desarrollo operacional	Dimensión	Indicadores
I. Independiente Dietas a base de microalgas con alto contenido de PUFA.	Mezclas de microalgas (organismos unicelulares) de alto contenido de ácidos grasos poliinsaturados (EPA, DHA, ARA).	Dietas proporcionadas que permitirán un mayor crecimiento y sobrevivencia de los organismos (Webb y Chu, 1982; Fidalgo et al., 1998; Martínez et al., 2000).	Mezclas de microalgas	*50% de Isochrysis galbana y 50% de Chaetoceros gracilis* *68% de Isochrysis galbana y 32% de Chaetoceros gracilis* *42% de Isochrysis galbana, 48% de Phaeodactylum tricornutum y nanoencapsulados.*
II. Dependiente Maduración gonadal	Proceso mediante el cual las gónadas (órganos sexuales) de un organismo se desarrollan y alcanzan la capacidad de producir gametos (células sexuales	Se busca obtener el mayor número de individuos con maduración gonadal en etapa 3.	Análisis histológico Tasa de viabilidad larvaria (%)	Utilizando la infiltración en parafina descrita por Humason (1979), comparándolo usando una tabla de estadios gonadales. Mediante la identificación en el estereoscopio, identificación visual.

Nota. Se muestra la operacionalización de variables en cuanto a: definición conceptual, operacional, dimensiones e indicadores.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES DEL ESTUDIO

2.1.1 Internacional

Campaña Luna, AD (2024), en su investigación titulada "EVALUACIÓN DEL CRECIMIENTO DE OSTRAS DEL PACÍFICO (*Magallana gigas*, THUNBERG, 1793) EN EL CULTIVO EXPERIMENTAL DEL SECTOR ZURRONES PEDERNALES", busco evaluar el crecimiento y la viabilidad del cultivo de la ostra del Pacífico en la playa Zurrones, el cual consistió en dos ciclos de cultivo de seis meses cada uno, durante los cuales se tomaron mediciones mensuales de parámetros ambientales y de crecimiento, mostrando un crecimiento promedio mensual de 1 cm y una mortalidad del 19.96% en el primer ciclo, mientras que en el segundo ciclo el crecimiento fue de 1.16 cm, pero con una mortalidad más alta del 42.19% debido a factores como el estrés térmico. Concluyéndose que el sector es adecuado para el cultivo, pero se deben considerar las variaciones de temperatura que afectan la supervivencia.

Vignier, J., Adams, S., y Lovatelli, A. (2024), presento un manual práctico titulado "Producción de alevines de ostra del Pacífico triploide (*Crassostrea gigas*)", donde se buscó implementar una guía detallada para los criaderos de ostras, explicando un procedimiento paso a paso para la inducción de la triploidía mediante un método químico optimizado, mediante el tratamiento de huevos fertilizados con 6-dimetilaminopurina (6-DMAP) para inhibir la extrusión del segundo corpúsculo polar, logrando así la triploidía. Los resultados demostraron las ventajas del cultivo de las ostras triploide debido a su crecimiento más rápido, un sabor superior y la capacidad de mantener una calidad comercial constante durante todo el año, por otro lado,

también se señala que la supervivencia y la resistencia a enfermedades pueden variar en ciertos entornos.

PALOMARES, S. V., & Chávez, C. G. P. (2023), desarrollo una investigación titulada "Efecto de la calidad del agua, el sistema CO2-carbonatos y *Polydora sp.* en el acondicionamiento reproductivo del ostión japonés (*Magallana gigas)* en un sistema de recirculación acuícola", en el cual se buscó evaluar el efecto de la calidad del agua, el sistema CO2-carbonatos y *Polydora sp*. en el acondicionamiento reproductivo de la *Magallana gigas* en un SRA en la etapa de preacondicionamiento y maduración sexual, utilizando para el primero una temperatura de 12°C por 45 días y para el segundo temperaturas de 18, 20 y 24°C por 70 días, donde se determinó que el uso de *Polydora sp* afecta negativamente al ciclo reproductivo generando estrés en los organismos evaluados.

Pérez, O., & Samanta, E. (2022), en el trabajo titulado "Influencia del suministro de *Chaetoceros gracilis* en relación con el índice gonadal en *M. gigas* en condiciones de laboratorio en la Comuna El Real, Chanduy-Santa Elena, mayo a agosto del 2022", se determinó el índice gonadal estimado aplicando la técnica propuesta por Meléndez-Galicia, se les suministro diversas concentraciones de *Chaetoceros gracilis,* donde gracias al porcentaje de supervivencia, la cual fue de 13-15% de la densidad alta, se determinó que para la obtención de la maduración gonadal la alimentaciones en concentraciones altas fue un factor importante influyendo a su vez en la calidad larvaria.

2.1.2 Nacional

Robles, J., Ramírez, B. & Guevara Torres, M. (2025), en su artículo "Reproducción y larvicultura de la concha pata de burro *Larkinia grandis* (Broderip & G. B. Sowerby, 1829) en condiciones de laboratorio. Tumbes, Perú, busco evaluar el potencial reproductor, determinar una técnica de inducción de desove, obtener gametos viables y realizar pruebas de larvicultura

para conseguir semilla en un ambiente controlado, para ello se utilizó la inducción al desove mediante una combinación de desecación y choque térmico, obteniendo como resultado el 47,4% de los reproductores respondieron al estímulo, lográndose un 65,7% de óvulos fecundados. El cultivo larvario duró 16 días, obteniendo larvas pediveliger de 264,5±48,4µm. Estos resultados validan la reproducción controlada de la especie para desarrollar actividades acuícolas o de repoblamiento.

Tito, L., et al. (2024), en el artículo titulado "Escala de madurez gonadal macroscópica de *Anadara tuberculosa* (Sowerby, 1833) validada histológicamente", busco elaborar una escala de madurez gonadal macroscópica con una base histológica para esta especie, con la finalidad de proponer medidas para un manejo pesquero sostenible. La investigación se basó en el análisis de 858 ejemplares de *A. tuberculosa*, obteniendo como resultado seis fases de madurez gonadal para hembras y machos, diferenciando la fase virginal de la de reposo, lo que permite distinguir entre individuos que nunca se han reproducido y aquellos que sí.

ROBLES, Johnny, et al. (2022), en el artículo titulado "Crecimiento y supervivencia en la etapa de engorde de *Striostrea prismatica* (Gray, 1825) ostra nativa en sistema de cultivo suspendido, Tumbes, Perú, febrero 2019-julio 2020", busco determinar las tasas de crecimiento, supervivencia y rendimiento de esta ostra nativa, para ello se utilizó un cultivo suspendido con 1,600 semillas de ostra durante 518 días, donde se tuvo como resultado promedios de longitud de 82.6 mm, con una tasa de supervivencia del 56.0%, concluyéndose así que las condiciones oceanográficas fueron favorables para el crecimiento de la especie.

Robles, J., et al. (2020), en su investigación titulada "REPRODUCCIÓN Y CULTIVO DE OSTRA NATIVA *Striostrea prismatica* (Gray, 1825). TUMBES, PERÚ", donde se busca determinar una técnica para inducir el desove capaz de producir gametos viables a fin de obtener progenie en un ambiente controlado (laboratorio), siendo sometidos a estímulos físicos y

mecánicos como el shock térmico y estímulos de desecación obteniendo una producción masiva de progenie siendo la supervivencia de esta de un 98,4%.

2.2 BASES TEÓRICAS O CIENTÍFICAS

2.2.1 Magallana gigas "Ostras del Pacifico"

2.2.1.1 Generalidades.

El ostión del Pacifico pertenece a la familia de Ostreidae, (Rafinesqui, 1815), Salvi et al. (2014) realizó un trabajo en donde se evaluó la relación filogenética y taxonómica entre dos diferentes géneros de esta misma familia, donde se determinó en base a la divergencia genética que el género *Crassostrea* pertenecían a las especies Asiáticas del Indo-Pacífico, por otro lado el género *Magallana* pertenecería a las especies Americanas del Océano Atlántico, siendo como consecuencia el cambio del nombre científico *Magallana gigas* anteriormente denominado *Crassostrea gigas.*

2.2.1.2 Clasificación taxonómica

La *Magallana gigas*, se clasifica taxonómicamente como se evidencia a continuación descrito por Hayward, et al., 1998:

Filo: Mollusca

Clase: Bivalvia

Subclase: Pteriomorphia

Orden: Pterioida

Familia: Ostreidae

Género: Crassostrea

Especie: Magallana gigas (Thunberg, 1793)

Tabla 02.

Especies

Especie	Nombre	Distribución
	Ostras Planas	
Ostrea edulis	Ostra plana o nativa	Europa
Ostrea lurida	Ostra olimpia	Desde Alaska a California
	Ostras Cóncavas	
Crassostrea angulata	Ostra Portuguesa	Europa
Crassostrea virginica	Ostra americana o del Este	Atlántica (costa)
Crassostrea gigas	Ostra del Pacifico o japonesa	Australia
	Ostras Perliferas	
Pinctada martensii	Ostra japonesa	Japón
Pinctada emarginatta	Ostra Margarita	Venezuela

Nota. Se muestra las diferentes especies de ostras, su nombre vulgar y procedencia. Adaptado de Iversen (1982).

2.2.1.3 Anatomía

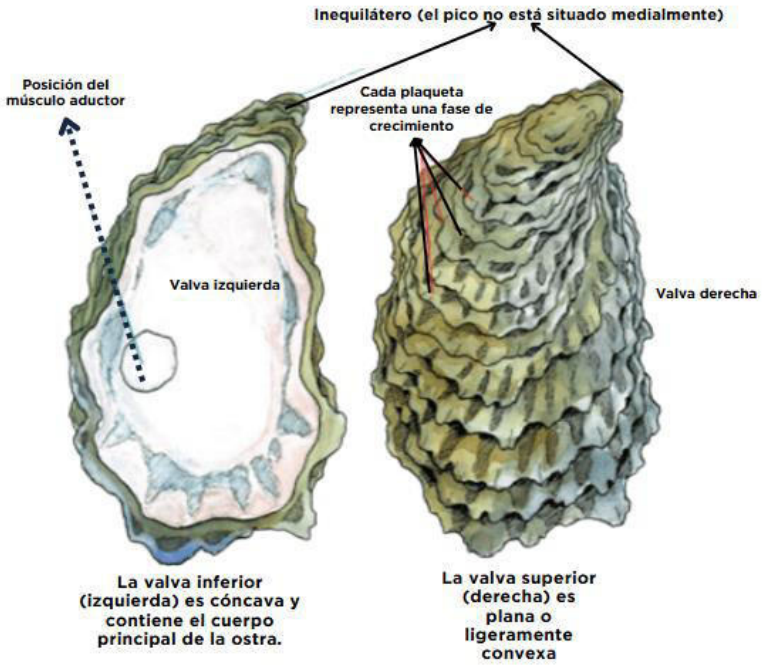
Magallana gigas es un molusco bivalvo que puede llegar a alcanzar una longitud total de hasta 30 cm, es de color blanca con vetas marrones (Matus, 2004), presenta una concha la cual se caracteriza por presentar una contextura más larga que ancha, además de estar formado por variedad de costillas radiales gruesas, las cuales se encuentran en las valvas que le da a la ostra una forma rugosa, dichas valvas son convexas, con un umbo enrollado en la valva izquierda (rasgo característico), estas estructuras están compuestas por carbonato cálcico junto con una base orgánica (Addadi et al., 2006).

En las valvas encontramos la charnela, la cual presenta una forma ondulada (ostra adulta) en forma de dientes (Ruiz, 1992). Las contracciones que mantienen las valvas de la ostra cerradas

son producto por unas fibras encontradas en el único músculo abductor, el cual se encuentra en el margen posterior de las valvas de una coloración morada intensa (Addadi et al., 2006).

Figura 01

Anatomía externa de Magallana. gigas



Nota. En la imagen se evidencia la anatomía externa de *Magallana gigas.*

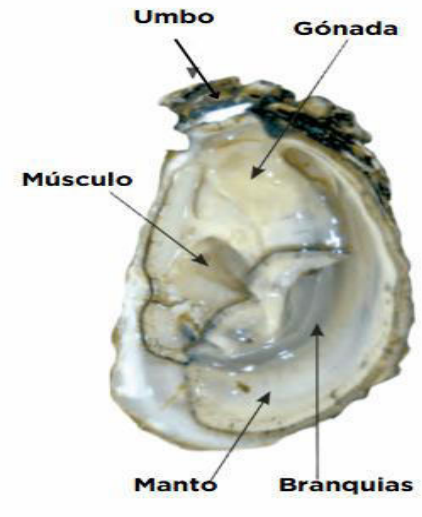
En la parte interna se encuentra el manto, formado por paleales, siendo una fina lámina de tejido secretor, fijada en la región anterodorsal del cuerpo de la ostra, envolviendo todo su cuerpo (Grassé, et al. 1976), dichos paleales forman una cámara interna debido a la compresión de los lóbulos que se encuentran protegiendo los órganos de la ostra que cumplen funciones alimenticias y reproductivas, siendo de más importancia ya que por dicho conducto desembocan los conducto excretor es, la masa visceral y los genitales (Rossignoli, AE, 2006).

Encontramos también una cámara promial, situada entre la región del músculo aductor y la zona de la charnela, la cual según Galtsoff (1964) es esencial para la identificación del género de la familia Ostreidae; si es el género Crassostrea presentará cámara promial, por lo contrario si es el género Ostrea no presentará cámara promial, así mismo cumple un rol importante en la

descarga del agua, la cual pasa por las branquias de la especie (Quayle & Newkirk, 1989; Mitchell, et al. 2000) siendo expulsada del mismo modo pseudoheces, las cuales son generadas por la ostra para su adaptación en medios con alta turbidez. En la Figura 02 y 03 se puede observar la anatomía interna de *Magallana gigas.*

Figura 02

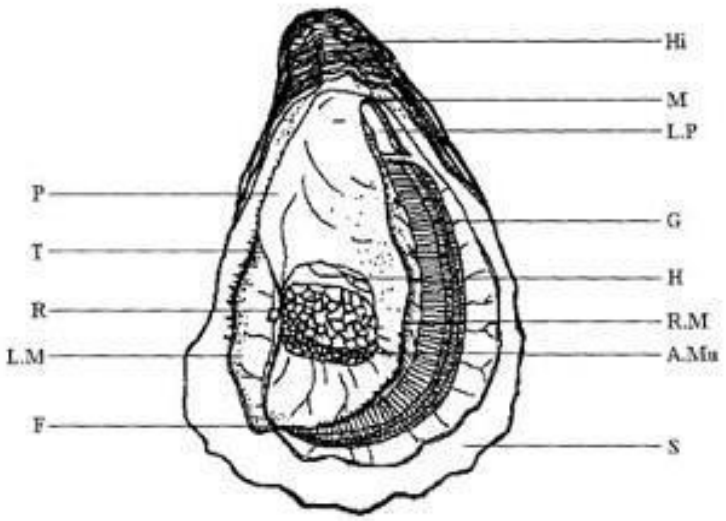
Partes de la anatomía interna de Magallana. gigas



Nota. En la imagen se visualizan las partes de la anatomía interna que se pueden visualizar a simple vista al abrirlo.

Figura 03

Estructura interna de Magallana. gigas



Nota. En la imagen se evidencia la anatomía interna de *Magallana gigas.* Músculo abductor (A,Mu); Zonas lobuladas del manto donde se ubican las branquias (F); corazón (H); Ligamento (Hi); Palpos labiales (L.P); Boca (M); Cámara promial (P); Recto (R); Concha (S); Tentáculos (T) y ambas caras del manto: el izquierdo (L.M); Branquias (G) y el derecho (R.M). (Mitchell et al.,2000)

Su aparato digestivo se compone de: boca, esófago, estomago, intestino y ano, siendo su fuente de alimento las microalgas que filtra del agua, las cuales pasan por el esófago hacia el estómago siendo triturados y disueltos por el estilete cristalino, luego de este proceso se eliminan a través del ano (Eble y Scro, 1996) Su sistema nervioso presenta 2 ganglios cerebro-pleurales, 2 viscerales y 2 pediales, su corazón se encuentra cubierto por el pericardio, teniendo dos aurículas y un ventrículo.

2.2.1.4 Ecología, distribución y hábitat

- **Distribución y hábitat**

Magallana gigas se encuentra actualmente distribuida por diferentes partes del mundo, Japón, China y Korea, como también a lo largo de la costa del Pacífico, abarcando desde Alaska hasta California, según lo documentado por Shafee y Sabatie (1986) y Steele y Mulcahy (1999), también se encuentran por Costa Rica y Nueva Zelanda, en Perú y Chile (Escapa, et al. 2004), en Brasil y Argentina (Escapa, et al. 2004) y con registros en Australia, de acuerdo con Mitchell y et al. (2000) Así mismo se menciona su presencia en Italia, Francia, España, Inglaterra, etc. (Ruiz, et al. 1992), en profundidades entre 0.5 m hasta máximo de 40 m, siendo también descubiertas en fondos lodosos o arenosos (Zarain y Villalobos, 2012; Chávez-Villalba, 2014).

- **Ecología**

Magallana gigas, es una especie reconocida por su capacidad para adaptarse a diversos parámetros ambientales en el agua (temperatura y salinidad) (Chávez-Villalva, 2014). Las tolerancias a las condiciones ambientales que presenta la ostra son tan diferentes conforme la ubicación de esta, que fue necesario la recopilación de toda información de los rangos de tolerancia independientemente del lugar de origen.

Según Mitchell (2000), la fertilización se da cuando las temperaturas oscilan entre 15 - 30 ºC, por otro lado, Imai (1980), menciona que para el desarrollo larvario es necesario que el rango de temperatura se encuentre entre 19 -27ºC, pero el rango óptimo se encuentra entre 21 y 22 °C. La salinidad siendo un factor de gran importancia se determinó según Mann, et al. (1991) oscila entre 19 y 35 partes por mil (ppt), datos evidenciados en la Tabla 03.

Tabla 03.

Rangos de factores ambientales de Magallana gigas.

Factores	Resistencia		Favorable	
	Desarrollo	**Liberación**	**Desarrollo**	**Liberación**
T°	3-35ºC	16-30ºC	11-34ºC	20-25ºC
ppt	10 - 42	10 - 30	35	20 - 30
Profundidades	Intermareal a submareal sombrío		Mejor en la línea de marea baja	
Oxígeno disuelto	40-100%		>70%	
Ph	7,4-8,5		>7,4	
Sedimentación en suspensión	0-100 MG/l		0-8 MG/l	

Nota. La tabla muestra los diferentes rangos tanto de tolerancia y óptimos de los factores ambientales de la especie *Magallana gigas*. Adaptado de Mitchell, et al. (2000).

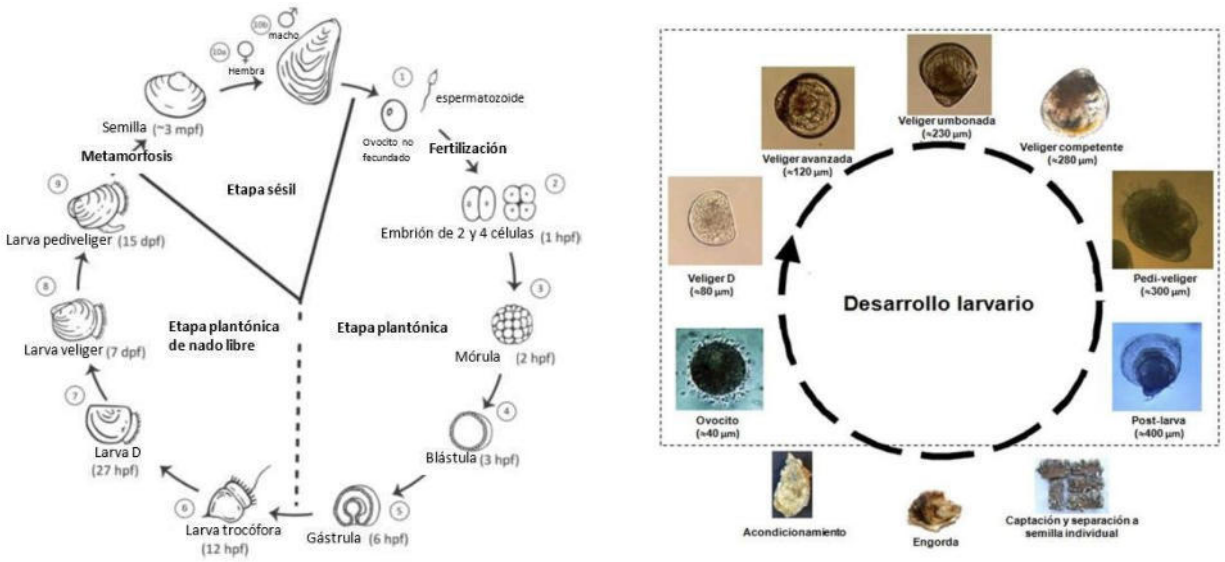
2.2.1.5 Ciclo de vida

Está especie que se reproduce por fecundación externa, así mismo no teniendo dimorfismo sexual, siendo un hermafrodita asincrónico alternante (Rossignoli, AE, 2006), su ciclo de vida abarca la etapa planctónica, donde empieza por el embrión, la mórula, blástula y gástrula, la etapa denominada "nado libre" donde ya encontramos a la larva trocófora, larva D, veliger y pediveliger y por último la etapa sésil donde tenemos la fijación, metamorfosis, postlarvas y adulto (Vogeler et al., 2016)

En su etapa reproductiva, emiten al medio gametos masculinos y femeninos de forma simultánea. Según Rossignoli (2006), tras la fertilización dicha progenie presenta un tamaño aproximado de 70 micras, iniciando la etapa larvario donde tenemos a una larva trocófora que pasa después a ser una larva D, después de 48 horas inicia la etapa de larva veliger, que suelen observarse alrededor del día 7 a 10 de cultivo, para después pasar a ser una larva pediveliger, donde se comienza a observar los órganos encerrados por dos valvas, alcanzando así tamaño de 300 micras, después de los 25 días, sufren metamorfosis y se fijan a un sustrato siendo denominados postlarvas (Galtsoff, 1964), para después pasar a ser adultos. En la Figura 03 se puede visualizar el ciclo vital de *Magallana gigas,* desde la liberación hasta llegar a ser un reproductor.

Figura 04

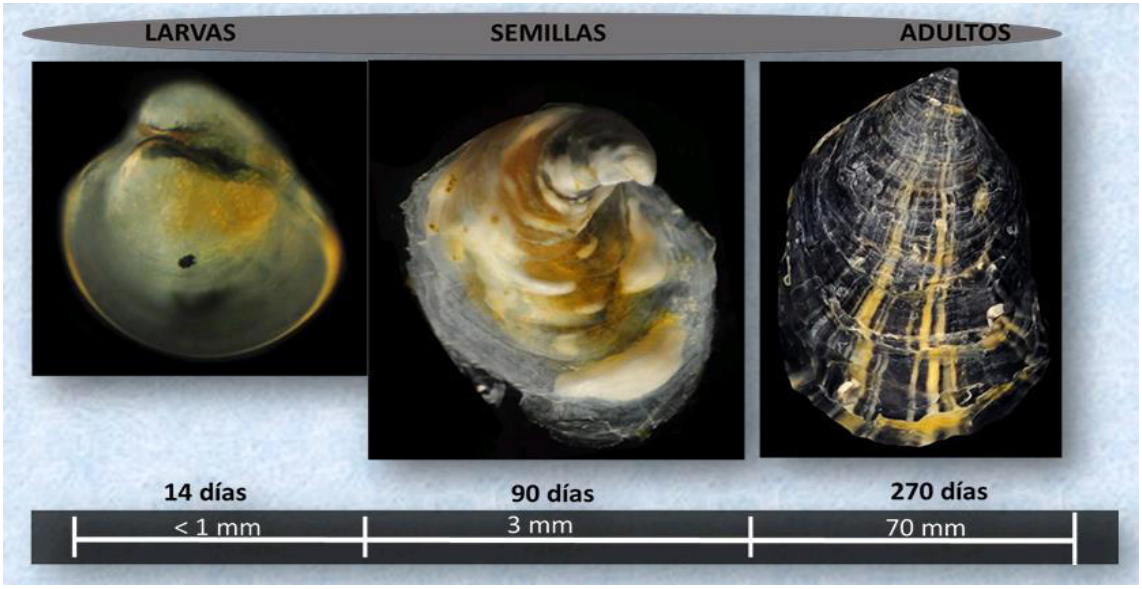
Ciclo vital de Magallana. gigas



Nota. Se observa el ciclo vital de la especie, donde empieza por la fecundación de óvulos y espermatozoides, larvas trocóforas, larva D, larva veliger, larva pediveliger, metamorfosis, semilla, con sus respectivas mediciones (Vogeler et al., 2016).

Figura 05

Tamaño de las ostras Magallana gigas



Nota. Se evidencia el tamaño que presentan las ostras al ser larvas, semillas y adultos. (González-Solórzano, et. al. 2023)

2.2.1.6 Dieta

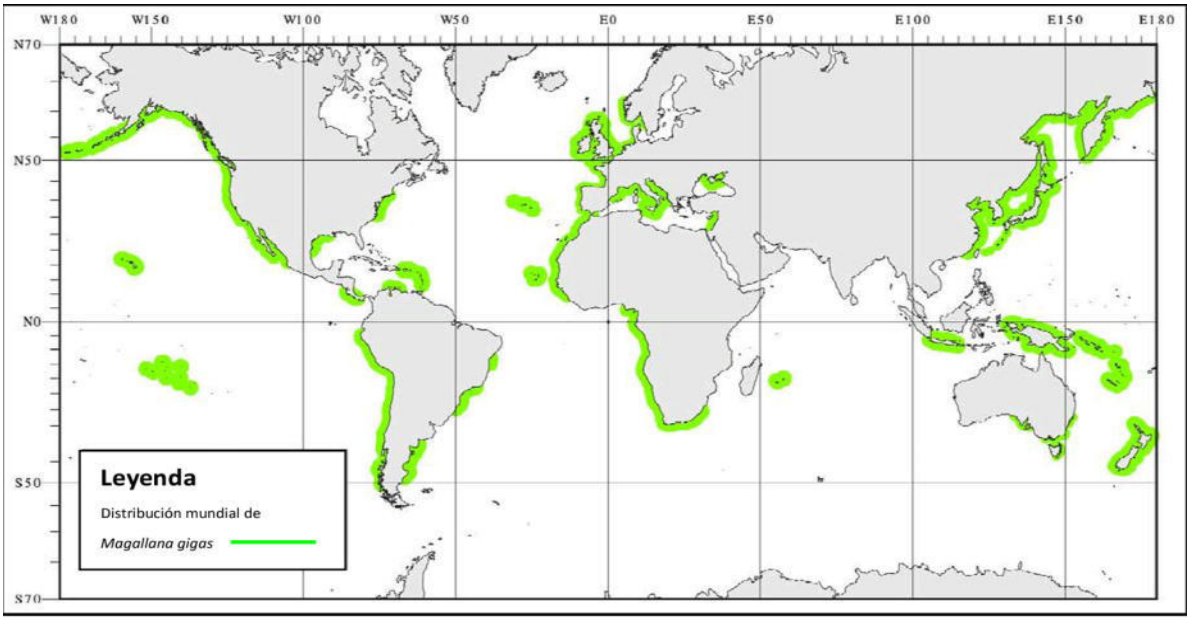
La dieta de las ostras *Magallana gigas* suele alimentarse de las partículas orgánicas suspendidas en el mar, las cuales son atrapadas por los filamentos branquiales, envueltas por un mucus y dirigida a los palpos labiales donde se decidirá si que materia orgánica será ingerida y cuál será eliminada (Varela y Barboza, 2019).

2.2.1.7 Producción de *Magallana gigas*

*Magallana gigas***,** es una especie cultivada en diversos países, teniendo como productores a Irlanda, Canadá, Marruecos, China, México, Alemania, Sudáfrica, Estados Unidos, Japón, Chile, Argentina y Noruega (Miossec et al., 2009), como se puede evidenciar en la Figura 06.

Figura 06

Distribución mundial del cultivo de Magallana gigas.



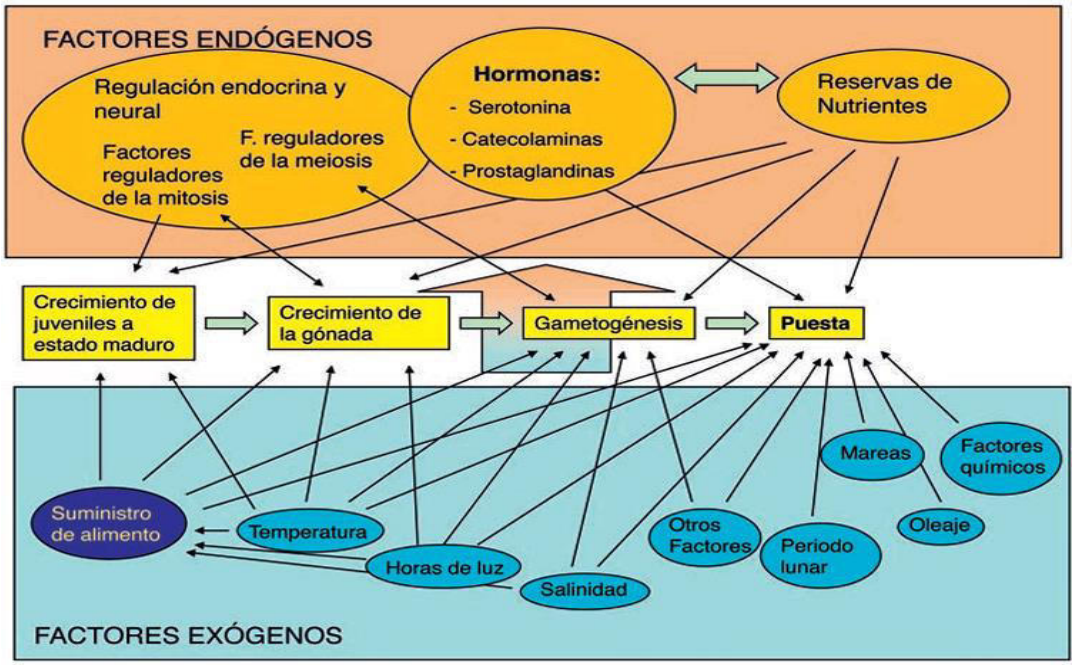
Nota. Se muestra la distribución mundial de *Magallana gigas,* siendo resaltado con color verde. (Vogeler et al., 2016).

2.2.1.8 Biología reproductiva

Se ha identificado que la reproducción de esta especie es afectado por diversos factores, internos como externos dentro de los cuales se encuentran temperatura y el alimento (calidad y cantidad), viéndose ya sea acelerado o retrasado gracias a la temperatura (Fabioux et al., 2005), asimismo, una adecuada nutrición promueve la formación de gametos viables, como lo reportan Loosanoff y Davis (1963), Lannan et al. (1980) y Muranaka y Lannan (1984), así como la alimentación y la temperatura, existen otros factores que se pueden evidenciar en la Figura 07.

Figura 07

Factores que afectan la maduración gonadal de Magallana gigas.



Nota. Se muestran los principales factores que afectan la madurez gonadal de *Magallana gigas.* (Joaquim, S., et al., 2008).

Los productores de ostra del Pacifico en condiciones de laboratorio pueden alcanzar la madurez sexual aproximadamente en la sexta semana, sin embargo, el tiempo puede ser más

corto a medida que se incrementa la temperatura, en el caso de las hembras se ha demostrado que estas pueden llegar a expulsar entre 50 a 200 millones de ovocitos (FAO, 2025).

La reproducción de esta especie generalmente inician cuando el agua se encuentra a una temperatura de 12ºC (Chávez-Villalba et al., 2002), una vez que estos liberan los gametos entran en una fase de descanso (PALOMARES, S. V., & Chávez, C. G. P., 2023), la calidad del alimento al igual que la temperatura influye mucho en el ciclo de reproducción (maduración gonadal) de esta especie, ya que durante su ciclo reproductivo es de suma importancia que estos se encuentren expuestos a una dieta que cumpla sus requerimientos nutricionales, se ha demostrado que las dietas enriquecidas con elevados niveles de ácidos grasos poliinsaturados, como el ácido eicosapentaenoico (EPA) y el ácido docosahexaenoico (DHA), favorecen una maduración más efectiva en los reproductores (Llera, 2008). Este efecto se ha observado al utilizar microalgas como *Tetraselmis sp., Isochrysis sp., Pavlova sp., Chaetoceros sp. y Thalassiosira weissflogii* (Helm, 2004)

2.2.2 Determinación de maduración gonadal

Una buena maduración gonadal es esencial para asegurar la obtención de gametos de buena calidad, para la producción sostenible de juveniles viables, siendo un factor importante la cantidad y calidad de alimentación, recomendado administrarle entre el 2%-6% del peso seco corporal para que la especie *Magallana gigas* sea satisfecha como lo reporta Utting, (1993) y Helm et al., (2004).

Los estadios del desarrollo gonadal se determinan mediante análisis histológicos, los cuales posteriormente serán clasificados mediante las fases de madurez gonádica descritas por Galtsoff (1964): maduración (I), desove parcial (II), desove total (III), post desove (IV) e indiferenciado (V), encontrada en las tablas 04 y 05.

Tabla 04.

Estadios de desarrollo gonadal en ostras hembras.

Hembras	
I. Estadios	**Características**
G1 Ovogénesis temprana	Los folículos son muy pequeños y aislados en las gónadas. La pared del folículo está rodeada por ogonias y una pequeña cantidad de ovocitos.
G2 Ovogénesis mediana	Los folículos de gran tamaño, donde se observan en la pared celular que están en crecimiento.
G3 Ovogénesis tardía	Folículos alrededor de la gónada y pocos ovocitos en el lumen
M1 Maduración temprana	La actividad orogénica disminuye, existen muy ovocitos en el núcleo llenando el lumen.
M2 Maduración tardía	Se observa un lumen repleto de ovocitos esféricos y ausencia de delimitación clara en la pared folicular.
II. Desove parcial	
DP1 Etapa M1	La mayoría de los ovocitos se encuentran libres y muy pocos unido a la pared folicular.
DP2 Etapa M2	El centro del lumen se encuentran ovocitos libres.
III. Desove total	
DT1 Etapa M1	Folículos contraídos, en el lumen hay ovocitos libres no liberados
DT2 Etapa M2	El lumen está lleno de ovocitos y no hay ovocitos en desarrollo
IV. Fases de post desove	
PD	Los folículos están colapsados y son pequeños, con una gran cantidad de fagocitos y ovocitos residuales que se lisan y eventualmente desarrollan tejido interfolicular.

Nota. La tabla muestra los diferentes estadios de desarrollo gonadal en las ostras hembras y cómo identificarlas mediante las características de cada fase. Adaptado de Paniagua-Chávez, C. G., & Espinoza, A. (1995).

Tabla 05.

Estadios de desarrollo gonadal en ostras machos.

Macho	
I. Fases de maduración	**Características**
E1 Espermatogénesis temprana	Los ovocitos son pequeños y ovalados, la espermatogonia y pocos espermatozoides son viables a lo largo del epitelio germinal.
E2 Espermatogénesis media	A lo largo de la pared folicular se encuentran espermatocitos y espermátides formando una delgada banda.
E3 Espermatogénesis tardía	Poca espermatogonia y una baja concentración espermática en el lumen
M1 Etapa temprana de maduración	En el lumen se encuentran alojados gran cantidad de espermatozoides orientados con los flagelos hacia el centro.
M2 Etapa tardia de maduración	Los folículos están llenos de espermatozoides.
II. Desove parcial	
DP1 Etapa M1	El folículo parece estar parcialmente vacío, con una gran cantidad de espermatozoides y espermatozoides, y una gran cantidad de espermatozoides en el lumen.
DP2 Etapa M2	Folículos aparentemente vacíos, sin contar algunos residuales, no se observan espermatocitos ni espermátides en la periferia de los folículos
III. Desove total	
DT1 Etapa M1	Folículos contraídos, en el lumen hay ovocitos libres no liberados
DT2 Etapa M2	El lumen presenta abundancia de ovocitos y no hay ovocitos en crecimiento.
IV. Fases de post desove	
PD	El desarrollo del tejido conectivo ocurre de manera acelerada y se encuentran numerosos fagocitos.

Nota. La tabla presenta los diferentes estadios de desarrollo gonadal en las ostras macho y cómo identificarlas mediante las características de cada fase. Adaptado de Paniagua-Chávez, C. G., & Espinoza, A. (1995).

2.2.2.1 Análisis histológico

El método histológico se utiliza para mejorar la precisión en la identificación del desarrollo gonadal, considerándose el procedimiento más fiable para estos estudios (PARAMITHA, D., et al, 2017)

Para el desarrollo del análisis histológico se suele extraer un trozo de la parte media gonadal y fijarse en formalina al 5%. Usando once traiciones de etanol qué van de forma ascendente se deshidrataron los trozos de gónada, aclarada posteriormente te con butanol y sumergidos en parafina histológica, son cortadas a 7 µm de espesor, a lo largo del eje del lóbulo gonadal, para su posterior tinción con Hematoxilina-Eosina (Humason, 1962).

- **Etapas de desarrollo gonadal**

Los estadios gonadales son representados por una división de la gametogénesis, Toro et al. (2002), Malachowsky (1988), Jaramillo & Navarro (1995), Lozada & Reyes (1981) y Avellanal et al. (2002) mediante sus investigaciones desarrollaron una serie de criterios que son usados como referencia una vez realizada la observación microscópica de los cortes, evidenciado en la Tabla 06.

Tabla 06.

Aspectos histológicos que permiten identificar los niveles de maduración gonadal.

Hembra	Macho
Desarrollo	
Presencia de ovocitos en diferentes estados de desarrollo (principalmente previtelogenicos y vitelogenico) en la pared del folículo.	En el interior del tejido conectivo se observan cantidad de espermatogonias en la periferia y espermatocitos I y II.
Maduro	
Los folículos ocupan la mayor parte del manto (principalmente ovocitos maduros), tejido interfolicular casi inexistente	El folículo ocupa todo el manto con gran cantidad de espermatozoides maduros y poca espermatogonia periférica.
Desove	
Folículos casi descargados, con ovocitos maduros, reaparece el tejido interfolicular más células fagociticas	Folículos de menor tamaño acompañados por un incremento del tejido interfolicular, así como células fagocíticas y material espermático en reabsorción.
Post desove	
Reducción de folículos, más la gran cantidad de tejido conectivo estando vacíos con algunos restos en absorción.	Folículos reducidos, con cantidad de tejido conjuntivo, el lumen está vacío con indicio de espermatogénesis.

Nota. La tabla muestra los diferentes estados de madurez gonadal en moluscos bivalvos macho y hembra y las características de cada una. Adaptado de Oyarzún Cabañas, P., et, al. (2010).

2.2.3 Inducción en condiciones controladas.

La inducción en condiciones controladas, es un proceso donde es necesario el uso de estímulos (químicos, biológicos, mecánicos o físicos) con el objetivo de que el reproductor libere los gametos (VILLANUEVA GUTIÉRREZ, E. M. M. A. N. U. E. L., 2017), entre los estímulos que se emplean tenemos:

2.2.3.1 Variación de temperatura

Es uno de los estímulos más utilizados al momento de efectuar la inducción mediante la exposición de los reproductores a fluctuaciones térmicas provoca la liberación, usando en diferentes investigaciones un diferencial de 10°C entre las temperaturas. Este proceso inicia con una temperatura alta provocando la filtración en los reproductores (40 min), a continuación, se sustituye el agua caliente por una fría repitiendo el proceso, normalmente el procedimiento se da por unas 4 a 5 horas, donde el macho es el que libera primero en temperaturas altas (Mazon-Suastegui *et al*., 2011).

2.2.3.2 Presencia de gametos

Los gametos de los individuos machos liberan sustancias que provocan que el proceso de inducción sea más fácil, para ello cada 30 min se le agrega 100 ml, durante 2 horas (Loor-Mera, A., & Arguello-Guevara, W.,2012)

2.2.3.3 Estímulos usando sustancias químicas

Se suele utilizar la neurohormona serotonina, ya que es la sustancia que mejores resultados presenta, la cual es inyectada en el reproductor, viéndose una respuesta instantánea, permitiendo obtener todos los gametos tanto maduros como no maduros Rossignoli, A. E. (2006).

2.2.3.4 Otros estímulos empleados

Existen diversos estímulos empleados para la liberación en un ambiente controlado, uno de estos es la regulación de la salinidad (González, R. R., Vélez, P. P., & Cárdenas, J. V., 2014), regulación de la luminosidad, estímulos que se suelen complementar con choques térmicos (Zambrano, L. M. T, et al, 2020).

2.2.4 Restauración de las gónadas entre las puestas.

Magallana gigas es una especie que libera gametos en repetidas ocasiones durante la misma época, por lo que existe un periodo de tiempo donde se da la restauración de las gónadas,

durante este periodo de tiempo los folículos se reducen y se comprimen, permitiendo así que las células se desarrollen en una mayor cantidad, viéndose influenciado por diversos factores (nutricionales y ambientales) (Rossignoli, A. E., 2006).

El ciclo gamético de los moluscos bivalvos está compuesto por distintas etapas: reposo, gametogénesis, maduración y desove, seguido nuevamente por una fase de reposo (Bayne, 1976). Dependiendo de la especie, esta etapa final puede ser muy breve o extenderse más o menos en el tiempo. El tiempo entre puestas de ostras está sujeta a cambios dependiendo de la especie, edad, sexo, ambiente y disponibilidad de alimento (Giese y Kanatani, 1987).

En general, las ostras pueden tardar entre 12 a 24 meses en alcanzar la madurez sexual y comenzar a reproducirse. Una vez que alcanzan la madurez, las ostras pueden poner huevos varias veces al año, dependiendo de las condiciones ambientales, específicamente hablando sobre la *Magallana gigas* pueden recuperarse en 2-3 meses después de una puesta.

2.2.5 Alimento natural

Las microalgas son organismos unicelulares, los cuales habitan ambientes tanto continentales o marinos, siendo una especie que miden pocas micras a milímetros. En la acuicultura estas especies cumplen un papel importante, sin embargo para desarrollarlo debe cumplir ciertos atributos, como lo mencionó Brown (2002), las microalgas se emplean ampliamente en el cultivo de moluscos bivalvos debido a múltiples ventajas, como su tamaño y forma celular adecuados, rápido crecimiento, resistencia del cultivo a cambios en las condiciones ambientales (luz, temperatura y nutrientes), sumada a su buena digestibilidad, perfil bioquímico adecuado y ausencia de toxinas. Entre las especies más comunes utilizadas se encuentran *Isochrysis galbana*, *Tetraselmis suecica*, *Chaetoceros gracilis* y *Chaetoceros calcitrans* (Helm et al., 2006).

2.2.5.1 *Isochrysis galbana*

Isochrysis galbana es una microalga unicelular de la especie de Haptophyta, que tiene relevancia en la maduración sexual de ciertos organismos marinos, así mismo es reconocida por presentar un elevado contenido de lípidos (21 %), proteínas (41 %) y carbohidratos (5 %) (Brown et al., 1989), y es reconocida por su habilidad para sintetizar y acumular ácidos grasos poliinsaturados (PUFA), tales como DHA, EPA y ARA. (Liu & Lin, 2001), siendo rica DHA. Esta riqueza nutricional explica su uso frecuente como alimento en los estadios larvales de moluscos bivalvos, actualmente siendo explotado para los cultivos por su calidad nutricional elevada y variable

Esta sustancia es ampliamente empleada en el ámbito de la acuicultura como un nutriente vital para las etapas larvales de organismos como los moluscos bivalvos, los abulones, los camarones y ciertas especies de peces, siendo uno de los principales en la composición de las ovas (Wiegand, 1996).

Tabla 07.

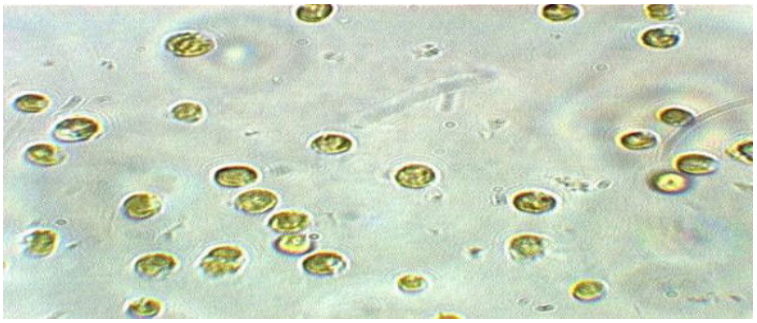
Ácidos grasos en la Isochrysis galbana.

Clase	20:5(n-3) (EPA)	22:6(n-3) (DHA)	20:4(n-6)	OTROS
Isochrysis galbana	-	+++	-	-

Nota. La tabla muestra los diferentes porcentajes de ácidos grasos que presenta la microalga *Isochrysis galbana*. (Brown et al, 1997).

Figura 08

Isochrysis galbana



Nota. Imagen observada al microscopio, donde se aprecian células esféricas de *Isochrysis galbana*, caracterizadas por su pequeño tamaño.

2.2.5.2 *Chaetoceros gracilis*

La microalga diatomea *Chaetoceros gracilis* se caracteriza alto contenido nutricional, en lípidos 8,69%, proteínas 23,94% y carbohidratos 19,01% (Cambefort Flores, S, 2010). Los *Chaetoceros* han demostrado ser un alimento larvario de alta calidad para bivalvos y crustáceos. (Mallo y Fenucci, 2004). Los ácidos grasos en *Chaetoceros gracilis* incluyen ácido eicosapentaenoico "EPA" (C20: 5 n-3), C20:4 n-6, entre otros, la presencia de estos resulta vital para el bienestar de la especie que los ingiere, teniendo un impacto en el proceso del desove, como también en la calidad de los ovocitos y/o espermios (Ospina Robles, M. F., 2020).

Tabla 08.

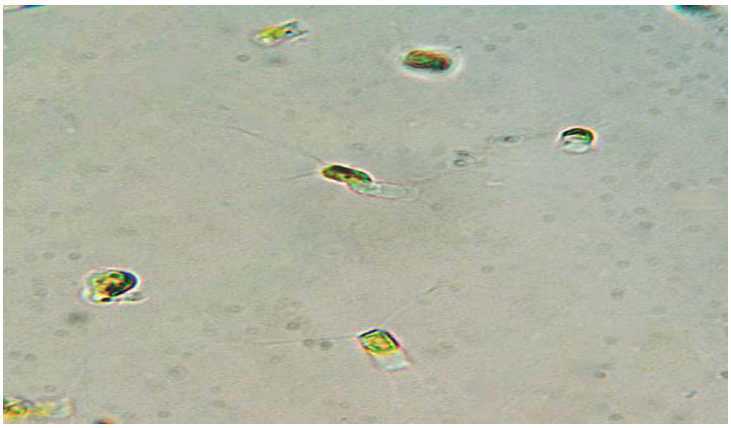
Ácidos grasos en los chaetoceros gracilis.

Clase	20:5(n-3) (EPA)	22:6(n-3) (DHA)	20:4(n-6)	OTROS
Chaetoceros gracilis	+	+		Vit. C

Nota. La tabla muestra los diferentes porcentajes de ácidos grasos que presenta la microalga *Chaetoceros gracilis*. (Brown et al, 1997).

Figura 09

Chaetoceros gracilis



Nota. Imagen observada al microscopio, donde se aprecian células esféricas de *Chaetoceros gracilis*.

2.2.5.3. *Phaeodactylum tricornutum*

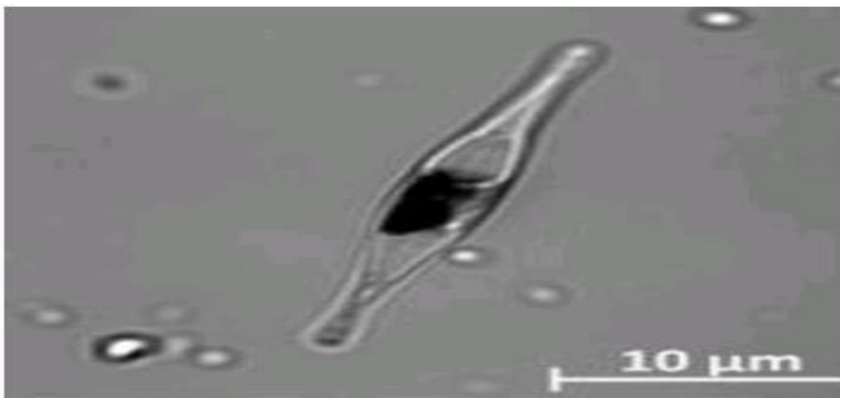
La microalga *Phaeodactylum tricornutum* es una diatomea que forma parte de diversas investigaciones gracias a su habilidad para aclimatarse a las condiciones ambientales, a su capacidad de crecimiento exponencial y a su elevado contenido de lípidos (Halmilton et al., 2014). Su importancia se debe a la capacidad de sintetizar omega-3, en particular ácido eicosapentaenoico (García et al., 2021), así como trazas de DHA.

Esta especie de microalgas se va convertido en una especie atractiva gracias a su estructura y composición que permiten que no se necesite silicio para que estas puedan crecer por lo que los costos de formulación disminuirían (Zhao et al., 2014).

Así mismo presenta variaciones del ácido “EPA” con respecto a la cepa de *Phaeodactylum tricornutum*, valores que se encuentran entre el 14% y el 32%.

Figura 10

Phaeodactylum tricornutum



Nota. Imagen observada al microscopio, donde se aprecian células esféricas de *Phaeodactylum tricornutum.* Fuente: Kramer (2019).

2.2.6 Nanoencapsulados

La nanoencapsulación es una tecnología innovadora que está transformando la acuicultura mediante su capacidad para optimizar el uso de ingredientes alimenticios sensibles y mejorar su funcionalidad (Ogunkalu et al., 2019). Esta técnica permite proteger compuestos sensibles al oxígeno, la luz y la temperatura, al tiempo que evita interacciones indeseadas entre componentes específicos. Además, es eficaz en el enmascaramiento de olores y sabores no deseados de ciertos ingredientes y en la liberación controlada de activos bajo condiciones específicas, lo que mejora la calidad de los alimentos en sistemas acuícolas.

Este enfoque multidisciplinario combina principios de química, física, biotecnología e ingeniería (Chandra, 2016), y opera a escalas extremadamente pequeñas, generalmente entre 1 y 100 nanómetros. Según su diseño, se clasifica en diferentes dimensiones:

- **Dimensión cero**, como nanopartículas, nanoclusters y puntos cuánticos.
- **Una dimensión**, como nanotubos de carbono y nanotubos de paredes múltiples.
- **Dos dimensiones**, incluyendo capas de grafeno y películas ultrafinas.

- **Tres dimensiones**, como materiales nanoestructurados.

Estas aplicaciones consolidan a la nanoencapsulación como una técnica fundamental para impulsar soluciones sostenibles en la nutrición y salud de los organismos acuáticos, resaltando su importancia en la innovación en acuicultura.

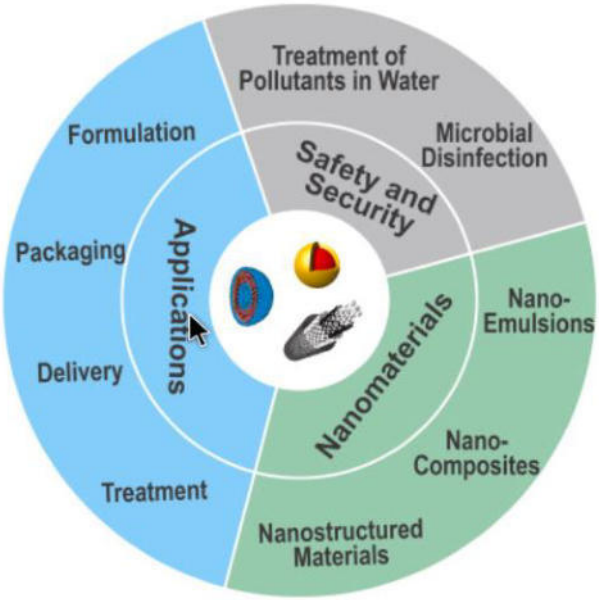
2.2.6.1. *En la industria pesquera y acuícola*

La nanotecnología presenta un amplio potencial para revolucionar la acuicultura, proporcionando soluciones innovadoras que pueden transformar la industria. Sus aplicaciones actuales incluyen identificación temprana de patógenos, el tratamiento integral del agua, la desinfección de estanques de cultivo y la entrega precisa de nutrientes y medicamentos (Jiménez-Fernández et al., 2014).

En el ámbito nutricional, el uso de nanoencapsulados permite optimizar el perfil de nutrientes en los alimentos y mejorar el índice de conversión alimenticia, lo que significa un mayor aprovechamiento de los insumos. Estas innovaciones contribuyen significativamente a elevar la eficiencia operativa de los sistemas acuícolas, limitar el uso innecesario de insumos y gastos, y promover un mayor rendimiento junto a productos de mejor calidad. (Chena & Yadab, 2011).

Figura 11

Usos tecnológicos en los sistemas acuicolas



Nota. Representación de las principales aplicaciones de la nanotecnología en la acuicultura. Fuente: Fajardo, C., et al (2022).

2.3 DEFINICION DE TERMINOS

2.3.1 Maduración gonadal

La maduración gonadal se refiere al proceso mediante el cual las gónadas (órganos sexuales) de un organismo se desarrollan y alcanzan la capacidad de producir gametos viables (células sexuales), mediante una serie de cambios que permiten su clasificación del estado de madurez sexual (Castillo, L., et al 2013).

2.3.2 Espermatogénesis

Proceso en el cual se desarrollan espermatozoides en los testículos, los cuales son gametos masculinos, gametos buscando fecundar el óvulo. En general, la espermatogénesis en bivalvos es un desarrollo complejo sujeto a una combinación de factores endógenos y exógenos, y es crucial para la reproducción de estas especies (Ortíz, Esperanza, et al. 2003).

2.3.3 Ovogénesis

Proceso donde se desarrollan los gametos femeninos (óvulos). Este proceso ocurre en los ovarios y está relacionado con la formación y maduración de los óvulos, que implica la creación de gametos a partir de la meiosis. La ovogénesis es crucial para la reproducción y la producción de semillas en bivalvo, siendo fundamental por la energía para el desarrollo larval se deriva de las reservas nutricionales durante esta etapa (FAO, 2008)

2.3.4 PUFA

Los ácidos grasos poliinsaturados son nutrientes, que se caracterizan por poseer más de un doble enlace en su estructura química, con gran importancia biológica y nutricional, ya que actúan como componentes esenciales de las membranas celulares y precursores de moléculas mediadoras de la inflamación (Rodríguez-Cruz & Rodríguez-Cruz, 2005).

2.3.5 Ambiente controlado

Condiciones artificiales de laboratorio en las que se regulan factores como temperatura, salinidad, oxígeno y luz para asegurar el éxito de procesos biológicos, en otras palabras, se utiliza para aislar variables y estudiar sus efectos en un organismo (Scion Research, 1980)

2.3.6 DHA (Ácido docosahexaenoico):

Ácido graso poliinsaturado de la familia omega-3, obtenida en su mayoría por parte de las microalgas (Leyva-Rendón, Adolfo., 2012). En acuicultura, su presencia en la dieta mejora la calidad reproductiva de los organismos, para la salud y el crecimiento de estos (Glencross, Brett D., et al. 2025).

2.3.7 EPA (Ácido eicosapentaenoico):

Ácido graso omega-3, obtenido principalmente de la dieta, la cual contribuye contra enfermedades cardiovasculares (Burdge, G. C., Jones, A. E., & Wootton, S. A., 2007), en la

acuicultura, participa en procesos reproductivos, inmunológicos y hormonales. Favorece la calidad del tejido gonadal y la eficiencia reproductiva en bivalvos.

2.3.8 ARA (Ácido araquidónico):

Ácido graso poliinsaturado de la serie omega-6, precursor de prostaglandinas y otras sustancias reguladoras, en la acuicultura presenta una importancia relevante en el crecimiento, la reproducción, la resistencia al estrés y la inmunidad (Glencross, Brett D., et al. 2025).

2.3.9 Isochrysis galbana: It

Microalga marina de pequeño tamaño y alto contenido en DHA y EPA, ampliamente utilizada como alimento en etapas larvarias y acondicionamiento de bivalvos, debido a su valor nutritivo y la mejora en la calidad de la progenie (Pereira Gutiérrez, M. F., et al., 2017).

2.3.10 Chaetoceros gracilis: Ch

Diatomea marina rica en EPA, recomendada en acuicultura por su capacidad de mejorar el crecimiento y supervivencia larval de moluscos (RODRÍGUEZ, M. A. A., 2000).

2.3.11 Phaeodactylum tricornutum: Ph

Microalga diatomea fuente importante de EPA y otros lípidos esenciales. Se emplea en cultivos de bivalvos por su valor nutricional y adaptabilidad, aumentando su calidad nutricional, mejorar el crecimiento y su salud en general (Gu, W., Kavanagh, J. M., & McClure, D. D., 2022)

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

3.1 TIPO Y NIVEL DE LA INVESTIGACIÓN

3.1.1. Tipo de la Investigación

Fue una **Investigación aplicada,** debido a que se enfoca en resolver el problema practico de obtención de gametos viables en corto tiempo que afecta a la calidad del cultivo (Fernández, E. M., Baptista, P., & Hernández, R., 2014).

3.1.2. Nivel de la Investigación

Se trata de un nivel de **Investigación Explicativo**, ya que su propósito principal fue determinar la relación causal entre una variable independiente (la dieta con microalgas ricas en PUFA) y una variable dependiente (la maduración gonadal de los organismos) (Fernández, E. M., Baptista, P., & Hernández, R., 2014). Se baso en un enfoque de investigación cuantitativo, ya que se realizó la medición numérica y análisis estadístico de la variable dependiente en función de la variable independiente (Fernández, E. M., Baptista, P., & Hernández, R., 2014).

3.2 ÁMBITO TEMPORAL Y ESPACIAL

3.2.1. Ámbito temporal

Se realizó bajo condiciones controladas de laboratorio. La investigación se centró en la especie *Magallana gigas* (ostión del Pacífico), la cual fue acondicionada en ambientes confinados y monitoreados, replicando las condiciones óptimas para su desarrollo. El enfoque temporal abarco la fase de maduración gonadal, a lo largo de un periodo de evaluación, dependiendo de las condiciones experimentales y la respuesta de los organismos a las dietas administradas.

3.2.2. Ámbito espacial

Se llevó a cabo en el año 2024, en las instalaciones del IMARPE, región de Moquegua, Perú, se desarrolló en tanques, donde se implementó un régimen de alimentación basado en dietas de microalgas seleccionadas por su contenido en ácidos grasos poliinsaturados (PUFA). Estas dietas fueron administradas con el objetivo de evaluar su influencia sobre la maduración gonadal de los ejemplares en estudio.

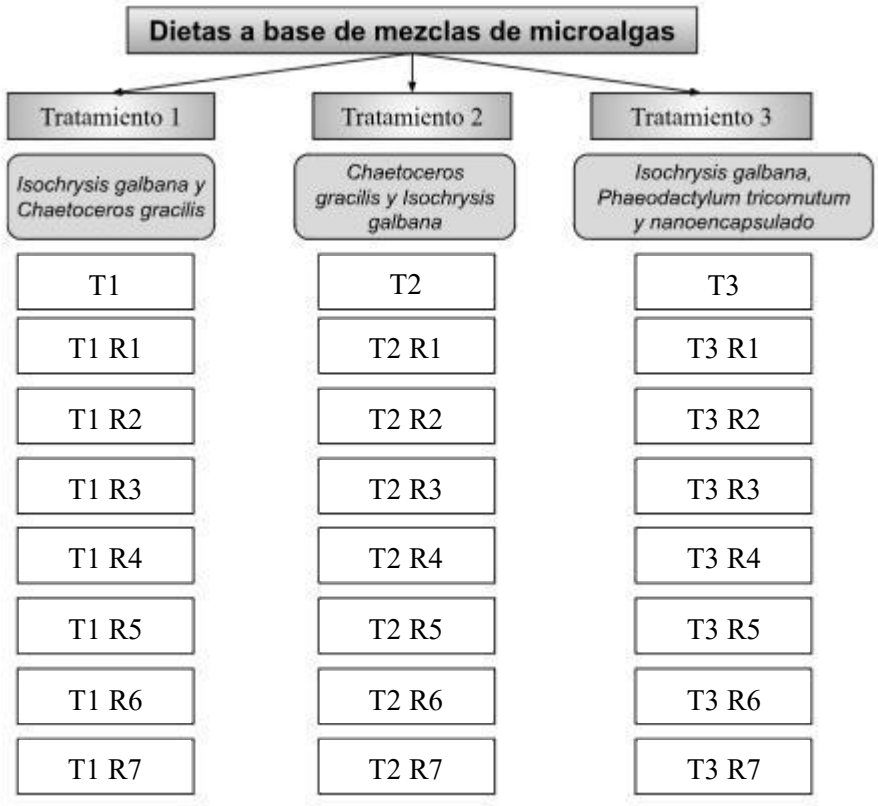
3.3 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

De acuerdo al diseño de investigación, se trató de un **Diseño experimental** donde se están manipulando intencionalmente las variables y de corte transversal, ya que el análisis histológico se realizó en un momento determinado del periodo experimental (Fernández, E. M., Baptista, P., & Hernández, R., 2014).

3.3.1 Diseño experimental

Figura 12

Diseño experimental



Nota. Se muestran los tratamientos a experimentar en la investigación, considerando la aplicación de diferentes mezclas de microalgas con alto contenido de PUFA como dieta por cada tratamiento

3.4 POBLACIÓN Y MUESTRA

3.4.1. Población

1500 ostras reproductoras *Magallana gigas* cultivados distribuidos en linternas dispuestos en sistema de cultivo Long-line en la Playa Gentilares, cultivada por el IMARPE - Ilo.

3.4.1. Muestra

Veinticuatro ejemplares de reproductores *Magallana gigas,* muestra que se obtuvo por muestreo no probabilístico.

3.5 TÉCNICA E INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Se realizó en las instalaciones del IMARPE, sede Ilo. Para el experimento, se utilizaron tres especies de microalgas planctónicas, las cuales fueron seleccionadas y combinadas de acuerdo con las dietas experimentales correspondientes. El Área de Cultivo de Microalgas del IMARPE proporcionó estas microalgas, garantizando la calidad y concentración adecuada para la alimentación de las ostras.

Las ostras reproductoras, proceden de cultivos en medio natural ubicados en la playa Gentilares, un área del litoral marino costero con una extensión aproximada de 1.5 km. Los límites geográficos de esta playa son 17º41’12.7” LS y 71º22’23.7” LW al norte, y 17º41’39.5” LS y 71º22’22.8” LW al sur. Esta área pertenece a la Compañía de Ingeniería Anfibia N°113 del Ejército Peruano, proporcionando un entorno marino óptimo para el desarrollo de las ostras, las cuales fueron recolectadas en condiciones adecuadas para su posterior estudio en condiciones controladas en el laboratorio de acuicultura del IMARPE.

3.5.1. Diseño Experimental

Se suministrará tres dietas mixtas a base de diferentes microalgas, como se puede evidenciar a continuación:

- *50% Isochrysis galbana + 50% Chaetoceros gracilis*
- *68% de Isochrysis galbana y 32% de Chaetoceros gracilis*
- *42% Isochrysis galbana + 48% Phaeodactylum tricornutum + 10% Nanoencapsulado*

En cada una de estas se determinó el perfil bioquímico, la comparación de los estadios de madurez gonadal presentados en los reproductores que serán alimentados con dietas con alto contenido de PUFA, así mismo la calidad y viabilidad de sus gametos.

3.6 MÉTODO Y TÉCNICA PARA LA PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS

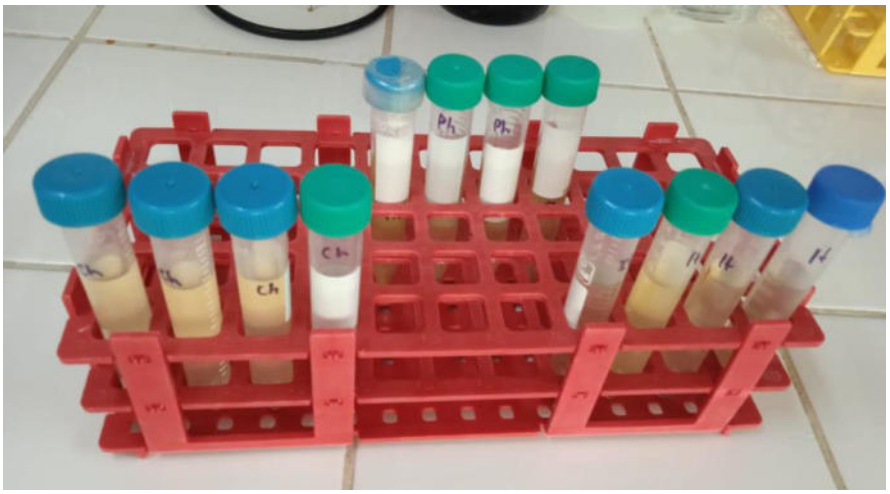
3.6.1 Determinación del perfil bioquímico

Se recolectaron muestras de microalgas destinadas a la alimentación en este estudio, con concentraciones de 2,1 x 10^6 cel. mL^{-1} para *Isochrysis galbana*, 2,0 x 10^6 cel. mL^{-1} para *Phaeodactylum tricornutum* y 1,2 x 10^6 cel. mL^{-1} para *Chaetoceros gracilis,* colectada durante la fase exponencial, para ello se usaron tubos centrífuga donde se introducen 10 mL de las microalgas. Se obtuvieron tres repeticiones de cada tipo de microalga, además de una repetición adicional como medida de seguridad ante cualquier inconveniente. Las muestras fueron procesadas utilizando la centrífuga del laboratorio de acuicultura en el IMARPE - sede Ilo. Para el proceso de concentración, se ajustaron los tiempos y las revoluciones por minuto (RPM) de la centrífuga, con el objetivo de sedimentar las microalgas en el fondo de los tubos de centrifugación.

Una vez que se logró la sedimentación adecuada, se procedió a retirar cuidadosamente el sobrenadante, es decir, la fase líquida que no contenía microalgas concentradas, descartándola de manera inmediata. De esta forma, se garantizó que solo el material algal sedimentado fuera utilizado para los análisis.

Figura 13

Muestras de microalgas (Ch, Ph y It)



Nota. Se extrajeron muestras de los diferentes cultivos de microalgas, colocadas en tubos centrífuga.

Figura 14

Muestras a centrifuga



Nota. Se observa una centrífuga de laboratorio utilizada para la separación de componentes en muestras líquidas.

Las muestras fueron enviadas al laboratorio del IMARPE-LIMA para analizar el perfil bioquímico, incluyendo la identificación de ácidos grasos poliinsaturados (DHA, EPA y ARA) y el contenido total de lípidos. La extracción lipídica se realizó con el método de Folch (1957),

usando dos extracciones con cloroformo y metanol (1:1) sobre el pellet de 10 mL de cultivo microalgal, asistida con ultrasonido Branson 2510 (Alemania). La fase lipídica se separó con solución de cloruro de potasio al 0.88% y se evaporó bajo nitrógeno para obtener muestras secas.

La determinación de estos se realizó conforme a la metodología propuesta por Ichihara y Fukubayashi (2010). Para ello, se añadió a la muestra lipídica previamente extraída una mezcla compuesta por tolueno, metanol y ácido clorhídrico, junto con 0,1 mg de tricosanoato de metilo (C23:0) empleado como estándar interno. La reacción de derivatización se llevó a cabo incubando la mezcla a 45 °C durante un periodo de 14 horas. Luego, los metilésteres generados fueron recuperados con hexano y sometidos a análisis mediante cromatografía de gases, utilizando un equipo Varian CP-3800 (Alemania).

3.6.2. Magallana gigas acondicionados con dietas de alto contenido de PUFA

3.6.2.1. Proceso de obtención de reproductores

En el presente estudio, se emplearon 24 ostras *Magallana gigas* con características físicas óptimas para la investigación. Cada ostra fue sometida a un riguroso proceso de limpieza para garantizar la eliminación de contaminantes potenciales. Se utilizó un cepillo de cerdas semiduras para la limpieza inicial, asegurando la eliminación eficaz de cualquier agente contaminante adherido a las conchas. A continuación, se usó un porcentaje de una disolución de hipoclorito sódico empleada para la desinfección, con el objetivo de erradicar organismos perforadores y/o poliquetos. Finalmente, las ostras fueron enjuagadas con agua filtrada y esterilizada mediante una lámpara UV, con el fin de prevenir la presencia de organismos que podrían entorpecer el avance experimental de la investigación. Este procedimiento exhaustivo asegura la integridad y validez de los resultados experimentales obtenidos.

3.6.2.2. Toma de medidas morfológicas

Para obtener las medidas morfológicas de *Magallana gigas*, se empleó un calibrador Vernier, con el fin de obtener datos exactos de parámetros como el espesor, la altura y la longitud de las valvas. Se realizaron de manera sistemática en todos los individuos, asegurando consistencia en la metodología empleada.

Además, para determinar el peso total de las ostras, se utilizó una balanza gramera con precisión en miligramos, lo que permitió registrar el peso húmedo total de cada ejemplar de forma precisa. Estos datos morfométricos y de peso son fundamentales para correlacionar el crecimiento físico de los individuos con las condiciones de las dietas experimentales a partir de microalgas con alto contenido de PUFA y su efecto en el desarrollo gonadal, tomando estos datos cada mes para ver su crecimiento en influencia a la dieta suministrada.

Figura 15

Toma de medidas morfológicas



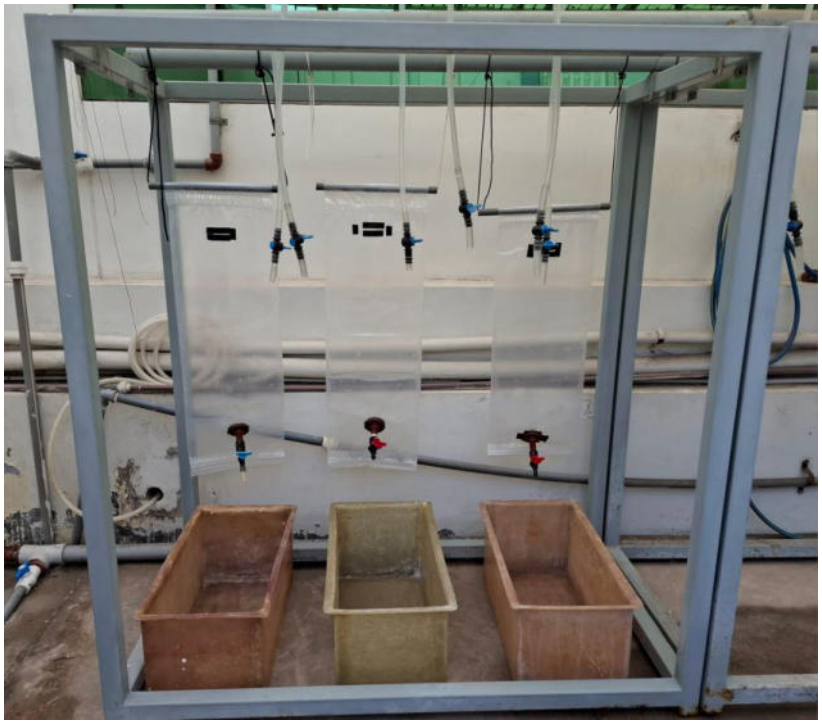
Nota. Se observa el proceso de medición y pesado de ejemplares para análisis morfológico.

3.6.2.3. Descripción del sistema de acondicionamiento de reproductores.

Se utilizó una estructura rectangular de hierro que incorpora un sistema de aireación diseñado para alimentar las piedras difusoras, tanto en las bolsas de alimentación continua como en las bandejas. Además, cuenta con puntos de conexión eléctrica que permiten la instalación de termocalentadores individuales para cada bandeja y rejillas de drenaje que permitan la evacuación eficiente del agua. Esta disposición facilita la colocación y operación de tres bandejas y tres bolsas de alimentación continua, optimizando el control del suministro de nutrientes.

Figura 16

Sistema de acondicionamiento



Nota. Vista del sistema utilizado para el mantenimiento y adaptación de los organismos en laboratorio.

3.6.2.3. Acondicionamiento de reproductores de ostra *Magallana gigas*.

Los ejemplares reproductores fueron separados y distribuidos en tres recipientes, cada uno con una densidad de ocho ostras. En el fondo de cada recipiente se colocó una piedra difusora

para garantizar una oxigenación constante, utilizando aireación moderada que genera burbujas de tamaño medio. El agua empleada había sido previamente filtrada en etapas sucesivas a 1, 5 y 10 micras, y luego esterilizada mediante lámpara UV. Se reguló la temperatura durante toda la ejecución, iniciando con una temperatura de 20 - 21°C incrementando gradualmente cada 4 - 5 días hasta llegar a una temperatura relativamente alta. Este enfoque riguroso garantiza un entorno constante y apropiado para favorecer la maduración gonadal de los reproductores.

3.6.2.4. Manejo del cultivo de reproductores de ostra *Magallana gigas*.

Se realizó el lavado diario de los tanques para eliminar residuos orgánicos sedimentado en el fondo. Los ejemplares reproductores recibieron tres tipos distintos de alimentación, realizadas en dos turnos: manualmente por la mañana y mediante bolsas de alimentación continua por la tarde, durante un periodo de 45 días.

Figura 17

Cultivo de los reproductores



Nota. Se puede observar el alimento continuo mediante bolsas las cuales presentan piedra difusora que permita su oxigenación.

3.6.3. Análisis del estadio de madurez gonadal

A la mitad del tiempo de alimentación con las dietas seleccionadas, se procedió a realizar un análisis del estadio de madurez gonadal. Para minimizar el impacto en los individuos, se utilizó un taladro para realizar una pequeña incisión en la valva de la ostra. Según el método de Bendita Mayta, H. (2016), se extrajo una pequeña porción de la gónada en su región media usando un bisturí, y esta muestra fue colocada sobre un portaobjetos, a la cual se añadió una gota de agua de mar previamente esterilizada. La muestra fue cubierta con un cubreobjetos y observada al microscopio. Se seleccionó un individuo de cada grupo de tratamiento para este análisis.

En el tratamiento 1, se logró visualizar la gónada, de la cual se extrajeron los gametos con una jeringa para su posterior observación microscópica. En los individuos de los tratamientos 2 y 3, sólo se extrajeron y analizaron los gametos en el microscopio, sin poder observar la gónada.

Figura 18

Proceso del análisis de estadio gonadal



Nota. Fotografías tomadas que ilustran las etapas del procedimiento para determinar el estadio gonadal.

3.6.4. Inducción al desove (técnica stripping)

Gracias al análisis de madurez gonadal realizado anteriormente se pudo evidenciar como los ejemplares seleccionados se encontraban en camino a la madurez sexual por ello, se ejecutó la inducción al desove en cada tratamiento y se siguió el protocolo establecido por el IMARPE (Ayerbe Ochoa, R., et al, 2018). En primer lugar, se realizó la identificación del sexo de los individuos y se evaluó el estado de maduración gonadal para garantizar la idoneidad de los especímenes seleccionados. Una vez confirmado su estado de madurez de las dos hembras y dos machos, se procedió a la apertura de las valvas utilizando un cuchillo especializado, asegurando un manejo cuidadoso para evitar dañar los tejidos blandos.

Se llevó a cabo la extracción cuidadosa de las partes blandas de los organismos, priorizando la preservación y calidad de los gametos. Tanto los ovocitos como los espermatozoides se colocaron de inmediato en agua marina previamente esterilizada y expuesta a luz UV, permitiendo que los gametos se liberaran de forma natural antes de proceder a cortes precisos para extraer. Los ovocitos se agruparon y sometieron a un proceso de tamizado secuencial mediante tamices de 250, 150 y, finalmente, 100 micras, asegurando una separación eficiente y la eliminación de residuos. De manera similar, los espermatozoides fueron filtrados con tamices de 150 y 50 micras, obteniendo una muestra homogénea. Finalmente, se recolectó una muestra representativa de 100 ml de espermatozoides, que fue destinada al procedimiento de fertilización.

Debido a que al realizar la inducción del tratamiento 3 no se encontraron hembras se tomó la decisión de replicarla bajo las mismas condiciones, por lo que llegado el momento se realizó la respectiva inducción.

Figura 19

Proceso de la técnica del stripping



Nota. Fotografías tomadas que muestran las etapas del procedimiento de extracción manual de gametos (stripping) en moluscos.

3.6.4.1. Evaluación de viabilidad

- **Número de ovocitos**

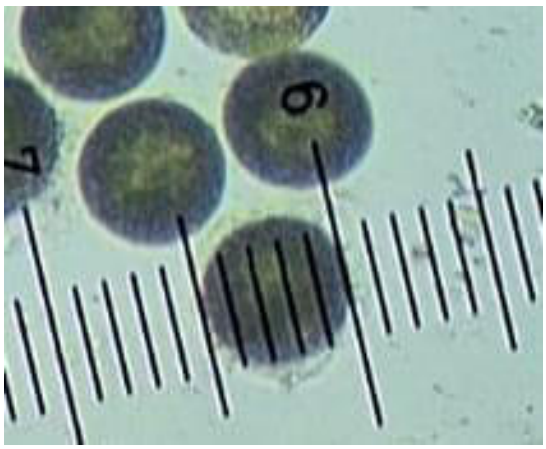
Se tomó una muestra representativa de los ovocitos tras el proceso de tamizado, seleccionando aquellos en etapa post-vitelogénica, caracterizados por su forma circular y uniforme, de acuerdo con los criterios descritos por Ayerbe et al. (2018). Los ovocitos seleccionados fueron fotografiados bajo microscopio para garantizar una documentación precisa de su morfología. Las imágenes obtenidas se procesaron y analizaron utilizando el software ImageJ, lo que permitió realizar un recuento preciso y reproducible

- **Medida de ovocitos**

Para este proceso de determinación del tamaño de los ovocitos, se visualizó en un microscopio a 10x. Se midió buscando obtener una medida promedio de 40 a 50 µm, esto según ZAMBRANO, et al. (2020).

Figura 20

Medida de ovocitos



Nota. Fotografías tomadas que muestra la medición de ovocitos mediante un microscopio con micrómetro ocular.

3.6.5. Análisis del estadio de madurez gonadal

Posteriormente de haber realizado la técnica del stripping las muestras con el fin de identificar la fase de madurez gonadal, fueron colocadas en bolsas con su respectivo etiquetado y sumergidas en alcohol para ser procesadas en el laboratorio del IMARPE- LIMA, usando el método conocido como infiltración en parafina (Humason, 1979), debido a la ausencia de hembras en el Tratamiento 2, fue necesario repetir el procedimiento, por lo que en el mes de enero se enviaron las muestras correspondientes a dicho tratamiento para su análisis de estadio de madurez gonadal, para ello se usó una batería de alcoholes de concentraciones de 70%, 80%, 90% y 100%, luego se utilizó xilol, se sumergieron las muestras con un tiempo entre 5 y 15 segundos. A continuación, se infiltra el tejido con parafina líquida (60 ± 1 °C) durante 2 horas.

Se empleó un microtomo para realizar cortes de 7 micrómetros de grosor. La coloración fue con eosina y hematoxilina. La evaluación del estado reproductivo se realizó mediante la observación de secciones histológicas de las gónadas de ejemplares femeninos y masculinos; asignándose las siguientes etapas de madurez para ambos sexos: Fase virginal (0), etapa de

reposo (I), fase de desarrollo o maduración incipiente (II), madurez completa (III), fase de desove o liberación gamética (IV), y etapa de recuperación o postdesove (V). (ver anexos).

La Actividad Reproductiva (AR) o índice de Actividad Reproductiva (IAR), se determinó con la siguiente fórmula:

AR= ((FIII + FIV) *100) /T (Buitrón et al 2011)

Donde:

FIII: Número de individuos en fase III (Maduro).

FIV: Número de individuos en fase IV (Desovante/Expulsante).

T: Número total de individuos.

3.6.6. Análisis bioquímico de la gónada

Se realizo una cuantificación de lípidos y ácidos grasos, iniciando con la extracción lipídica fue realizada mediante el método de Folch (1957). Se tomaron 50 mg del material analizado y se sometieron a dos procedimientos sucesivos de extracción utilizando 3 mL de una solución compuesta por cloroformo y metanol en partes iguales (1:1). Para potenciar la eficiencia de la extracción lipídica, se recurrió al uso de un baño ultrasónico Branson 2510 (fabricación alemana). La fracción orgánica que contenía los lípidos fue posteriormente aislada añadiendo 2,1 mL de cloruro de potasio al 0,88% (p/v). Finalmente, el disolvente fue eliminado mediante una corriente de gas nitrógeno, permitiendo la obtención de lípidos deshidratados.

La cuantificación de ácidos grasos se efectuó utilizando el procedimiento propuesto por Ichihara y Fukubayashi (2010). A los lípidos aislados se les adicionó una solución compuesta por tolueno, metanol y HCl, junto con 0,1 mg de metil tricosanoato (C23:0) como referencia interna. La mezcla fue incubada a 45 °C durante un periodo continuo de 14 horas para facilitar

la conversión a metil ésteres. Posteriormente, estos derivados fueron extraídos con hexano y sometidos a análisis mediante cromatografía de gases en un cromatógrafo Varian CP-3800.

3.6.7. Fertilización

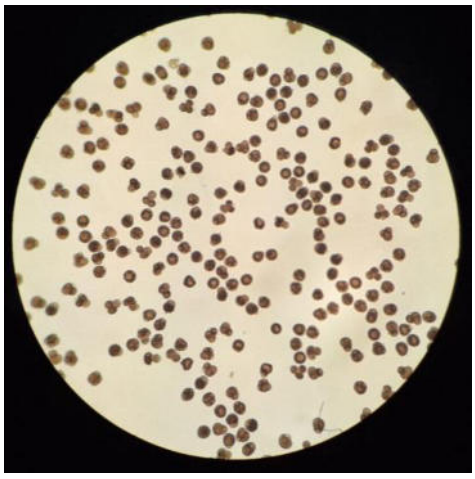
Para el proceso de fertilización, se recolectaron 100 ml de espermatozoides, los cuales fueron cuidadosamente añadidos al recipiente que contenía los ovocitos previamente preparados en condiciones óptimas. Se dejo descansar durante una hora, tiempo necesario para permitir la interacción efectiva entre gametos. Tras este período, se tomó una muestra representativa para evaluar la tasa de fertilización, identificando el porcentaje de ovocitos fecundados en relación con el total de ovocitos presentes.

3.6.7.1. Tasa de fertilización

Es el porcentaje de huevos que ya se encuentran fecundados, para esto se homogeniza y se extrae una muestra usando una pipeta, para poder cuantificar los ovocitos en el microscopio (AYERBE et al, 2018).

Figura 21

Huevos fecundados



Nota. Fotografías tomadas que muestra huevos fecundados observados al microscopio.

3.6.8. Tasa de supervivencia y de crecimiento

Se registró el crecimiento y la densidad de los ejemplares en etapa larvaria (larva D), durante un período de dos semanas, con registros cada cuatro días. A partir de estos datos, se aplicaron una serie de fórmulas específicas para calcular dichas tasas. Es importante destacar que, en el Tratamiento 2, no se logró la fecundación exitosa de los gametos; por lo tanto, no se procedió a la fase de cultivo larvario ni se obtuvieron datos de crecimiento y densidad para este grupo.

3.6.8.1. Tasa de crecimiento

Se calculo mediante la fórmula propuesta por Gulland (1971):

$$TC = (LTi + 1 - LTi) / (ti + 1 - ti)$$

Siendo:

TC = Tasa de Crecimiento

ti = Mes correspondiente al muestreo inicial

ti+1 = Periodo de muestreo posterior al tiempo inicial

Lt i = Longitud al tiempo t i

Lt i+1 = Longitud al tiempo t i+1

3.6.8.2. Tasa de supervivencia

Se obtiene aplicando la ecuación desarrollada por Gulland (1971):

$$\% \text{ Supervivientes} = Nti / Nt0 * 100$$

Donde:

%S = supervivencia

Nt i = Cantidad de organismos registrados al mes final del estudio

Nt 0 = Cantidad de organismos al inicio del experimento

3.8. Parámetros ambientales

Durante el desarrollo del experimento, se realizó el monitoreo y control de las variables ambientales clave en el sistema de acondicionamiento, las cuales son fundamentales para garantizar las condiciones óptimas de cultivo. La temperatura, el oxígeno disuelto, la salinidad y el ph fueron registrados de manera constante para asegurar la viabilidad de los organismos de estudio. Los datos obtenidos de estos registros fueron documentados en un cuaderno de campo.

3.9. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los datos obtenidos fueron organizados en Excel para su análisis posterior. Con el fin de evaluar variables como el diámetro de los ovocitos, la densidad, el crecimiento y la supervivencia larvaria, se aplicó un análisis de varianza de un solo factor (ANOVA), con un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$, utilizando el software estadístico SPSS. Asimismo, se realizó una prueba Tukey posterior al ANOVA, con el propósito de determinar diferencias significativas entre tratamientos, de acuerdo con el enfoque metodológico planteado por Zar (1984), citada por López et al. (2009).

CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS

4.1.1. Perfil bioquímico de las dietas formuladas

4.1.1.1. Determinación del perfil bioquímico de las microalgas

Las microalgas evaluadas (*Isochrysis galbana, Chaetoceros gracilis y Phaeodactylum tricornutum*) exhiben perfiles variables de ácidos grasos poliinsaturados (PUFAs), incluyendo ácido araquidónico (C20:4n-6), ácido eicosapentaenoico (C20:5n-3) y ácido docosahexaenoico (C22:6n-3). Los resultados de los análisis cromatográficos pueden consultarse en los Anexos 02, 03 y 04.

Entre las especies evaluadas, la *Chaetoceros gracilis* presentó mayor concentración de ARA, alcanzando 3,11 %, seguida de *Phaeodactylum tricornutum* con 0,29 % e Isochrysis *galbana* con 0,14%. En cuanto al contenido de EPA, *Phaeodactylum tricornutum* sobresalió con una alta concentración de 28,16 %, seguida de *Chaetoceros gracilis* con 14,09 % e *Isochrysis galbana* con 0,41 %. Por último, *Isochrysis galbana* registró la mayor concentración de DHA, con 7,22 %, mientras que *Phaeodactylum tricornutum y Chaetoceros gracilis* alcanzaron valores de 0,87 % y 1,17 %, respectivamente.

Tabla 09.

Composición de ácidos grasos poliinsaturados (%Relativo) de microalgas.

	C 20:4n-6	C 20:5n-3	C 22:6n-3
Isochrysis galbana	0,14	0,41	7,22
Chaetoceros gracilis	3,11	14,09	1,17
Phaeodactylum tricornutum	0,29	28,16	0,87

Nota. Porcentaje relativo de microalgas.

4.1.1.2. Determinación del perfil bioquímico de la gónada

El estudio en el tratamiento 1 reveló un aumento en las concentraciones de ácido araquidónico (ARA, C20:4n-6) acumulados en las gónadas de las hembras, alcanzando un promedio de 2,86 % en comparación con el tratamiento 2 que presentó 2,33 %, mientras que los ejemplares machos mostraron un valor promedio de 2,85 % en comparación con el tratamiento 2 que presentó 2,90 %. En relación al EPA y DHA, las hembras registraron concentraciones promedio de 14,92 % y de 15,46 % respectivamente, mientras que los machos mostraron concentraciones promedio de 16,06 % y de 20,53 % respectivamente.

Tabla 10.

Composición de PUFA (% Relativo) de las gónadas de hembras y machos acondicionados con el tratamiento 1.

	C 20:4n-6	C 20:5n-3	C 22:6n-3
Hembra	2,86	14,92	15,46
Macho	2,85	16,06	20,53

Nota. Datos obtenidos a partir del análisis de lípidos en gónadas de organismos del tratamiento 1.

En el tratamiento 2, se detectó una elevación de los niveles de ácido docosahexaenoico presentes en las gónadas de las hembras, alcanzando un promedio de 17,80 % en comparación con el tratamiento 1 que presentó 15,46 %, mientras que los ejemplares machos mostraron un valor promedio superior de 24,01 % en comparación con el tratamiento 1 y 3 que presentó 20,53 % y 19,82 % respectivamente. En relación al EPA y ARA, las hembras registraron concentraciones promedio de 16,53 % y de 2,33 % respectivamente, mientras que los machos mostraron concentraciones promedio de 15,46 % y de 2,90 % respectivamente.

Tabla 11.

Composición de PUFA (% Relativo) de las gónadas de hembras y machos acondicionados con el tratamiento 2.

	C 20:4n-6	C 20:5n-3	C 22:6n-3
Hembra	2,33	16,53	17,80
Macho	2,90	15,46	24,01

Nota. Datos obtenidos a partir del análisis de lípidos en gónadas de organismos del tratamiento 2.

En el tratamiento 3, las gónadas de los machos acondicionados alcanzaron mayores niveles ácido docosahexaenoico (DHA, C 22:6n-3), alcanzando un promedio de 19,82 %. En relación al EPA y ARA, las machos registraron concentraciones promedio de 12,97 % y de 3,67 % respectivamente.

Tabla 12

Composición de PUFA (% Relativo) de las gónadas de los machos acondicionados con el tratamiento 3.

	C 20:4n-6	C 20:5n-3	C 22:6n-3
Macho	3,67	12,97	19,82

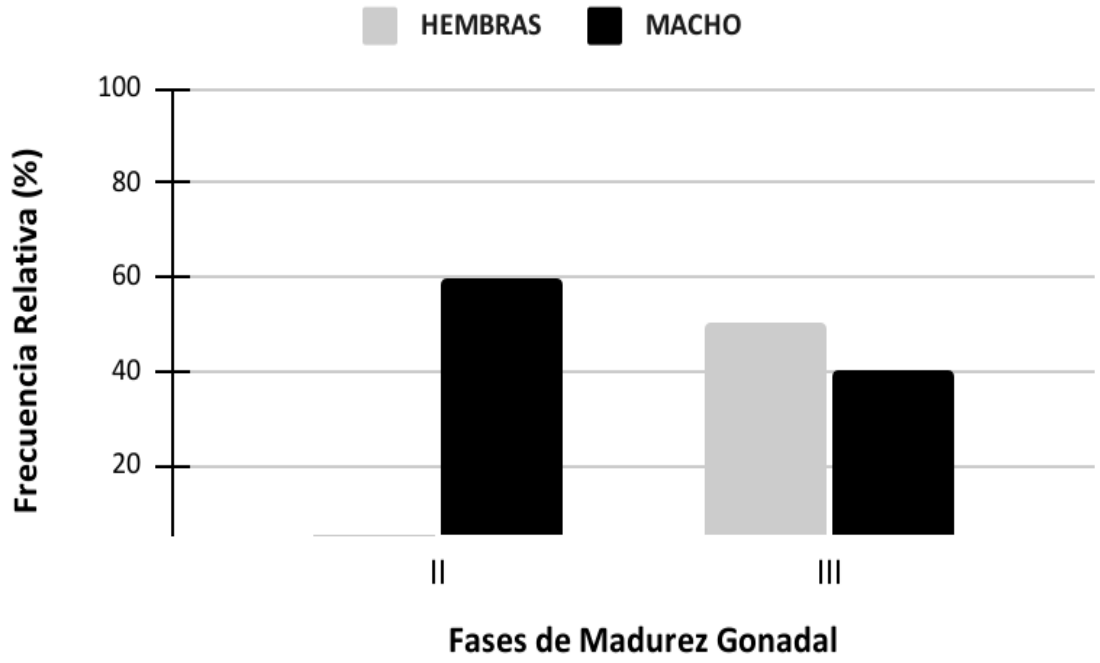
Nota. Datos obtenidos a partir del análisis de lípidos en gónadas de organismos del tratamiento 3.

4.1.2. Determinación de la madurez gonadal

El análisis histológico para determinar la madurez gonadal de los individuos se puede visualizar en el Anexo 05; en el caso del tratamiento 1, se identificaron con respecto a las dos hembras, una indeterminado y la otra madura (III), en los machos, se identificaron las siguientes fases: 3 individuos con fase en maduración (II) y 2 maduros (III), representado en porcentaje de 60% y 40% respectivamente.

Figura 22

Distribución relativa de los niveles de madurez gonadal en hembras y machos pertenecientes al tratamiento 1

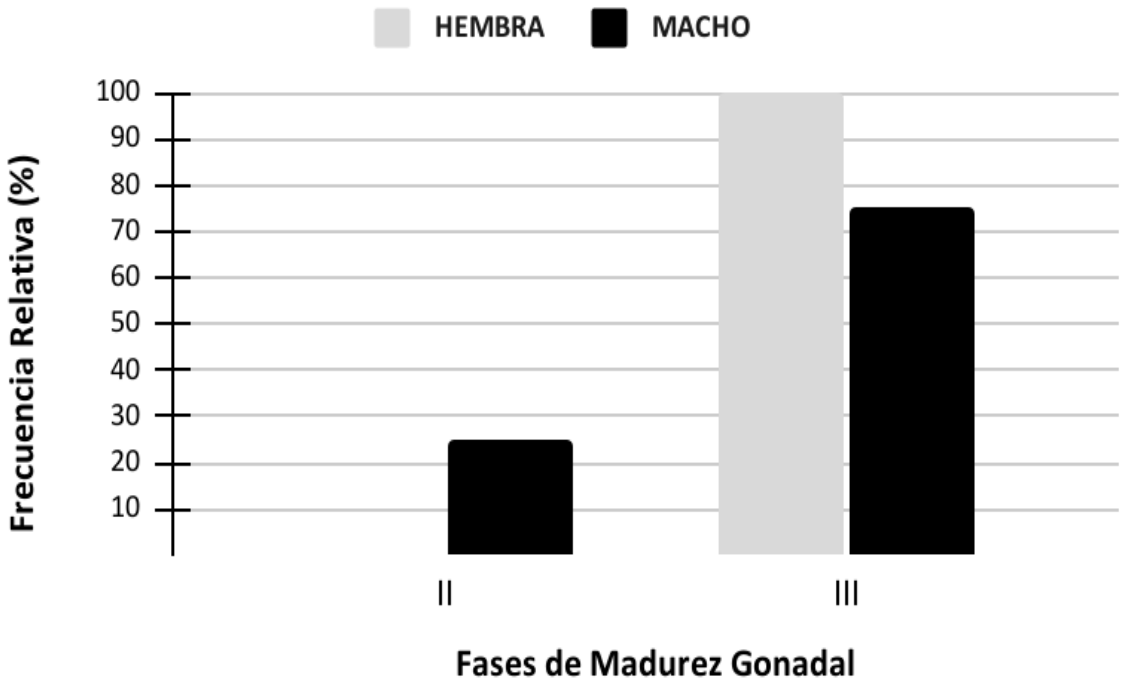


Nota. Elaboración a partir de los resultados del análisis histológico gonadal de hembras y machos del tratamiento 1.

En el tratamiento 2, se identificaron dos hembras maduras (III), obteniendo un 100% de hembras maduras; mientras que los ejemplares machos, se identificaron las siguientes fases: un individuo en fase de maduración (II) y 3 maduros (III), en porcentaje fue de 25% y 75% respectivamente.

Figura 23

Distribución relativa de los niveles de madurez gonadal en hembras y machos pertenecientes al Tratamiento 2.

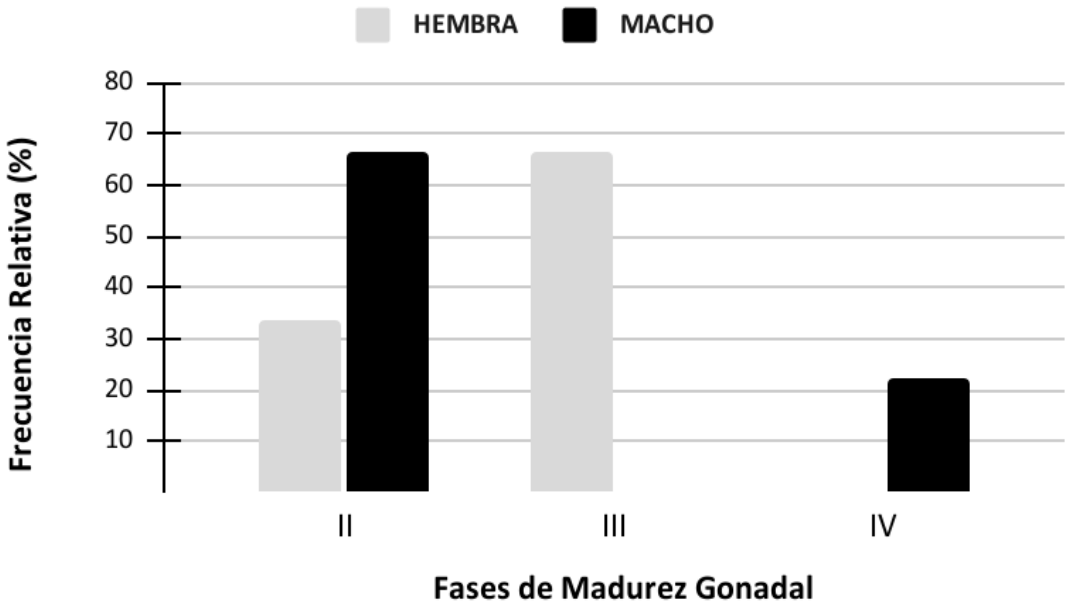


Nota. Elaboración a partir de los resultados del análisis histológico gonadal de hembras y machos del tratamiento 2.

En el tratamiento 3, se identificaron tres hembras en las siguientes fases: una en fase de maduración (II) y 2 maduros (III), alcanzando un 33.3% y 66.7%, respectivamente; mientras que los ejemplares machos, se identificaron ocho ejemplares en las siguientes fases: seis en fase de maduración (II) y dos individuos expulsantes (VI), en porcentaje de 75 y 25% respectivamente.

Figura 24

Distribución relativa de los niveles de madurez gonadal en hembras y machos pertenecientes al Tratamiento 3.



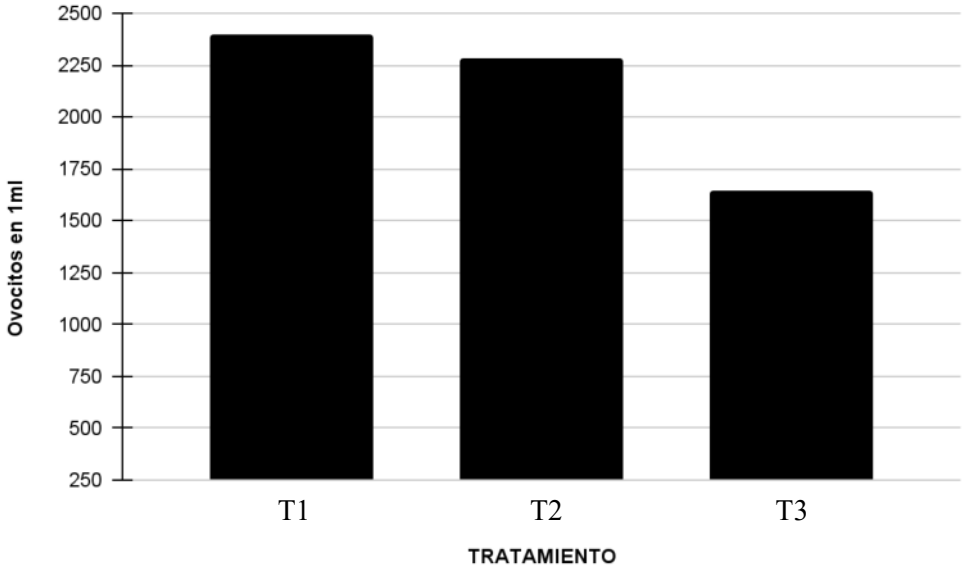
Nota. Elaboración propia usando datos del análisis histológico de gónadas de hembras y machos del tratamiento 3.

4.1.3. Calidad de ovocitos

Se registraron 2,395 ovocitos por mililitro en la etapa post-vitelogenica procedentes de las hembras acondicionadas con el tratamiento 1, mientras que las hembras acondicionadas con el Tratamiento 2 se registraron 2,285 ovocitos por mililitro en la etapa post-vitelogenica. Por último, el Tratamiento 3 presentó la menor cantidad, con 1,648 ovocitos por mililitro, de la segunda experiencia.

Figura 25

Densidad de ovocitos 1ml



Nota. Elaboración propia basada en los datos obtenidos de la densidad de los ovocitos según el tratamiento.

Según los resultados del ANOVA de un solo factor, no se detectaron diferencias significativas ($p > 0.05$) entre los tratamientos.

Tabla 13

ANOVA de 1 vía de la densidad de ovocitos por tratamiento.

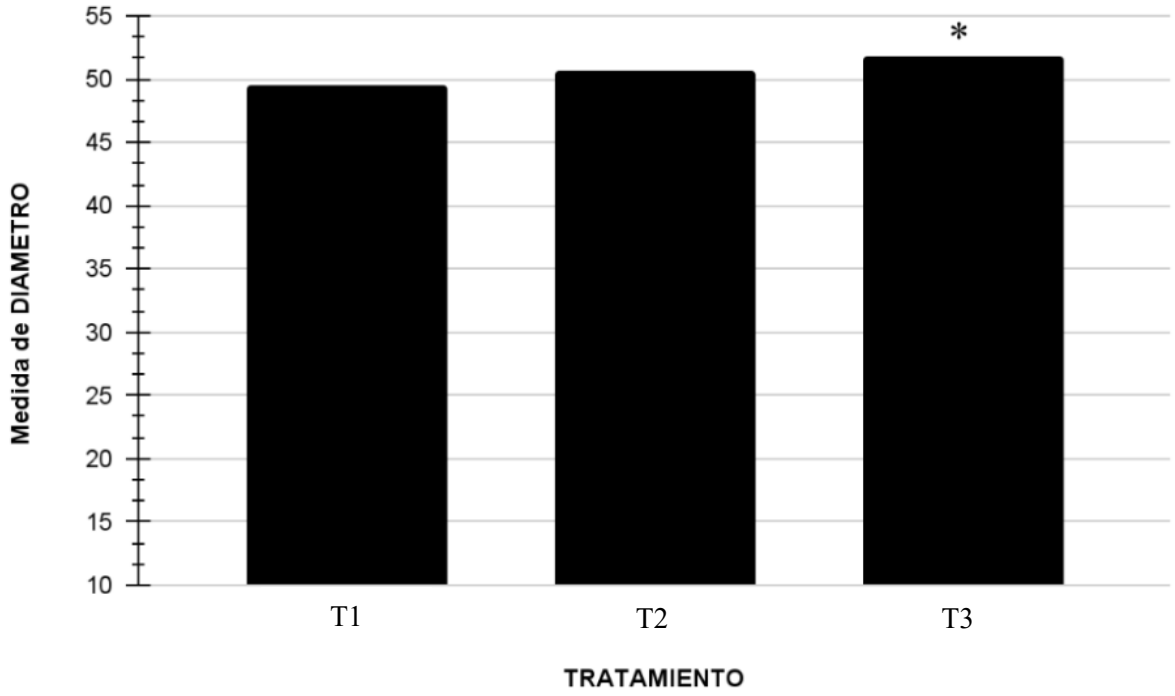
	Suma de cuadrados	**gl**	**Media cuadrática**	**F**	**Sig.**
Entre grupos	977857,56	2	488928,78	2,22	0,19
Dentro de grupos	1321785,33	6	220297,56		
Total	2299642,89	8			

Nota. ANOVA realizado para comparar la densidad de ovocitos entre tratamientos experimentales.

El diámetro promedio de los ovocitos según la dieta suministrada, registró 49,6 µm para el tratamiento1, mientras que en el Tratamiento 2 se obtuvo un promedio de 50,7 µm. Por su parte, el Tratamiento 3 presentó el mayor diámetro promedio, con 51,8 µm.

Figura 26

Medida de diámetro de ovocitos según el tratamiento



Nota. Elaboración propia basada en los resultados del tamaño de ovocitos según el tratamiento.

Para evaluar la presencia de diferencias estadísticas relevantes, se realizó un análisis de varianza de un solo factor (ANOVA), mediante el cual se identificaron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$) en el diámetro de los ovocitos entre los grupos alimentados con las dietas 2 y 3. Sin embargo, al comparar el tratamiento 1 con el tratamiento 2, no se encontraron diferencias significativas ($p > 0.05$), como se evidencia en las tablas 14 y 15.

Tabla 14

ANOVA de 1 vía del diámetro de los ovocitos por tratamiento

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	242,00	2	121,00	8,74	0,00
Dentro de grupos	4111,00	297	13,84		
Total	4353,00	299			

Nota. Análisis de varianza realizado para comparar el diámetro de ovocitos entre tratamientos. Se encontró diferencias significativas ($p < 0.05$).

Tabla 15

Pruebas post hoc del diámetro de ovocitos por tratamiento

Tukey B[a]		Subconjunto para alfa = 0.05	
TRATAMIENTO	**N**	**1**	**2**
T1	100	49,60	
T2	100	50,70	50,70
T3	100		51,80

Nota. Las medias de los grupos se presentan en los subconjuntos homogéneos.

a. Tamaño muestral basado en la media armónica igual a 100.

4.1.4. Tasa de fertilización

En el tratamiento 1, se emplearon dos machos y dos hembras para la fertilización, lo que resultó en un total de 179 ovocitos fertilizados por mililitro, alcanzando una tasa de fertilización del 51,14 %. En el Tratamiento 2, con la misma proporción de machos y hembras, se obtuvo un total de 156 ovocitos fertilizados por mililitro, registrando una tasa de fertilización del 41,94 %. Finalmente, en el Tratamiento 3, también utilizando dos machos y dos hembras, se obtuvo un total de 257 ovocitos fertilizados por mililitro, con una tasa de fertilización del 67,99 %.

Tabla 16.

Datos para la tasa de fertilización según el tratamiento.

Tratamiento	N° Fertilizados	N° Total	% Fertilización
T1	179	3580000	51,14 %
T2	156	3120000	41,94 %
T3	257	5140000	67,99 %

Nota. Cálculo de la tasa de fertilización (%) realizado a partir del número de ovocitos fertilizados sobre el total de ovocitos expuestos por tratamiento.

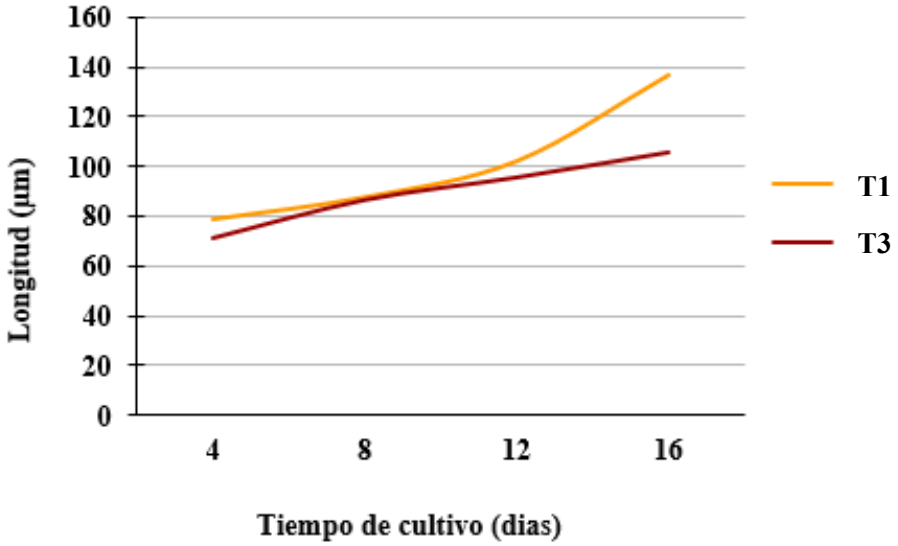
4.1.5. Viabilidad de las larvas veliger, en función al crecimiento y supervivencia larvaria.

El registró del crecimiento y supervivencia larvaria se realizó cada 4 días. La medición de la longitud media de las larvas D comenzó en el cuarto día de cultivo; en el tratamiento1, se obtuvo una longitud promedio de 79,0 µm en el día 4, seguido de 87,8 µm en el día 8, 102,2 µm en el día 12 y alcanzando 136,6 µm en el día 16. La tasa de crecimiento registrada fue de 2,2 µm. día^{-1} entre el 4to y 8vo día de cultivo, incrementándose a 3,6 µm. día^{-1} entre el 8vo y 12avo día de cultivo, y alcanzando su mayor valor de 8,6 µm. día^{-1} en el 12avo y 16avo día de cultivo.

Por otro lado, en el Tratamiento 3, la longitud promedio inicial fue de 71,4 µm en el día 4, aumentando a 86,6 µm en el día 8vo de cultivo, 95,6 µm en el día 12 y alcanzando 105,6 µm en el día 16. La tasa de crecimiento registrada fue de 3,8 µm. día^{-1} entre el 4to y 8vo día de cultivo, incrementándose a 2,3 µm. día^{-1} entre el 8vo y 12avo día de cultivo y alcanzando su mayor valor de 2,5 µm. día^{-1} en el 12avo y 16avo día de cultivo.

Figura 27

Crecimiento (µm) de larvas D.



Nota. Representación del crecimiento larval (longitud promedio en µm) a lo largo de 16 días de cultivo, comparando el tratamiento 1 y el tratamiento 3.

El análisis de varianza de un solo factor no evidenció diferencias significativas ($p > 0.05$) entre el tratamiento 1 y el 3.

Tabla 17

ANOVA de 1 vía de longitud promedio de larvas D por tratamiento.

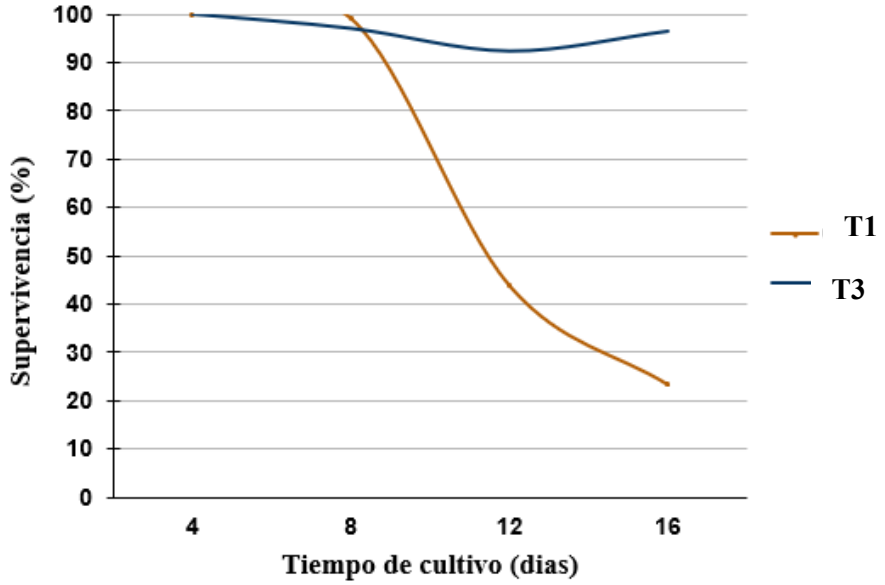
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	269,12	1	269,12	0,63	0,46
Dentro de grupos	2558,48	6	426,41		
Total	2827,60	7			

Nota. Análisis de varianza realizado para comparar la longitud promedio de larvas D por entre tratamientos experimentales.

Del mismo modo se registró la supervivencia el cuarto día de cultivo obteniendo en el tratamiento 1, 2377 larvas y en el tratamiento 3, 2450 larvas que representó el 100% de supervivencia larvaria; el tratamiento 1, el octavo día de cultivo se obtuvieron 2357 larvas registrando un 99,14% de supervivencia; el doceavo día de cultivo se obtuvieron 1042 larvas registrando un 43,82% y el último registro que fue el dieciseisavo día se obtuvieron 555 larvas registrando un 23,34 % de supervivencia; mientras que en el Tratamiento 3 el octavo día de cultivo se obtuvieron 2376 larvas registrando un 96,99 % de supervivencia, el doceavo día de cultivo se obtuvieron 2260 larvas registrando un 92,23 % y el dieciseisavo día se obtuvieron 2362 larvas registrando un 96,40 % de supervivencia.

Figura 28

Curva de supervivencia de larva D.



Nota. A lo largo del cultivo, el tratamiento 1 muestra una clara disminución en la supervivencia larvaria., mientras que el tratamiento 3 mantiene una supervivencia constante y elevada.

El ANOVA de una vía no evidencio diferencias estadísticamente significativas ($p > 0.05$) entre los tratamientos 1 y 3.

Tabla 18

ANOVA de 1 vía de la densidad de larvas D por tratamiento.

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	1214710,50	1	1214710,50	2,81	0,15
Dentro de grupos	2597877,78	6	432979,63		
Total	3812588,28	7			

Nota. No se detectaron diferencias significativas ($p > 0.05$) en la densidad de larvas D entre tratamientos, según los resultados del ANOVA.

4.2. DISCUSIÓN

El régimen alimenticio basado en tres dietas de microalgas ricas en ácidos grasos poliinsaturados (PUFA) suministrado mediante acondicionamiento reproductivo durante 45 días en medio controlado, impactó positivamente en la maduración gonadal de *Magallana gigas*. Los hallazgos de esta investigación demostraron la relevancia de una alimentación específica para mejorar el proceso reproductivo de la especie, resaltando la función crucial de la PUFA en la maduración y calidad gonadal.

La influencia de la PUFA en el desarrollo reproductivo de moluscos bivalvos ha sido ampliamente documentada en la literatura científica. Estudios previos han demostrado su importancia como fuente de energía fundamental en los procesos fisiológicos involucrados en la maduración gonadal, como lo menciona Volkman et al., (1989); Whyte et al., (1990) y Martínez et al., (1999).

El análisis del perfil bioquímico de las microalgas que conformaron las dietas, mostró valores de ARA, EPA y DHA que se reflejaron en el contenido bioquímico de las gónadas analizadas. Según Farias, A., et al., (2003), la *Isochrysis galbana* es una fuente rica en ácido docosahexaenoico (DHA), así mismo Ohse, S., et al., (2015) mencionaron que *Chaetoceros gracilis* presenta mayor concentración de ácido eicosapentaenoico (EPA), lo que coincidió con los resultados de esta tesis, donde *Isochrysis galbana* registró la mayor concentración de ácido docosahexaenoico (DHA) con 7,22 %, siendo menor a lo reportado por Liu et al. (2018), con 18.5% de DHA para esta especie. Por otro lado, *Chaetoceros gracilis* presentó una concentración de 14,09 % de EPA, siendo un valor superior a lo descrito por Barros et al. (2018), quien encontró que esta microalga contenía aproximadamente 12% de EPA en su composición lipídica, al mismo tiempo fue un valor inferior a lo reportado por Parker et al. (2015) quien analizó la composición de ácidos grasos de *Chaetoceros gracilis* y reportó que contenía aproximadamente un 25% de

EPA. En el caso del *Phaeodactylum tricornutum*, este registró un contenido de 28,16% de EPA, siendo un valor superior a los datos publicados por Anderson et al. (2016), quien encontró 18.3% de EPA para esta especie. En el caso del ARA, *Chaetoceros gracilis* presentó una concentración de 3,11 % de ARA, siendo un valor levemente inferior a lo reportado por Hernandez-Alarcon, I. (2016), quien encontró que esta microalga contenía aproximadamente 3,38% de ARA en su composición lipídica.

Lo anterior explicaría porque el tratamiento 2 registró mayor concentración de DHA en comparación con EPA, ya que las proporciones suministradas en el tratamiento presentaron mayor cantidad de *Isochrysis galbana* que de *Chaetoceros gracilis*. Cabe señalar que no fue posible incluir los datos obtenidos de la composición de la PUFA en las gónadas de hembras del tratamiento 3, ya que en este grupo solo se obtuvieron ejemplares masculinos y luego tuvo que repetirse este ensayo con otros ejemplares. Según Fu, J., et al., (2024), las hembras de ostras tenían concentraciones más altas de PUFA, incluyendo DHA y EPA, en comparación con los machos, esta diferencia se atribuía a las distintas demandas energéticas y funciones reproductivas de cada sexo, lo que coincide con los resultados de la tesis, donde las hembras alcanzaron concentraciones de 5,04 µg/mL de DHA y 4,68 µg/mL de EPA, mientras que los machos mostraron concentraciones de inferiores de DHA y EPA, con valores de 3,16 µg/mL y 2,26 µg/mL respectivamente.

Por lo que se evidencia que el Tratamiento 2 presentó los mejores resultados, debido a su mayor composición de EPA y DHA respecto al grupo control. Su composición, basada en un 68% de *Isochrysis galbana* y 32% de *Chaetoceros gracilis*, indica que una dieta con proporciones adecuadas de estas microalgas puede favorecer el proceso reproductivo en condiciones controladas, esto coincide con lo mencionado por González-Araya et al. (2012), quien evaluó el suministro de la dieta que combinaba 50% *Isochrysis galbana* + 30% *Chaetoceros gracilis* + 20% *Tetraselmis suecica* en el acondicionamiento de reproductores de *Magallana gigas*

destacando la dieta como una fuente rica en ácidos grasos poliinsaturados presentes en las gónadas; de manera similar, Martinez et al. (2000), quien obtuvo datos positivos en el acondicionamiento reproductivo de *Argopecten purpuratus* al suministrar una dieta basada en 50% de *Isochrysis galbana* y 50% de *Pavlova lutheri* donde se destacó la elevada concentración de DHA por parte de dicha dieta; Whyte et al. (1990), por su parte, demostró que al suministrarle a la especie *Magallana gigas* una dieta 100% de *Isochrysis galbana*, se obtiene una gran concentración de PUFA en las gónadas de los individuos, específicamente en los niveles de DHA y EPA, sin embargo menciona que al suministrarle una dieta mixta mejoraría el nivel de PUFA en las gónadas.

Los resultados del análisis histológico permitieron corroborar el grado de madurez gonadal alcanzado por los ejemplares sometidos a diferentes dietas. Los resultados evidenciaron que los progenitores hembras del Tratamiento 2 (100%) y tratamiento 3 (67%) alcanzaron la madurez gonadal (III) durante el acondicionamiento (45 días), mientras que los progenitores del tratamiento 1 permanecieron mayoritariamente en fase de maduración (II), esto atribuido a la mayor concentración de DHA aportada por el tratamiento 2 y la suplementación con nanoencapsulados del tratamiento 3, siendo importante para la reproducción. En las hembras, el DHA juega un papel importante, ya que tienden a acumular mayores concentraciones de DHA en los ovocitos (Caers et al., 2002), en los machos, la combinación de *Isochrysis galbana* y *Chaetoceros gracilis* en la dieta es fundamental, ya que el DHA y el EPA suministrados han demostrado aumentar las probabilidades de maduración espermática (González-Araya et al., 2012). Así mismo se observó mayor porcentaje de maduración en los machos (60%) en comparación con las hembras (40%); esto debido a que las hembras necesitan más requerimientos nutricionales, esto debido a que necesitan mayor cantidad de PUFA, como DHA y EPA, para poder desarrollar la ovogénesis (Da Costa, F., et al., 2015).

Tanto los resultados del crecimiento larvario como de la supervivencia larvaria se desarrollan solamente en el tratamiento 1 y el tratamiento 3. En el caso del tratamiento 2, después de realizada la fertilización, el cultivo completo no prosperó, lo que sugiere problemas durante el proceso de fecundación al usar el método de disección gonadal (Stripping), se observaron ovocitos que no fueron fecundados, situación que podría estar asociada al paso de los ovocitos por el gonoducto, como Widowati, L., et al. (1991) observaron en *Pecten maximus*, donde los ovocitos extraídos directamente de la gónada por el método stripping no eran viables con tasas casi nulas de eclosión, sin embargo, los ovocitos que pasaron por el gonoducto mostraron tasas positivas de eclosión, demostrando que el paso por este ducto es un requisito biológico para completar la maduración de los ovocitos.

Los resultados del crecimiento larvario reflejan una uniformidad en el tamaño de los ovocitos entre los diferentes tratamientos, aunque se observó una disminución en la densidad ovocitaria en el Tratamiento 3. No obstante, el tratamiento 1 presentó los mejores resultados, alcanzando un tamaño de 136,6 µm en el día 16, con un crecimiento medio de 4,8 µm por día en comparación con 105,6 µm en el día 16 y 2,85 µm/día registrados para el tratamiento 3, aunque estadísticamente no mostraron diferencia significativa. Los resultados del tratamiento 1 se encuentran dentro del rango registrado por Marshall et al.,(2010), quienes señalaron que las tasas de crecimiento larvario en *Crassostrea gigas* pueden variar entre 4 y 6 µm/día, siendo mayores cuando emplean dietas combinadas de microalgas, tales como *Isochrysis galbana y Chaetoceros calcitrans*, que contienen altos niveles de ácidos grasos poliinsaturados, específicamente DHA y EPA, por otro lado el estudio de Rico-Villa et al. (2006) demostró que el uso de dietas, en particular combinaciones equilibradas de *Isochrysis affinis galbana y Chaetoceros calcitrans* forma pumilum, como la proporción 50/50, permitió alcanzar una tasa de crecimiento larvario notablemente superior de 13,2 µm/día. Esto sugiere que el buen desempeño del Tratamiento 1 podría estar relacionado con alimentación más equilibrada y abundante en estos nutrientes

fundamentales para el crecimiento larvario, así mismo González-Araya et al., (2012) mencionan que una combinación balanceada de microalgas ricas en EPA y DHA va a mejorar el tamaño y la tasa de crecimiento larvario de *Magallana gigas.*

Los resultados de la supervivencia larvaria de la ostra *Magallana gigas*, evidencian que el tratamiento que tuvo mejores resultados fue el tratamiento 3, con un 96,40% en el último día de registro, siendo superior al tratamiento 1, que presentó un 23,34%, lo que sugiere que la dieta rica en EPA y DHA suministrada influye en la viabilidad larvaria en cuanto a la supervivencia, optimizando la calidad de los ovocitos y la capacidad de las larvas a presentar mayor resistencia generando mayor supervivencia y capacidad de desarrollarse en ambientes controlados (Pernet et al., 2005; Caers et al., 1999), lo cual coincide con lo presentado por González-Araya et al., (2023), donde la supervivencia larvaria de *Ostrea edulis* más alta fue la originada por los reproductores alimentados con la dieta combinada de *Rhodomonas salina* y *Chaetoceros neogracile*, las cuales presentan concentraciones altas de EPA y DHA, logrando una supervivencia larvaria entre 92 - 97% durante los primeros 9 días de cultivo.

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES

- Se evaluó la influencia de tres dietas formuladas con abundantes en PUFA sobre la maduración sexual de *Magallana gigas* en ambientes controlados, evidenciando que la calidad nutricional de las dietas influye directamente los procesos reproductivos y la viabilidad larvaria.

- Las especies de microalgas empleadas presentaron perfiles bioquímicos diferentes en ácidos grasos poliinsaturados (PUFA). *Isochrysis galbana* destacó por su alto contenido de DHA (7,22 %) con valores de hasta 14,2 µg/mL, *Phaeodactylum tricornutum* por su elevado contenido de EPA (28,16 %) alcanzando hasta 12,5 µg/mL y *Chaetoceros gracilis* por tener la mayor proporción de ARA (3,11 %). Estos perfiles influyeron en la acumulación de PUFA en las gónadas de los reproductores durante el acondicionamiento reproductivo.

- El análisis histológico evidenció que los estadios de maduración gonadal de los reproductores variaron según la dieta suministrada. Las dietas con mayores concentraciones adecuadas de ARA, EPA y DHA como en Tratamiento 2 (68% It + 32% Ch) permitieron una mayor cantidad de individuos en estadio maduro (III), con un 61,5% de hembras y 57,3% de machos. En comparación, el Tratamiento 1 alcanzó un 49,2% y el Tratamiento 3 un 53,4% de individuos maduros, confirmando que la combinación de *Isochrysis y Chaetoceros* favoreció la gametogénesis.

- Las dietas en base a microalgas ricas en PUFA y la suplementación con nanoencapsulados, favorecieron la obtención de larvas viables, contribuyendo significativamente al crecimiento y supervivencia de la progenie *Magallana gigas*, con un 72,8% de larvas viables al día 15, frente a 65,1% en T2 y 61,3% en T1.

CAPÍTULO VI: RECOMENDACIONES

- Es recomendable profundizar en la investigación del uso de dietas de alimento vivo, buscando microalgas que tengan mejores características en relación a su contenido de ácidos grasos poliinsaturados, o suplementadas principalmente con ARA, EPA y DHA que ayuden a mejorar el crecimiento de las larvas, sin afectar su supervivencia, con la finalidad de alcanzar un cultivo más eficiente y sostenible.

- Se sugiere continuar investigando sobre técnicas de desove como el método de stripping, shock térmico, shock alimenticio o una combinación de estos con el objetivo de conocer mejor cómo influyen en la calidad de los gametos y en el proceso de fecundación, mediante análisis del tamaño y composición principalmente de los ovocitos y corroborando con un análisis histológico, sobre todo cuando se trabaja en condiciones controladas.

- Considerando los resultados positivos obtenidos en la maduración y la alta viabilidad de las larvas, se recomienda que se realice un estudio de factibilidad económica para evaluarlo en escala comercial, incluyendo un análisis detallado de los costos de producción de las microalgas y el nanoencapsulado, comparando su valor con el potencial generado por la producción de semillas de alta calidad. Este enfoque no solo confirmaría la eficiencia biológica del método, sino también su rentabilidad en un contexto industrial.

- Se recomienda un estudio de seguimiento que evalúe si las larvas producidas bajo la investigación mantienen un crecimiento superior y de supervivencia en la etapa de juveniles, este dato sería importante para demostrar el valor a largo plazo de la dieta implementada, ya que la calidad de la semilla es un factor determinante para el éxito del cultivo.

CAPÍTULO VII: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abbas, A. S. A., El-Wazzan, E., Khafage, A. R., & Abdel Razek, F. A. (2018). Evaluación del efecto de diferentes dietas microalgales en el desarrollo gonadal del reproductor de la almeja Ruditapes decussatus. *Aquaculture International, 26*(4), 1297–1309. https://doi.org/10.1007/s10499-018-0284

Addadi, L., Joester, D., Nudelman, F., & Weiner, S. (2006). Formación de conchas en moluscos: nuevos enfoques para comprender los procesos de biomineralización. *Chemical European Journal, 12*, 980–987.

Anderson, E. J., James, T. D., & Murphy, C. P. (2016). Composición lipídica y síntesis de ácidos grasos omega-3 a partir de microalgas. *Algal Research Journal*.

Avellanal, M. H., et al. (2002). Ciclo reproductivo de los bivalvos Ensis macha, Tagelus dombeii y Mulinia edulis en el sur de Chile. *The Veliger, 45*, 33–44.

Ayerbe Ochoa, R., et al. (2018). Manual para el cultivo de la macha (Mesodesma donacium) en la región de Moquegua.

Barros, H., Martinez, R., & Silva, M. (2018). The impact of sperm quality and handling on fertilization success in aquaculture species. Aquaculture Research, 49(4), 1234-1245.

Bayne, B.L. 1976. Aspects of reproduction in bivalve molluscs. En: Estuarine Process. Wiley, M. (ed.). Academic Press. 432-448.

Brown, M. R. (2002). Valor nutricional y aplicación de microalgas en acuicultura. En L. E. Cruz-Suárez, D. Ricque-Marie, M. Tapia-Salazar, M. G. Gaxiola-Cortés & N. Simoes (Eds.),

Avances en nutrición acuícola VI (pp. [páginas]). Memorias del VI Simposio Internacional de Nutrición Acuícola, Cancún, Quintana Roo, México.

Brown, M. (1989). Importancia nutricional y uso de microalgas en acuicultura. En *Avances en nutrición acuícola VI*. Memorias del VI Simposio Internacional de Nutrición Acuícola, Cancún, México, 281-292.

Buitrón, B., Perea, A., Mori, J., Sánchez, J., & Roque, C. (2011). Protocolo para la investigación del proceso reproductivo en peces pelágicos y demersales. Informe Técnico, Instituto del Mar del Perú, 4(38), 373–374.

Burdge, G. C., Jones, A. E., & Wootton, S. A. (2007). Eicosapentaenoic and docosapentaenoic acids are the principal products of α-linolenic acid metabolism in young men. *British Journal of Nutrition, 97*(3), 602-612.

Caers, M., Utting, S., Coutteau, P., Millican, P., & Sorgeloos, P. (2002). Efecto de la suplementación con emulsión rica en ácido docosahexaenoico sobre la reproducción de ostras Crassostrea gigas. *Marine Biology, 140*, 1157–1166.

Caers, M., Coutteau, P. y Sorgeloos, P. (1999). Impacto dietético de dietas de algas y artificiales, administradas con diferentes raciones, en el crecimiento y la composición de ácidos grasos de crías de Tapes philippinarum (L.). Acuicultura, 170 (3-4), 307-322.

Cambefort Flores, S. (2010). Evaluación del efecto de las microalgas *Chaetoceros gracilis*, *Tetraselmis sp.* e *Isochrysis galbana* sobre la reproducción y el desarrollo naupliar en copépodos calanoideos tropicales del género *Acartia* (Tesis de licenciatura). [Nombre de universidad, si aplica].

Campaña Luna, AD (2024). Evaluación del crecimiento de ostras del pacífico (Magallana gigas, THUNBERG, 1793) en el cultivo experimental del sector Zurrones Pedernales.

Castillo, L., Chirichigno, N., y Gómez, V. (2013). Escala de madurez gonadal del jurel *Trachurus murphyi* Nichols 1920. *Revista Peruana de Biología*, *20*(1), 77-84. Recuperado de http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S172799332013000100006

Chandra, P. (2016). *Nanobiosensors for personalized and onsite biomedical diagnosis* (No. 137797). The Institution of Engineering and Technology (IET).

Chávez-Villalba, J. (2014). Cultivo del ostión *Crassostrea gigas*: revisión de cuatro décadas de experiencia en México. *Hidrobiológica, 24*(3), 175–190.

Chen, H., & Yada, R. (2011). Nanotecnología aplicada a la agricultura: herramientas innovadoras para el desarrollo sostenible. *Trends in Food Science & Technology, 22*(11), 585–594. https://doi.org/10.1016/j.tifs.2011.09.004

Da Costa, F., Robert, R., Quéré, C., Wikfors, G. H., & Soudant, P. (2015). Asimilación y síntesis de ácidos grasos esenciales en larvas del bivalvo *Crassostrea gigas*. *Lipids, 50*(5), 503–511. https://doi.org/10.1007/s11745-015-4013-y

Eble, A. y Scro, R. (1996). General Anatomy. In: Kennedy V., Newell, R., Eble, A. (Eds.). The Eastern Oyster: Crassostrea virginica Maryland Sea Grant College. Maryland. U.S.A. p 19- 73.

Escapa, M., Isacch, J. P., Daleo, P., Alberti, J., Iribarne, O., Borges, M., & Dos Santos, E. P. (2004). Distribución e impactos ecológicos de la ostra del Pacífico (*Crassostrea gigas*, Thunberg, 1793) introducida en el norte de la Patagonia. *Journal of Shellfish Research, 23*(3), 765–772.

Espinosa, A. (2021). Expresión génica relacionada al estrés térmico regulada por metilación en el ostión del Pacífico (*Magallana gigas*) (Tesis de maestría). [Universidad o institución, si aplica].

Fabioux, C., Huvet, A., Le Souchu, P., Le Pennec, M., & Pouvreau, S. (2005). La temperatura y el fotoperiodo como factores clave en el ritmo reproductivo de *Crassostrea gigas*. *Aquaculture, 250*(1–2), 458–470. https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2005.02.038

Fajardo, C., Martínez, M. Á., Blasco, J., & Navas, J. M. (2022). Aplicaciones, oportunidades y desafíos regulatorios de la nanotecnología en la acuicultura. *Aquaculture and Fisheries, 7*(2), 185–200. https://doi.org/10.1016/j.aaf.2021.05.004

FAO. (2025). Magallana gigas. Programa de Información sobre Especies Acuáticas Cultivadas. Texto de Helm, MM. En: *Pesca y Acuicultura*. Actualizado el 8 de junio de 2006 [Citado el viernes 25 de julio de 2025]. https://www.fao.org/fishery/es/culturedspecies/crassostrea_gigas

FAO. (2024). El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2024. La transformación azul en acción. Roma. https://doi.org/10.4060/cd0683es

FAO. (2008). *Cultivo y manejo de moluscos bivalvos en América Latina*. Recuperado de https://www.fao.org/4/i0444s/i0444s22.pdf

Farías, A., et al. (2003). Evaluación del impacto de la dieta y la temperatura sobre el contenido de ácidos grasos poliinsaturados en lípidos totales y fosfolípidos de larvas de *Argopecten purpuratus*. *Aquaculture, 228*(1–4), 289–305. https://doi.org/10.1016/S0044-8486(03)00303-6

Fidalgo, J. P., et al. (1998). Influencia de la fuente de nitrógeno y la fase de crecimiento sobre la composición bioquímica, fracciones lipídicas y perfil de ácidos grasos en la microalga marina *Isochrysis galbana*. *Aquaculture, 166*, 105–116. https://doi.org/10.1016/S0044-8486(98)00280-6

Folch, J., Lees, M., & Sloane Stanley, G. H. (1957). Protocolo simplificado para la extracción y purificación de lípidos totales a partir de tejidos animales. *The Journal of Biological Chemistry, 226*, 497–509. https://doi.org/10.1016/S0021-9258(18)64849-5

Fu, J., et al. (2024). Evaluación comparativa de la composición bioquímica y del contenido de aminoácidos y ácidos grasos en ejemplares diploides, triploides y tetraploides de *Crassostrea gigas*. *Molecules, 29*(11), 2671. https://doi.org/10.3390/molecules29112671

Galtsoff, P. S. (1964). Revisión integral sobre la biología y ecología de la ostra americana *Crassostrea virginica*. *Fishery Bulletin of the U.S. Fish and Wildlife Service, 64*, 1–480.

García, T., et al. (2021). *Phaeodactylum tricornutum* como fuente alternativa de ácido eicosapentaenoico (EPA) para aplicaciones en biotecnología. *Revista BioTecnología, 25*(5), 66–77.

Giese, A.C., Kanatani, H. 1987. Maturation and spawning. En: Reproduction of marine invertebrates. Giese, A.C., Pearse, J.S., Pearse, V.B. (eds.). Blackwell- Boxwood. Boston (4):251-330.

Glencross, BD, Bachis, E., Betancor, MB, Calder, P., Liland, N., Newton, R. y Ruyter, B. (2025). El futuro de los omega-3 en la acuicultura: análisis de la oferta y la demanda de ácidos grasos esenciales omega-3 de cadena larga por especies acuícolas. *Reseñas en Fisheries Science & Aquaculture* , *33* (2), 167-216.

Gómez Robles, M. E. (2013). Evaluación de la calidad reproductiva de la especie *Pteria sterna* y su impacto en la viabilidad larvaria. [Tesis de licenciatura, institución no especificada].

Gonzales-Araya, R., Mingant, C., Petton, B., & Robert, R. (2012). Efectos del tipo de dieta en la preparación reproductiva de reproductores de *Ostrea edulis* y su influencia en el

desarrollo larval. *Aquaculture, 364–365*, 272–280. https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2012.08.019

González-Solórzano, F., et al. (2023). Caracterización biológica y bioquímica del mejillón (*Mytella guyanensis*) y la ostra (*Magallana gigas*) cultivados en el Golfo de Nicoya. *Informe técnico, entidad no especificada*.

González, R. R., Vélez, P. P., & Cárdenas, J. V. (2014). Inducción al desove de la Concha Prieta Anadara tuberculosa (Sowerby, 1833) en condiciones de laboratorio. La Técnica, (12), 56-63.

Grassé, P. P., Poisson, R. A., & Tuzet, O. (1976). *Zoología de los invertebrados* (Vol. 1). Editorial Toray-Masson.

Gulland, J. (1971). *Manual de métodos para la evaluación de poblaciones pesqueras*. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO); Editorial Acribia.

Gu, W., Kavanagh, J. M., & McClure, D. D. (2022). A scalable model for EPA and fatty acid production by Phaeodactylum tricornutum. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, *10*, 1011570.

Hamilton, M. L., Haslam, R. P., Napier, J. A., & Sayanova, O. (2014). Ingeniería metabólica en *Phaeodactylum tricornutum* para incrementar la acumulación de ácidos grasos poliinsaturados de cadena larga omega-3. *Metabolic Engineering, 22*, 3–9. https://doi.org/10.1016/j.ymben.2013.12.003

Hayward, P., Nelson-Smith, T., & Shields, C. (1998). *Guía ilustrada de flora y fauna marina de las costas de España y Europa*. Ediciones Omega.

Helm, M. M., Bourne, N., & Lovatelli, A. (2004). *Hatchery culture of bivalves: A practical manual*. FAO Fisheries Technical Paper No. 471. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.

Helm, M. M., Bourne, N., & Lovatelli, A. (2006). *Cultivo de bivalvos en criadero: Manual práctico*. Documento Técnico de Pesca de la FAO No. 471. Roma: FAO.

Hernández-Alarcón, I. (2016). Influencia de la dieta en el perfil lipídico del alimento vivo utilizado para el cultivo larvario de peces marinos. [Tesis de Maestría, Instituto Politécnico Nacional, CICIMAR, México].

Humason, G. L. (1979). *Técnicas histológicas aplicadas a tejidos animales* (661 pp.). W.H. Freeman & Co.

Ichihara, K. I., & Fukubayashi, Y. (2010). Protocolo para la obtención de ésteres metílicos de ácidos grasos para su análisis mediante cromatografía gaseosa. *Journal of Lipid Research, 51*(3), 635–640. https://doi.org/10.1194/jlr.D001065

Imai, T. (1980). *Acuicultura en mares someros: avances en el cultivo en aguas poco profundas*. A.A. Balkema Publishers.

Iversen, E. (1982). *Cultivos marinos: peces, moluscos y crustáceos*. Editorial Acribia.

Jaramillo, J. R., & Navarro, J. (1995). Ciclo reproductivo del mejillón Aulacomya ater (Molina, 1782) en Chile. *Journal of Shellfish Research, 14*, 165–171.

Jiménez-Fernández, E., Ruyra, A., Roher, N., Zuasti, E., Infante, C., & Fernández-Díaz, C. (2014). Uso de nanopartículas como sistema innovador para la administración de vitamina C en acuicultura. *Aquaculture, 432*, 426–433.

Joaquim, S., Matias, D., & Moreno, O. (2008). Técnicas de cultivo de bivalvos en criaderos. En *Pesca y Acuicultura. Serie Recursos Pesqueros*. Junta de Andalucía.

Kramer, L. C. (2019). Conversión genética de una cepa fotoautotrófica de *Phaeodactylum tricornutum* para su cultivo mixotrófico y su impacto en el contenido lipídico. [Manuscrito inédito o tesis, si aplica].

Lannan, J. E., Robinson, A., & Breese, W. P. (1980). Manejo reproductivo de *Crassostrea gigas*: acondicionamiento de reproductores para optimizar la supervivencia larvaria. *Aquaculture, 21*, 337–345.

Leyva-Rendón, Adolfo. (2012). DHA y funcionamiento cerebral: ¿Cuáles son los beneficios? *Revista Mexicana de Neurociencia*, 13(6), 332-337. Recuperado de https://previous.revmexneurociencia.com/wp-content/uploads/2012/11/Nm116-06.pdf

Liu, C. P., & Lin, L. P. (2001). Estudio ultraestructural y formación lipídica en *Isochrysis* sp. CCMP1324. *Botanical Bulletin of Academia Sinica, 42*(3), 207–214.

Liu, X., Zhang, W., & Zhang, J. (2018). Influencia de la calidad espermática y técnicas de fertilización en el éxito reproductivo en especies acuícolas. *Aquaculture Research, 49*(6), 1783–1794.

Llera, H. R. A. (2008). Expresión molecular de vitelogeninas en el ostión japonés, Crassostrea gigas. Tesis de Maestría en Ciencias. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S. C., 103.

Loosanoff, V. L., & Davis, H. C. (1963). Cría de moluscos bivalvos: fundamentos y avances. *Advances in Marine Biology, 1*, 1–136.

Loor-Mera, A., & Arguello-Guevara, W. (2012). Desarrollo de protocolos de manejo para la inducción al desove y larvicultura de la ostra nativa Crassostrea iridescens (Hanley, 1854).

Lovatelli, A., Farías, A., & Uriarte, I. (2008). Situación actual y perspectivas del cultivo y manejo de bivalvos en acuicultura.

Lozada, E., & Reyes, P. (1981). Biología reproductiva del mejillón *Perumytilus purpuratus* en la localidad de El Tabo, Chile. *The Veliger, 24*, 147–154.

Mann, R., Burreson, E. M., & Baker, P. K. (1991). Declive de la pesquería de ostra en la bahía de Chesapeake y consideraciones sobre la introducción de *Crassostrea gigas*. *Journal of Shellfish Research, 10*(2), 379–388.

Mallo, J., & Fenucci, J. (2004). Evaluación del uso de microalgas y microencapsulados en la alimentación de protozoeas de *Pleoticus muelleri*. *Revista de Biología Marina y Oceanografía, 39*(1), 13–19.

Malachowsky, M. (1988). Reproducción del ostión rocoso *Hinnites giganteus* en la bahía de Humboldt, California. *Journal of Shellfish Research, 7*, 341–348.

Marshall, R., McKinley, S., & Pearce, C. M. (2010). Influencia de la nutrición en el crecimiento y supervivencia larvaria de bivalvos. *Reviews in Aquaculture, 2*(1), 33–55.

Martínez, G., Mettifogo, L., Lenoir, R., & Campos, E. O. (1999). Prostaglandinas y reproducción del ostión *Argopecten purpuratus*: relación con el desarrollo gamético. *Journal of Experimental Zoology, 284*(2), 225–231.

Martínez, G., Cristián, A., & Mettifogo, L. (2000). Interacción entre dieta y temperatura durante el acondicionamiento reproductivo de reproductores de *Argopecten purpuratus*. *Aquaculture, 183*, 149–159.

Matus de la Parra, A. (2004). Estudio sobre la variabilidad de las reservas energéticas en *Crassostrea gigas* (Thunberg, 1794) y su vínculo con la gametogénesis. [Tesis doctoral, Universidad de Vigo].

Mazon – Suastegui, J.M., *et al.,* (2011). Avances en la producción de juveniles de *Nodipecten* spp. Cap 11,275-311. En: A.N Maeda- Martinez y C. Lodeitos- Seijo (Eds), Biologia y cultivo de los moluscos pectinidos del género *Nodipecten.* Editorial Limusa, Mexico.

Mitchell, I., Jones, A., & Crawford, C. (2000). Condiciones ambientales y distribución de ostras del Pacífico en estado silvestre. *Marine Research Laboratories – Tasmanian Aquaculture and Fisheries Institute, University of Tasmania*.

Muranaka, M. S., & Lannan, J. E. (1984). Impacto de factores ambientales en el acondicionamiento reproductivo de *Crassostrea gigas*. *Aquaculture, 39*, 217–228.

Ogunkalu, O. A. (2019). Aplicaciones de la nanotecnología en los sectores de acuicultura y productos del mar. *Eurasian Journal of Food Science and Technology, 3*(1), 26–33.

Ohse, S., et al. (2015). Evaluación del contenido lipídico y perfiles de ácidos grasos en diez especies de microalgas. *Idesia, 33*(1), 93–101.

Ortíz, E., Uría, E., Silva-Olivares, A., Tsutsumi, V., & Shibayama, M. (2003). Ultraestructural study of the spermatogenesis of Anadara tuberculosa (Sowerbi 1833) (Mollusca: Pelecipoda: Arcidae). *Hidrobiológica*, *13*(2), 145-150.

Ospina Robles, M. F. (2020). Perfil de ácidos grasos, proteínas y lípidos en diferentes estadios del desarrollo embrionario-larvario en trucha arco iris, (Oncorhynchus mykiss Walbaun, 1972) y su relación con análisis morfométricos e índices de eficiencia.

Oyarzún Cabañas, P., et al. (2010). Comparación del ciclo reproductivo de *Perumytilus purpuratus* en dos zonas del norte chileno: Taltal y Huasco. *Revista de Biología Marina y Oceanografía, 45*(1), 43–58.

PALOMARES, S. V., & Chávez, C. G. P. (2023). Efecto de la calidad del agua, el sistema CO2-carbonatos y Polydora sp. en el acondicionamiento reprodcutivo del ostión japonés (Magallana gigas) en un sistema de recirculación acuícola.

Paniagua-Chávez, C. G., & Espinoza, A. (1995). Análisis del desarrollo gonadal en *Crassostrea gigas* en una bahía mexicana. *Ciencias Marinas, 20*(2), 225–242.

Paramitha, D., Ulum, MF, Purnama, A., Wicaksono, DHB, Noviana, D. y Hermawan, H. (2017). Monitoreo de productos de degradación e iones metálicos in vivo. En *Monitoreo y evaluación de biomateriales y su rendimiento in vivo* (pp. 19-44). Woodhead Publishing.

Parker, J. C., Smith, L. D., & Taylor, R. L. (2015). Factores que influyen en la fertilización y manejo del esperma en bivalvos marinos. *Aquatic Biology, 23*(2), 107–118.

Pereira Gutiérrez, M. F., et al. (2017). *Cultivo de microalgas Isochrysis galbana y Nannochloropsis sp. para alimentación de larvas de peces marinos*. Revista Mutis. Recuperado de: https://revistas.utadeo.edu.co/index.php/mutis/article/view/1246

Pérez, O., & Samanta, E. (2022). Evaluación del efecto de *Chaetoceros gracilis* sobre el índice gonadal en *Magallana gigas* bajo condiciones de laboratorio. [Tesis de licenciatura, Universidad Estatal Península de Santa Elena].

Pernet, F., Malet, N., Pastoureaud, A., Vaquer, A., & Quéré, C. (2005). Rol de las diatomeas marinas en el crecimiento de bivalvos en lagunas mediterráneas. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 317*(1), 61–77. https://doi.org/10.1016/j.jembe.2004.11.012

Quayle, D. B., & Newkirk, G. F. (1989). Métodos para el estudio y desarrollo del cultivo de moluscos bivalvos. *Advances in World Aquaculture, Vol. 1*. World Aquaculture Society e International Development Research Centre.

Ricker, W. (1975). Técnicas estadísticas para el análisis biológico de poblaciones de peces. *Bulletin of the Fisheries Research Board of Canada*, 191.

Rico-Villa, B., et al. (2006). Efecto de distintas mezclas de fitoplancton en la alimentación, desarrollo larval y asentamiento de *Crassostrea gigas*. *Aquaculture, 256*(1–4), 377–388.

Robles, J., Ramírez, B. & Guevara Torres, M. (2025). Reproducción y larvicultura de la concha pata de burro Larkinia grandis (Broderip & G. B. Sowerby, 1829) en condiciones de laboratorio. Tumbes, Perú. Bol Inst Mar Perú, 40(2), e435. https://doi.org/10.53554/boletin.v40i2.435

Robles, J., Montero, P., Siccha-Ramírez, R., Guevara, M., & Ledesma, J. (2022). Crecimiento y supervivencia en la etapa de engorde de Striostrea prismatica (Gray, 1825) ostra nativa en sistema de cultivo suspendido, Tumbes, Perú, febrero 2019-julio 2020.

Robles, J., et al. (2020). Revisión sobre la reproducción y el cultivo de la ostra nativa *Striostrea prismatica* en Tumbes, Perú.

Rodríguez-Cruz, M., & Rodríguez-Cruz, A. R. (2005). Mecanismos moleculares de acción de los ácidos grasos poliinsaturados y sus beneficios en la salud. *Revista de la Facultad de Medicina de la UNAM*, 48(3), 118-124. Recuperado de

https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034837620050003000 10

RODRÍGUEZ, M. A. A. (2000). EFECTO DE LA CONCENTRACIÓN DE MICROALGAS (CIIAETOCEROS GRACILIS) SOBRE LA SUPERVIVENCIA LARVAL EN EL CULTIVO DEL CAMARÓN BLANCO (LITOPENAEUS SCHMITTI).

Rossignoli, AE (2006). *Crecimiento y Reproducción de la Ostra Rizada, Crassostrea Gigas (Thunberg, 1793), Cultivada en Intermareal y en Batea en Galicia (NW España)* (Tesis de maestría, Universidade do Algarve (Portugal)).

Ruiz, C. (1992). Estudio comparativo de la bioquímica y reproducción en *Ostrea edulis* L. y *Crassostrea gigas* Th. [Tesis doctoral, Universidad de Santiago de Compostela].

Salvi, D., Macali, A., & Mariottini, P. (2014). Análisis filogenético molecular de Ostreidae mediante modelos estructurales y de secuencia del ARNr, junto con árboles filogenéticos multilocus. *PLOS ONE, 9*(9), e108696.

Samain, J. F., Stguineau, C., Cochard, J. C., Delaunay, F., Nicolas, J. L., Marty, Y., Galois, R., Mathieu, M., Meal, J. (1992). What about growth variability for Pecten maximus production?. Oceanis, 18, 49- 66.

Scion Research. (1980). The Use of Controlled Environments in Forestry Research. *New Zealand Journal of Forestry Science*. Recuperado de https://www.scionresearch.com/__data/assets/pdf_file/0006/59262/NZJFS1011980SHEPHERD105_115.pdf

Shafee, M. S., & Sabatie, M. R. (1986). Evaluación del crecimiento y mortalidad de ostras en la laguna de Oualidia, Marruecos. *Aquaculture, 53*, 201–214.

Steele, S., & Mulcahy, M. F. (1999). Estudio de la gametogénesis en *Crassostrea gigas* en el sur de Irlanda. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom, 79*, 673–686.

Tito, L., Ordinola, E., Perea, Á. & alemán, S. (2024). Escala de madurez gonadal macroscópica de Anadara tuberculosa (Sowerby, 1833) validada histológicamente. Bol Inst Mar Perú, 39(1), 5-25. https://doi.org/10.53554/boletin.v39i1.395

Toro, J. E., Thompson, R. J., & Innes, D. J. (2002). Aislamiento reproductivo y productividad entre *Mytilus edulis*, *M. trossulus* y sus híbridos en coexistencia natural en Terranova. *Marine Biology, 141*, 897–909.

Utting, S. D. (1993). Métodos prácticos para el mantenimiento y acondicionamiento de reproductores de bivalvos en criadero. *World Aquaculture*, 24, 78.

Utting, S. D., & Millican, P. F. (1997). Técnicas de acondicionamiento en criaderos para reproductores de bivalvos y su efecto en la calidad de huevos y larvas. *Aquaculture, 155*(1–4), 45–54.

Varela Mejías, A., & Barbosa Ortega, W. (2020). Mecanismos de captura e ingestión de partículas en bivalvos del género *Crassostrea* (Ostreidae). *AquaTechnica*. https://doi.org/10.33936/at.v2i3.309

Vignier, J., Adams, S. & Lovatelli, A. 2024. Production of triploid Pacific oyster (Crassostrea gigas) spat – A practical manual. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Papers, No. 698. Rome, FAO. https://doi.org/10.4060/cd1852en

VILLANUEVA GUTIÉRREZ, E. M. M. A. N. U. E. L. (2017). Efecto de temperatura y dieta en la inducción a la maduración y desove de la almeja reina Dosinia ponderosa (Master's thesis, VILLANUEVA GUTIÉRREZ, EMMANUEL).

Vogeler, S., et al. (2016). Cambios en la expresión génica de receptores nucleares durante el desarrollo larval de la ostra del Pacífico. *BMC Developmental Biology, 16*, 33.

Volkman, J. K., Jeffrey, S. W., Nichols, P. D., Rogers, G. I., & Garland, C. D. (1989). Estudio sobre lípidos y ácidos grasos en diez especies de microalgas utilizadas en maricultura. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 128*(3), 219–240.

Webb, K. L., & Chu, F. L. (1982). Importancia del fitoplancton como alimento para larvas de bivalvos. En G. D. Pruder, C. Langdon & D. Conklin (Eds.), *Biochemical and Physiological Approaches to Shellfish Nutrition* (pp. 272–291). World Mariculture Society.

Wiegand M. (1996). Composition, accumulation and utilization of yolk lipids in teleost fish. Reviews in Fish Biology and Fisheries, 6, 259-286.

Whyte, J. N. C., Bourne, N., & Ginther, N. G. (1990). Transformaciones energéticas y bioquímicas durante el desarrollo embrionario de la vieira de roca *Crassadoma gigantea*. *Marine Biology, 106*, 239–244. https://doi.org/10.1007/BF01314806

Widowati, L., Cochard, J. C., Dorange, G., & Le Pennec, M. (1991). Observaciones experimentales sobre la maduración ovocitaria en *Pecten maximus* y *Crassostrea gigas*. Presentado en el 8.º Congreso Nacional de la Sociedad Malacológica Francesa, Brest, Francia.

Zambrano, L. M. T., et al. (2020). Evaluación del acondicionamiento gonadal e inducción al desove mediante estímulo térmico en *Pteria sterna* en laboratorio.

Zambrano, L. M. T., Escobar, B. E. Á., Falcones, J. V., Bermúdez, A. G., & Lodeiros, C (2020). Acondicionamiento gonádico e inducción al desove por “shock” térmico de la ostra perlífera Pteria sterna (Gould, 1851) en condiciones de laboratorio.

Zarain-Herzberg, M., & Villalobos-Fernández, C. (2012). Guía operativa y biológica para el cultivo del ostión. Centro de Ciencias de Sinaloa.

Zhao, P., Gu, W., Wu, S., Huang, A., He, L., Xie, X., & Wang, G. (2014). Efecto del silicio en el desarrollo de *Phaeodactylum tricornutum* bajo luz verde y bajas temperaturas. *Scientific Reports, 4*(1), 110

CAPÍTULO VIII: ANEXOS

ANEXO 01. Registro de Parámetros ambientales

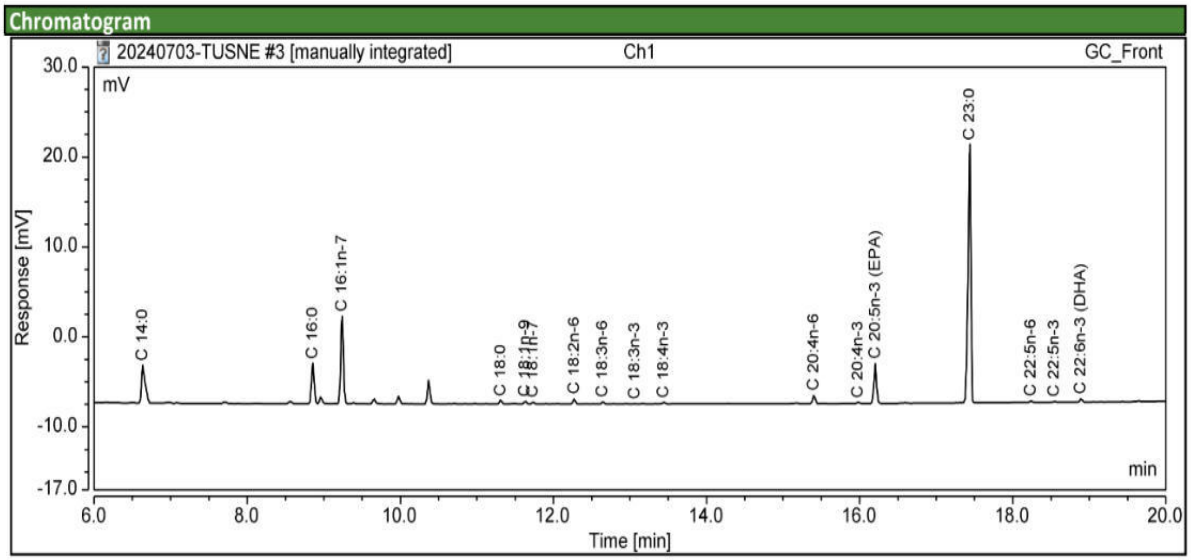
Fecha	O2	Salinidad	PH	Fecha	O2	Salinidad	PH
7/10/2024	5.83	34.901	8.08	1/11/2024	3.66	35.037	7.93
8/10/2024	5.83	34.901	8.08	2/11/2024	3.66	35.037	7.93
9/10/2024	3.91	34.91	8	3/11/2024	3.66	35.037	7.93
10/10/2024	3.91	34.91	8	4/11/2024	3.66	35.037	7.93
11/10/2024	3.91	34.91	8	5/11/2024	4.65	34.883	7.73
12/10/2024	3.91	34.91	8	6/11/2024	4.65	34.883	7.73
13/10/2024	3.91	34.91	8	7/11/2024	4.65	34.883	7.73
14/10/2024	3.91	34.91	8	8/11/2024	4.65	34.883	7.84
15/10/2024	3.91	34.91	8	9/11/2024	4.65	34.883	7.84
16/10/2024	1.23	35.027	8.05	10/11/2024	4.65	34.883	7.84
17/10/2024	1.23	35.027	8.05	11/11/2024	4.65	34.883	7.84
18/10/2024	1.23	35.027	8.05	12/11/2024	5.79	34.897	7.88
19/10/2024	1.23	35.027	8.05	13/11/2024	5.79	34.897	7.88
20/10/2024	1.23	35.027	8.05	14/11/2024	5.79	34.897	7.88
21/10/2024	1.23	35.027	8.05	15/11/2024	5.79	34.897	8.15
22/10/2024	5.83	35.037	7.89	16/11/2024	5.79	34.897	8.15
23/10/2024	5.83	35.037	7.89	17/11/2024	5.79	34.897	8.15
24/10/2024	5.83	35.037	7.89	18/11/2024	5.79	34.897	8.15
25/10/2024	5.83	35.037	7.89	19/11/2024	4.85	34.864	8.15
26/10/2024	5.83	35.037	7.89	20/11/2024	4.85	34.864	8.15
27/10/2024	5.83	35.037	7.89	21/11/2024	4.85	34.864	8.03
28/10/2024	5.83	35.037	7.89	22/11/2024	4.85	34.864	8.03
29/10/2024	3.66	35.037	7.98	23/11/2024	4.85	34.864	8.03
30/10/2024	3.66	35.037	7.98	24/11/2024	4.85	34.864	8.03
31/10/2024	3.66	35.037	7.93	25/11/2024	4.85	34.864	8.03

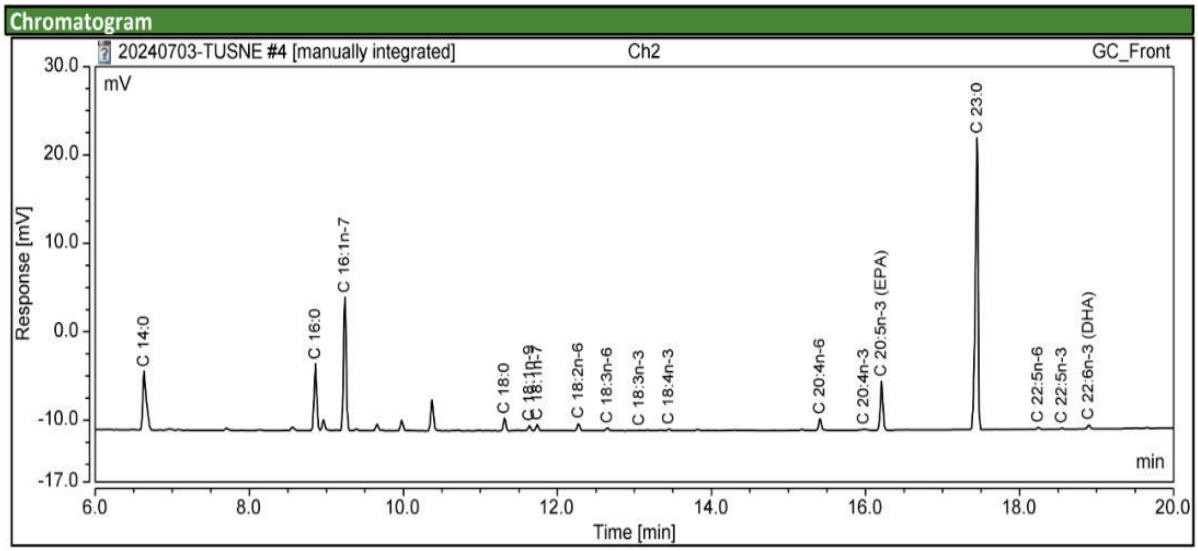
ANEXO 02.
Registro de Parámetros ambientales (Temperatura)

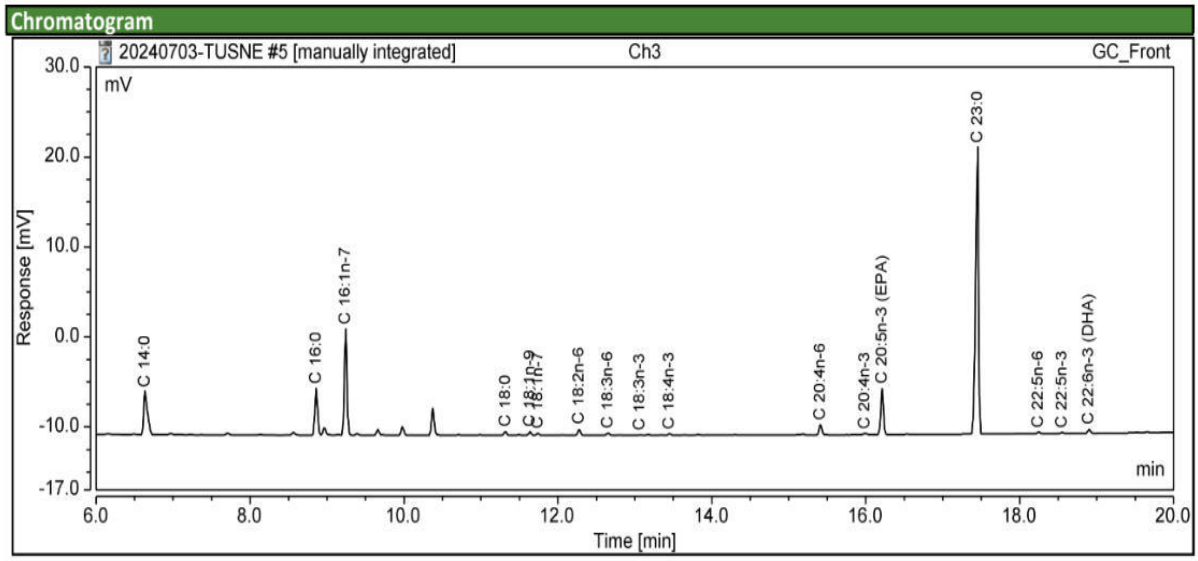
Fecha	Temperatura			Fecha	Temperatura		
	T1	T2	T3		T1	T2	T3
7/10/2024	20.3	20.3	20.3	1/11/2024	25.8	25.8	25.8
8/10/2024	20.3	20.3	20.3	2/11/2024	25.8	25.8	25.8
9/10/2024	20.1	20.1	20.1	3/11/2024	25.7	25.7	25.7
10/10/2024	20	20	20	4/11/2024	26.2	26.2	26.2
11/10/2024	21	21	21	5/11/2024	26.6	26.6	26.6
12/10/2024	21.2	21.2	21.2	6/11/2024	26.5	26.5	26.5
13/10/2024	22	22	22	7/11/2024	26.5	26.5	26.5
14/10/2024	21	21	21	8/11/2024	27	27	27
15/10/2024	21.4	21.4	21.4	9/11/2024	27	27	27
16/10/2024	22.1	22.1	22.1	10/11/2024	27.2	27.2	27.2
17/10/2024	23.1	23.1	23.1	11/11/2024	27.2	27.2	27.2
18/10/2024	23	23	23	12/11/2024	27.4	27.4	27.4
19/10/2024	23.1	23.1	23.1	13/11/2024	27.5	27.5	27.5
20/10/2024	23	23	23	14/11/2024	27.5	27.5	27.5
21/10/2024	23	23	23	15/11/2024	28	28	28
22/10/2024	24	24	24	16/11/2024	28.3	28.3	28.3
23/10/2024	24	24	24	17/11/2024	28.6	28.6	28.6
24/10/2024	24	24	24	18/11/2024	29.2	29.2	29.2
25/10/2024	24.2	24.2	24.2	19/11/2024	29.5	29.5	29.5
26/10/2024	24.4	24.4	24.4	20/11/2024	29	29	29
27/10/2024	24.8	24.8	24.8	21/11/2024	29.1	29.1	29.1
28/10/2024	25.2	25.2	25.2	22/11/2024	29	29	29
29/10/2024	25.7	25.7	25.7	23/11/2024	29.1	29.1	29.1
30/10/2024	25.4	25.4	25.4	24/11/2024	29.4	29.4	29.4
31/10/2024	25.5	25.5	25.5	25/11/2024	29.6	29.6	29.6

ANEXO 03.

Análisis bioquímico de las muestras de *Chaetoceros gracilis*

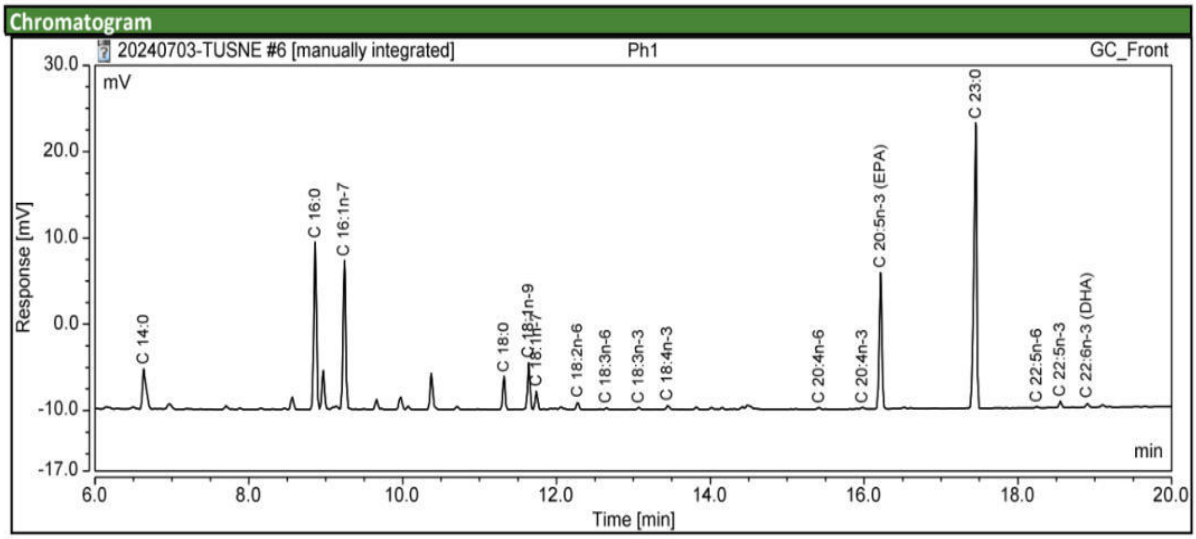


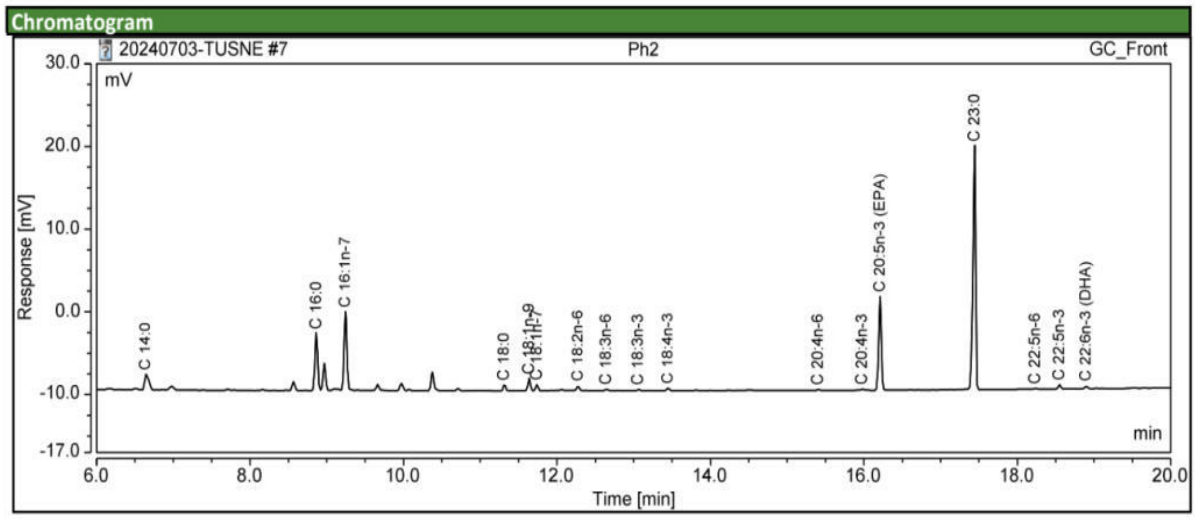


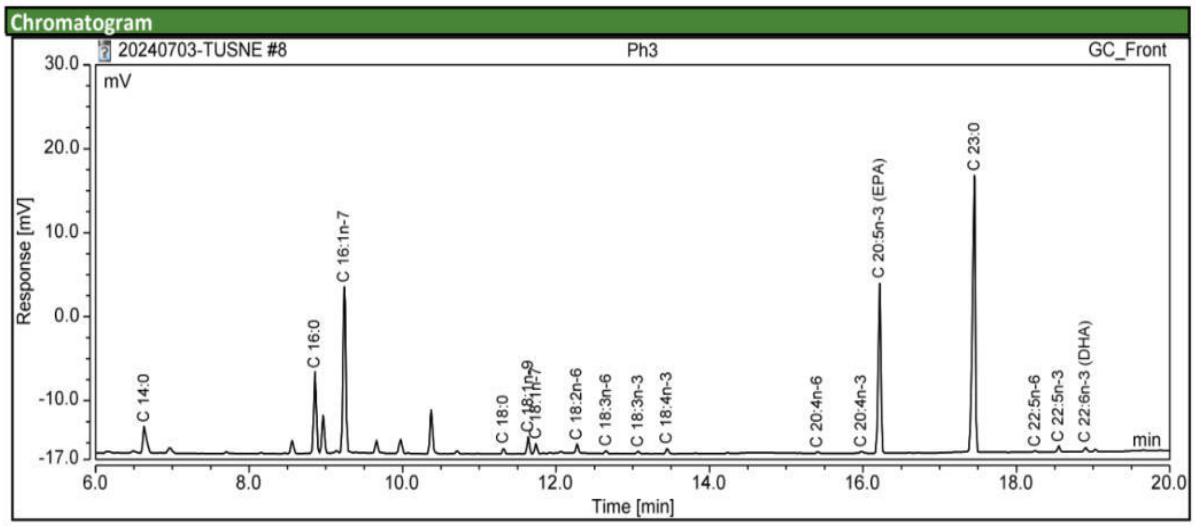


ANEXO 04.

Análisis bioquímico de las muestras de *Phaeodactylum tricornutum*

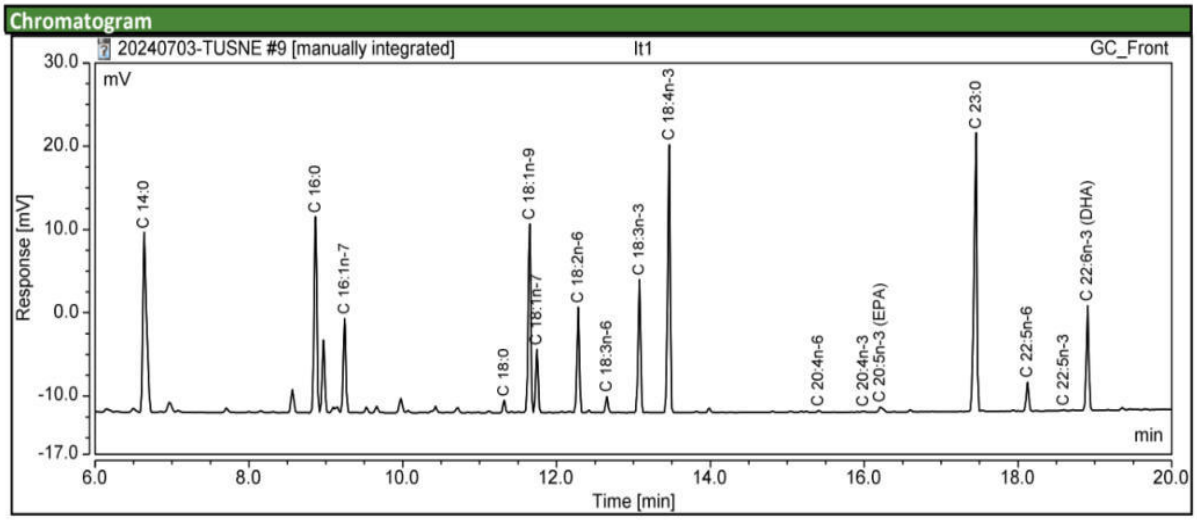


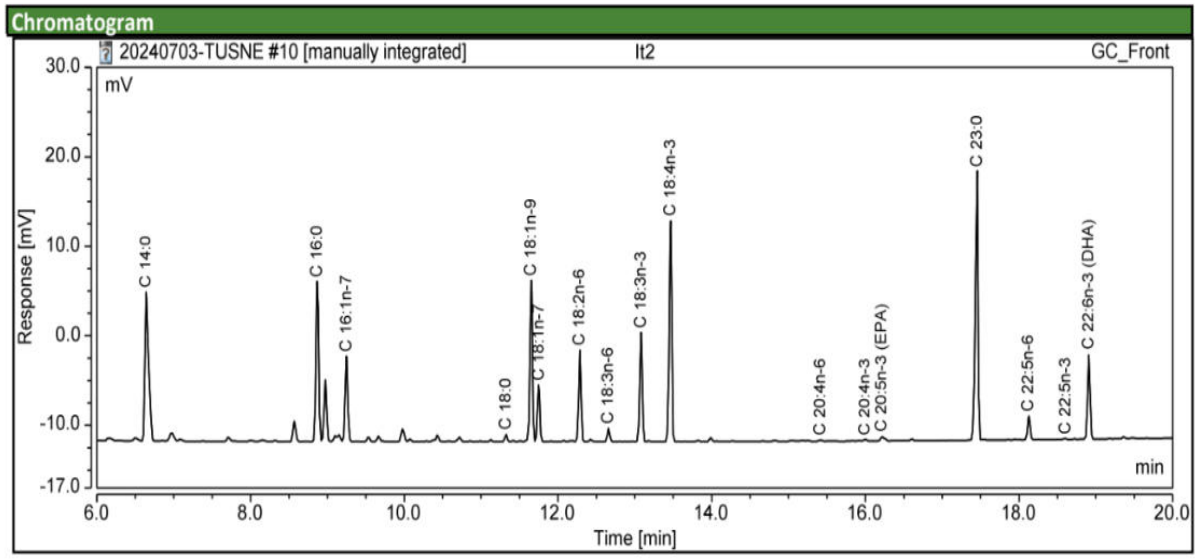


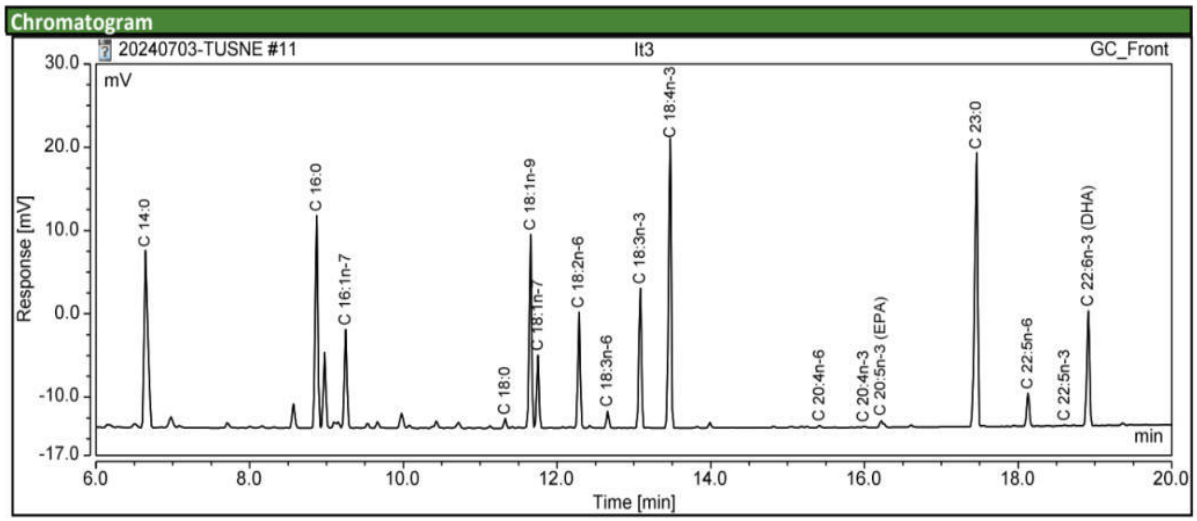


ANEXO 05.

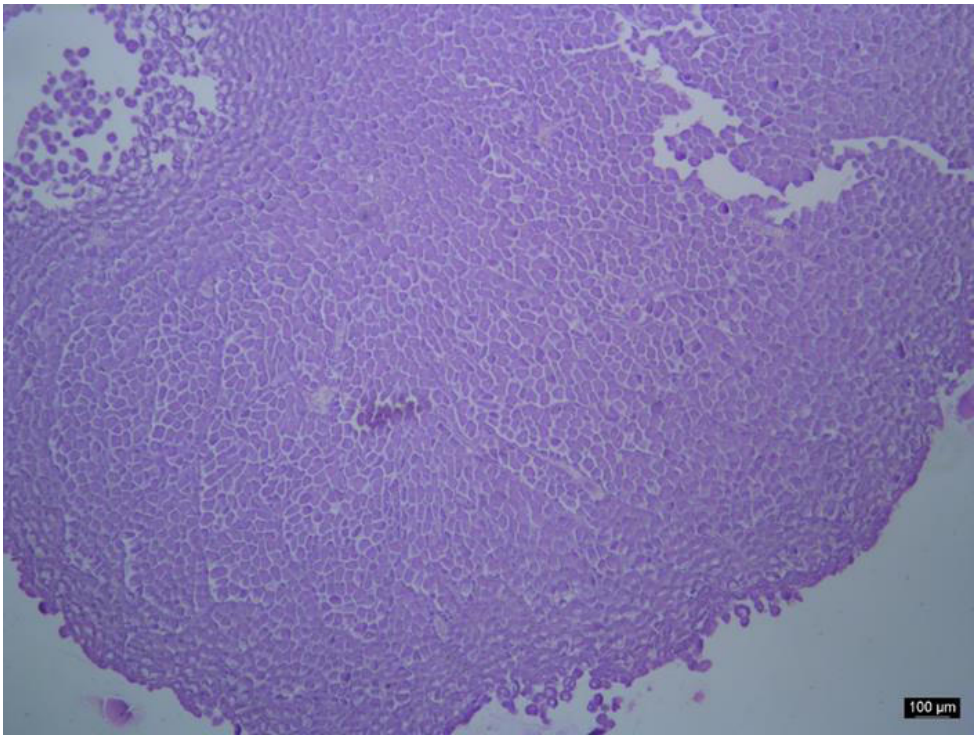
Análisis bioquímico de las muestras *Isochrysis galbana*



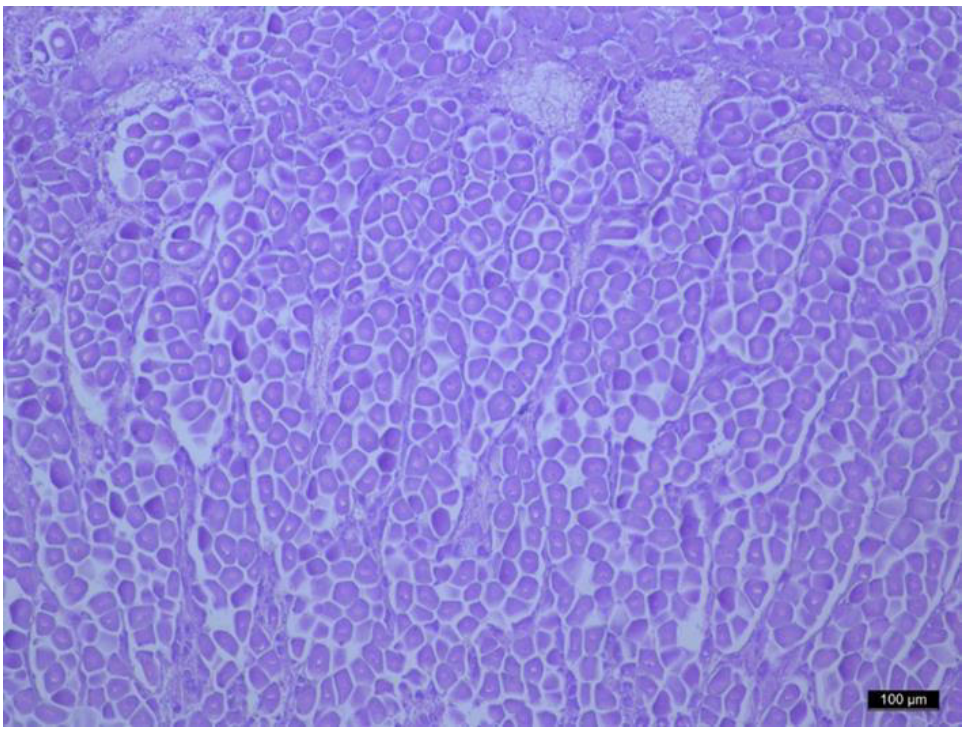




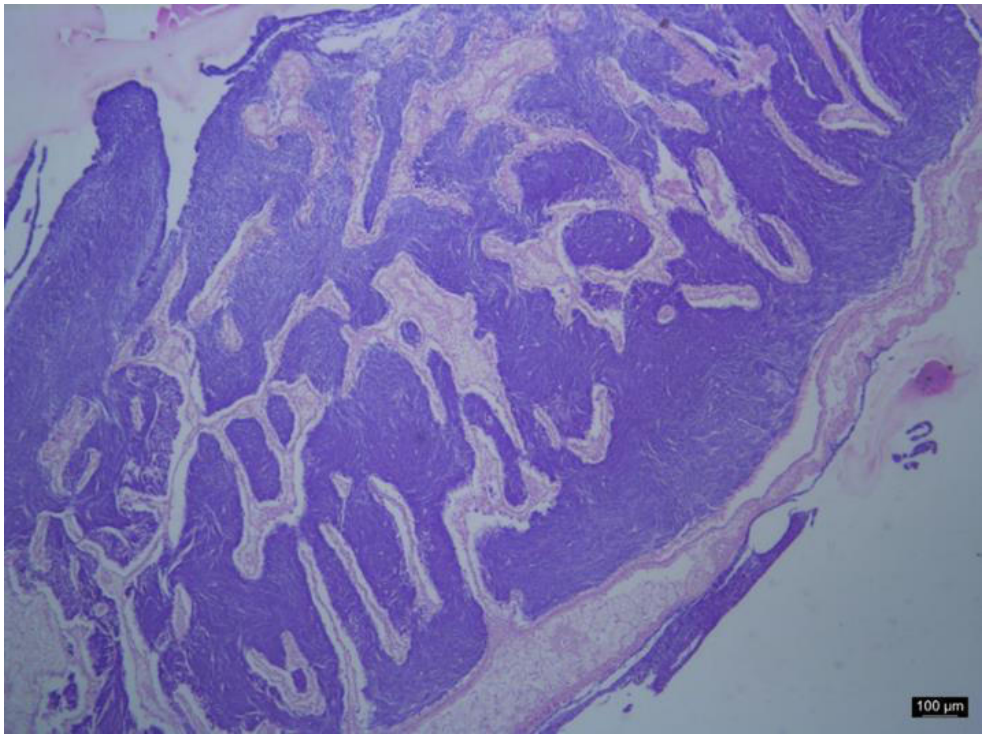
ANEXO 06.
Fotografías del análisis histológico



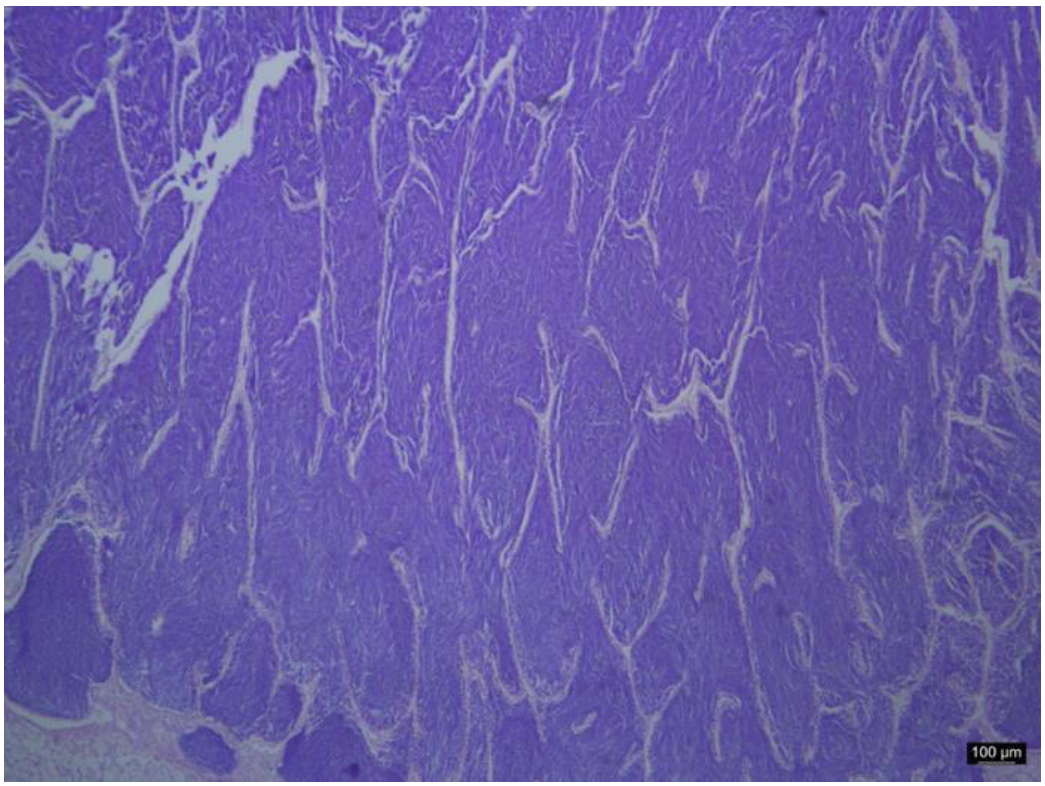
A. Foto de una hembra madura (III), donde se observa ovocitos maduros en su totalidad. Aumento de 50 X.



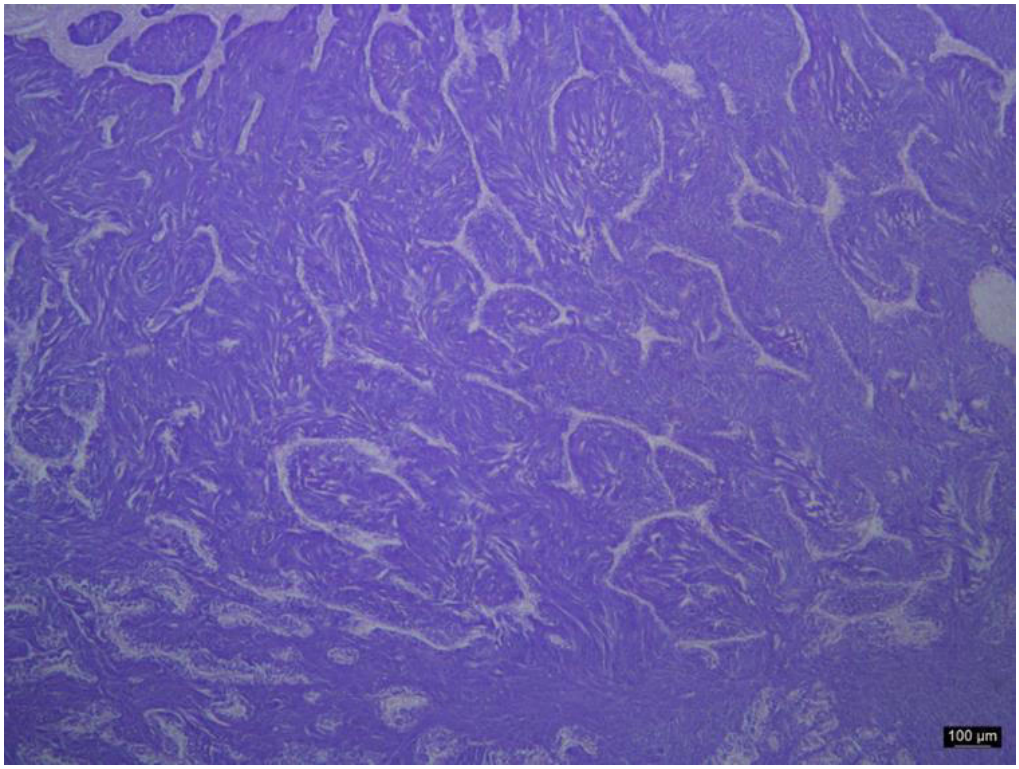
B. Foto de una hembra madura (III), donde se observa ovocitos maduros en su totalidad. Aumento de 100 X.



C. Foto de una macho en maduración (II), donde se observa la presencia marcada de tejido conectivo que rodea a las trabéculas. Aumento de 50 X.

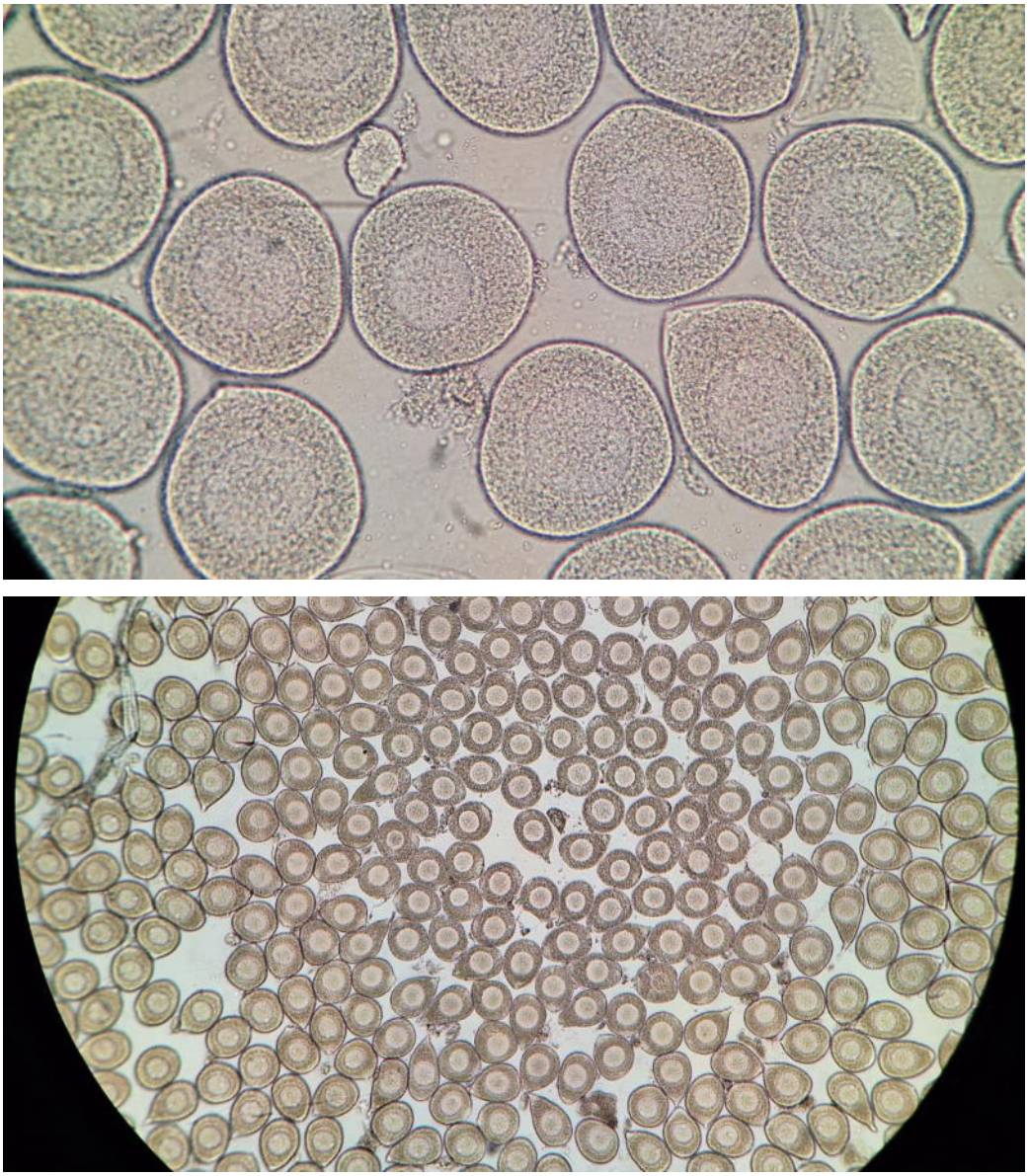


D. Foto de una macho maduro (III), donde se observa claramente las trabéculas desarrolladas.



E. Foto de una macho expulsante (IV), donde se observa zonas blancas (con espermatozoides) en el interior de una trabécula o folículo. Aumento de 50 X.

ANEXO 07.
Fotografías de los ovocitos



A. Foto de los ovocitos del Tratamiento 3.

ANEXO 08.
Fotografías de la medida de ovocitos

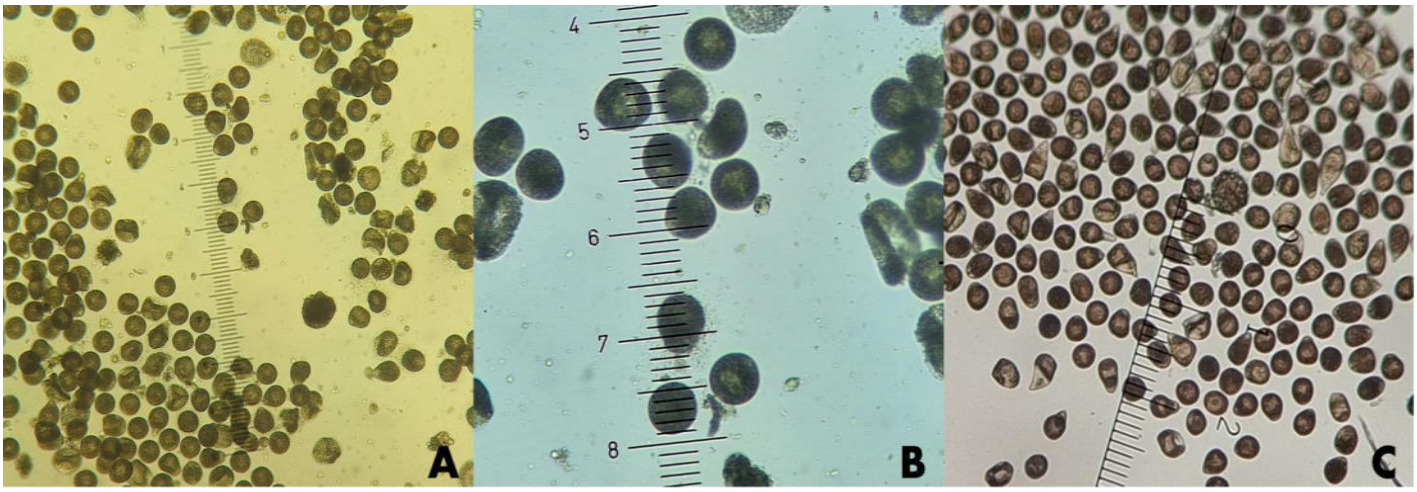


Foto de la medida de los ovocitos, (A) Tratamiento 1; (B) Tratamiento 2 y (C) Tratamiento 3.

ANEXO 09.
Cuadros estadísticos de la densidad de ovocitos

Prueba de homogeneidad de varianzas

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
DENSIDAD	Se basa en la media	4,673	2	6	,060
	Se basa en la mediana	,692	2	6	,536
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,692	2	3,735	,555
	Se basa en la media recortada	4,104	2	6	,075

ANOVA

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	977857,556	2	488928,778	2,219	,190
Dentro de grupos	1321785,333	6	220297,556		
Total	2299642,889	8			

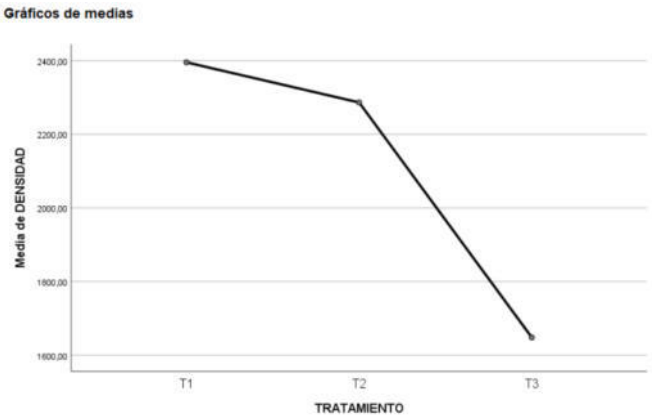
DENSIDAD

Tukey B[a]

TRATAMIENTO	N	Subconjunto para alfa = 0.05
		1
T3	3	1648,0000
T2	3	2286,3333
T1	3	2395,3333

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3.000.



ANEXO 10.
Cuadros estadísticos del diámetro de ovocitos

Descriptivos

DIAMETRO

	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
T1	100	49,6000	3,45826	,34583	48,9138	50,2862	30,00	60,00
T2	100	50,7000	2,93189	,29319	50,1183	51,2817	40,00	60,00
T3	100	51,8000	4,57927	,45793	50,8914	52,7086	40,00	60,00
Total	300	50,7000	3,81556	,22029	50,2665	51,1335	30,00	60,00

Prueba de homogeneidad de varianzas

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
DIAMETRO	Se basa en la media	16,144	2	297	,000
	Se basa en la mediana	5,581	2	297	,004
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	5,581	2	266,334	,004
	Se basa en la media recortada	19,314	2	297	,000

ANOVA

DIAMETRO

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	242,000	2	121,000	8,742	,000
Dentro de grupos	4111,000	297	13,842		
Total	4353,000	299			

Pruebas post hoc

Subconjuntos homogéneos

DIAMETRO

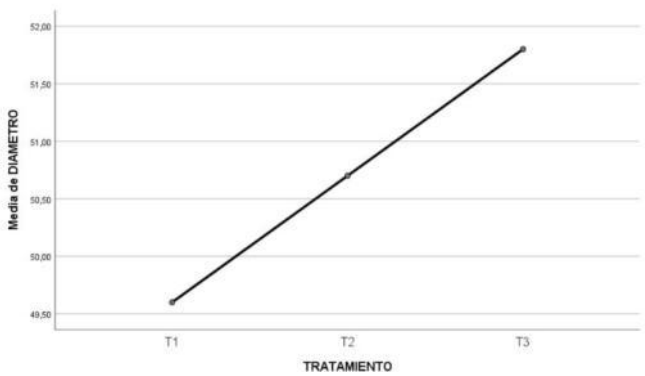
Tukey B[a]

TRATAMIENTO	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
T1	100	49,6000	
T2	100	50,7000	50,7000
T3	100		51,8000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 100.000.

Gráficos de medias



ANEXO 11.
Cuadros estadísticos de la longitud de larvas

Descriptivos

	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
T1	4	101,4000	25,34035	12,67017	61,0778	141,7222	79,00	136,60
T3	4	89,8000	14,51528	7,25764	66,7030	112,8970	71,40	105,60
Total	8	95,6000	20,09833	7,10583	78,7974	112,4026	71,40	136,60

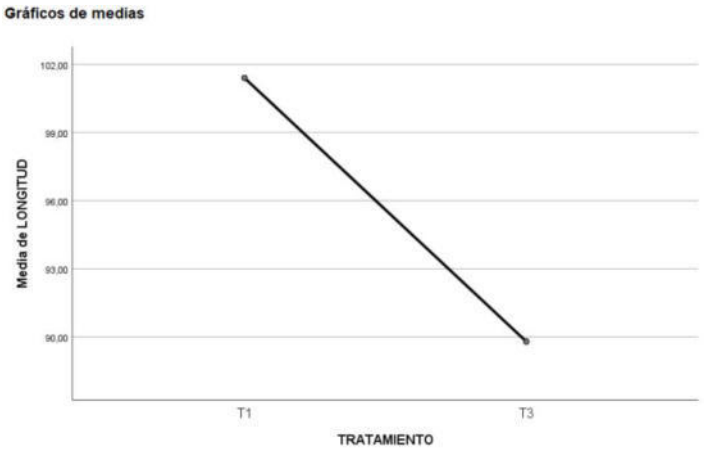
Prueba de homogeneidad de varianzas

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
LONGITUD	Se basa en la media	,782	1	6	,411
	Se basa en la mediana	,644	1	6	,453
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,644	1	4,243	,465
	Se basa en la media recortada	,780	1	6	,411

ANOVA

DIAMETRO

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	269,120	1	269,120	,631	,457
Dentro de grupos	2558,480	6	426,413		
Total	2827,600	7			



ANEXO 12.
Cuadros estadísticos de la densidad de larvas

Descriptivos

Conteo

	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
T1	4	1582,5825	927,26141	463,63070	107,1027	3058,0623	554,76	2377,14
T3	4	2361,9125	78,39352	39,19676	2237,1709	2486,6541	2259,58	2450,00
Total	8	1972,2475	738,00777	260,92515	1355,2576	2589,2374	554,76	2450,00

Prueba de homogeneidad de varianzas

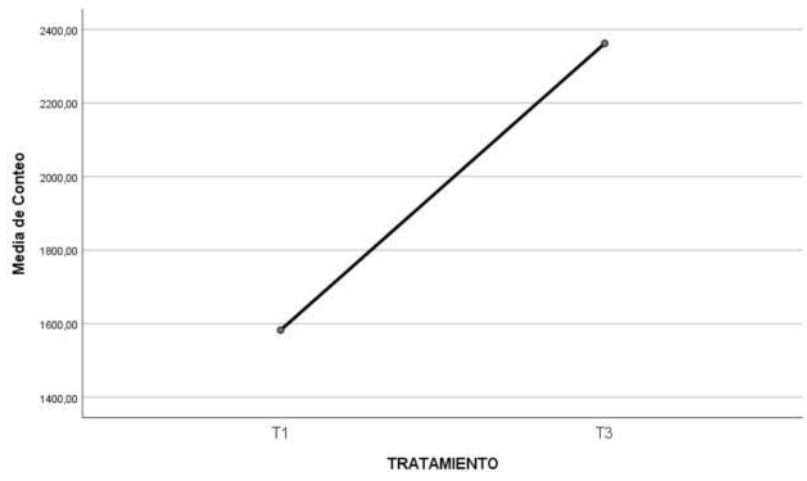
		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Conteo	Se basa en la media	50,887	1	6	,000
	Se basa en la mediana	35,562	1	6	,001
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	35,562	1	3,282	,007
	Se basa en la media recortada	50,618	1	6	,000

ANOVA

Conteo

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	1214710,498	1	1214710,498	2,805	,145
Dentro de grupos	2597877,779	6	432979,630		
Total	3812588,277	7			

Gráficos de medias



FORMATO DE AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL UNAM

Formulario de autorización para la publicación electrónica en la página web del Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Moquegua, de conformidad con la Ley N° 30035 Ley que regula el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto y Resolución de Comisión Organizadora N° 041-2022-UNAM que aprueba el Reglamento que regula el Repositorio Institucional Digital de la UNAM.

1. DATOS DEL AUTOR

Nombres y Apellidos : Milagros Andrea Cornejo Nuñez
DNI/Carnet de Extranjería/Pasaporte N° : 73103285
Correo electrónico : 1234andreamu@gmail.com
Teléfono/Celular : 993600470

2. GRADO, TITULO O ESPECIALIZACIÓN (Marque con una X)

Bachiller	Título Profesional	Magister	Doctor	Segunda Especialidad
	x			

3. TIPO DE PUBLICACIÓN (Marque con una X)

a) Articulo **( )**
b) Tesis de pregrado **(x)**
c) Tesis de Maestría **( )**
d) Tesis de Doctorado **( )**
e) Monografía **( )**
f) Reporte de caso científico o hallazgos **( )**
g) Libro **( )**
h) Parte de un libro **( )**
i) Revisión **( )**
j) Conferencia **( )**
k) Presentación **( )**
l) Artículo preliminar **( )**
m) Articulo antes de ser publicado **( )**
n) Artículo de prensa **( )**
o) Documentos internos **( )**
p) Imagen **( )**
q) Documentos técnicos **( )**
r) Ponencias presentadas en eventos científicos (Jornada, Congreso, Simposio Conferencias, etc.) **( )**
s) Informes de suficiencia profesional **( )**
t) Patentes producidas por académicos/as **( )**

4. TIPO DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN (Marque con una X)

a) Tesis **(x)**
b) Trabajo de Investigación **( )**
c) Trabajo de suficiencia profesional **( )**
d) Trabajo académico **( )**

5. DATOS DE LA PUBLICACION

a) Título: INFLUENCIA DE DIETAS A BASE DE MICROALGAS RICAS EN PUFA SOBRE LA MADURACIÓN GONADAL DE *Magallana gigas* EN CONDICIONES CONTROLADAS - ILO, 2024.
b) Campo del conocimiento OCDE (Indicar el código de clasificación OCDE de la obra: https://catalogos.concytec.gob.pe/vocabulario/ocde_ford.html) : **4.01.03**
c) Fecha de publicación:

6. DATOS DEL ASESOR:

a) Nombres y Apellidos : Walter Merma Cruz
b) DNI/Pasaporte/Cédula : 00494340
c) ORCID : 0000-0003-3742-6235

d) Nombres y Apellidos : Sheyla Amanda Zevallos Feria
e) DNI/Pasaporte/Cédula : 40029787
f) ORCID : 0000-0001-9258-2770

FIRMA : .....

DOCUMENTO DE IDENTIDAD : 73103285
NOMBRES Y APELLIDOS : Milagros Andrea Cornejo Nuñez

LICENCIAS

Licencia Estándar
Bajo los siguientes términos, autorizo el depósito de mi trabajo de investigación en el Repositorio Institucional Digital de la UNAM.
Con la autorización de depósito da mi trabajo de investigación, otorgo a la Universidad Nacional de Moquegua, una Licencia No Exclusiva para reproducir. distribuir, comunicar al público, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público mi trabajo de investigación (incluido el resumen), en formato físico o digital, en cualquier medio, conocido o por conocerse, a través de los diversos servicios provistos por la Universidad, creados o por crearse, tales como el Repositorio Institucional Digital de la UNAM, Colección de Tesis, entre otros, en el Perú y en el extranjero, por el tiempo y veces que considere necesarias, y libre de remuneraciones.
En virtud de dicha Licencia, la UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA, podrá reproducir mi trabajo de investigación en cualquier tipo de soporte y en más de un ejemplar, sin modificar su contenido, solo con los propósitos de seguridad, respaldo y preservación.
Declaro que el trabajo de investigación es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, o coautoría con titularidad compartida, y me encuentro facultado a conceder la presente licencia y, asimismo, garantizo que dicho trabajo de investigación no infringe derechos de autor de terceras personas.
La UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA consignara el nombre del/los autor/es del trabajo de investigación, y no le hará ninguna modificación más de la permitida en la presente licencia.

Autorizo el depósito (marque con una X).
(x) **SI autorizo que se deposite inmediatamente.**

FIRMA : .....



DOCUMENTO DE IDENTIDAD : 73103285
NOMBRES Y APELLIDOS : Milagros Andrea Cornejo Nuñez
FECHA : 10/09/2025

ANEXO VIII

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN / TESIS / TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

Yo, Milagros Andrea Cornejo Nuñez, bachiller de la Escuela Profesional de: Ingeniería Pesquera, de la Universidad Nacional de Moquegua, identificado(a) con DNI Nº 73103285, autor(a) del Trabajo de Investigación / Tesis / Trabajo de suficiencia profesional denominado: INFLUENCIA DE DIETAS A BASE DE MICROALGAS RICAS EN PUFA SOBRE LA MADURACIÓN GONADAL DE *Magallana gigas* EN CONDICIONES CONTROLADAS - ILO, 2024.

Declaro bajo juramento que:

1. El trabajo de investigación es auténtico, siendo resultado de mi trabajo personal, que no se ha copiado, que no se ha utilizado ideas, formulaciones, citas integrales e ilustraciones diversas, sacadas de cualquier tesis, obra, artículo, memoria, etc., (en versión digital o impresa), sin mencionar de forma clara y exacta su origen o autor, tanto en el cuerpo del texto, figuras, cuadros, tablas u otros que tengan derechos de autor. Por tanto, el trabajo de investigación no ha sido plagiado total ni parcialmente.
2. El trabajo de investigación no ha sido autoplagiada, es decir, no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
3. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados y por tanto los resultados que se presentan en el trabajo de investigación constituirán aporte a la realidad investigada.

Soy consciente de que, el hecho de no respetar los derechos de autor y hacer plagio, es objeto de sanciones universitarias y/o legales, por lo que asumo cualquier responsabilidad que pudiera derivarse de irregularidades en el trabajo de investigación, así como de los derechos sobre la obra presentada.

Moquegua, Ilo 10/09/2025



Nombres y Apellidos: Milagros Andrea Cornejo Nuñez
DNI: 73103285

MILAGROS CORNEJO NUÑEZ - INFORME DE TESIS

INFORME DE ORIGINALIDAD

13%	12%	5%	4%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	unam.edu.pe Fuente de Internet	1%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	1%
3	cicese.repositorioinstitucional.mx Fuente de Internet	1%
4	repositorio.continental.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	repositorio.unam.edu.pe Fuente de Internet	<1%
6	repositorio.uleam.edu.ec Fuente de Internet	<1%
7	www.researchgate.net Fuente de Internet	<1%
8	bibliotecavirtual.unl.edu.ar Fuente de Internet	<1%
9	alicia.concytec.gob.pe Fuente de Internet	<1%
10	Johnny Robles, Beder Ramírez, Mervin Guevara Torres. "Reproducción y larvicultura de la concha pata de burro Larkinia grandis (Broderip & G. B. Sowerby, 1829) en condiciones de laboratorio. Tumbes, Perú", Boletin Instituto del Mar del Perú, 2025 Publicación	<1%
11	repositorio.upse.edu.ec Fuente de Internet	<1%
12	ciencia.lasalle.edu.co Fuente de Internet	<1%
13	eprints.uanl.mx Fuente de Internet	<1%

MILAGROS CORNEJO NUÑEZ - INFORME DE TESIS

Fecha de entrega: 10-ago-2025 06:23p. m. (UTC-0500)
Identificador de la entrega: 2727867450
Nombre del archivo: INFORME_DE_TESIS_OFICIAL_2.pdf (4M)
Total de palabras: 21145
Total de caracteres: 123806

Universidad Nacional de Moquegua

RESOLUCIÓN DE CONSEJO UNIVERSITARIO
N° 757-2025-CU

Moquegua, 20 de octubre de 2025

VISTOS:

El Proveído N° 4125-2025-R de fecha 13 de octubre de 2025 emitido por el Rectorado, Informe N° D0437-2025-UNAM-R-SG de fecha 10 de octubre de 2025 emitido por el Secretario General, Informe Técnico N° D0141-2025-SEGE-GT emitido por la Especialista Administrativo I–Grados y Títulos, el Acuerdo del Pleno del Consejo Universitario de Sesión Extraordinaria N° 39-2025-SE-CU-UNAM, de fecha 15 de octubre de 2025, y;

CONSIDERANDO:

Que, conforme al 4to párrafo del artículo 18, de la Constitución Política del Perú, dispone que cada Universidad es autónoma en su régimen normativo, de gobierno, académico, administrativo y económico. Y el artículo 8º de la Ley Nº 30220-Ley Universitaria, establece que la referida autonomía inherente a las Universidades, se ejerce de conformidad con la Constitución y demás normativa aplicable. Concordante con el artículo 1, de la Ley Nº 31520, Ley que restablece la autonomía y la institucionalidad de las universidades peruanas, así como la Ley N° 32141, Ley que modifica la Ley N° 30220-Ley Universitaria, a fin de fortalecer la institucionalidad de las Universidades Públicas licenciadas;

Que, el Artículo 58, de la Ley N° 30220-Ley Universitaria, establece que el Consejo Universitario es el máximo órgano de gestión, dirección y ejecución académica y administrativa de la Universidad. Concordante con el artículo 18° del Estatuto de la Universidad Nacional de Moquegua, aprobado bajo Resolución de Asamblea Universitaria N° 015-2025-AU-UNAM;

Que, el artículo 59 de la Ley Universitaria-Ley N° 30220, establece las atribuciones del Consejo Universitario, y específicamente el numeral 59.9, establece; Conferir los grados académicos y los títulos profesionales aprobados por las Facultades y Escuela de Posgrado, así como otorgar distinciones honoríficas y reconocer y revalidar los estudios, grados y títulos de universidades extranjeras, cuando la universidad está autorizada por la Superintendencia Nacional de Educación Superior Universitaria. Concordante con el numeral 14, del artículo 20° del Estatuto de la Universidad Nacional de Moquegua;

Que, el Sr. Rector es el personero y representante legal de la Universidad Nacional de Moquegua, conforme a lo dispuesto por la Ley Nº 30220-Ley Universitaria, tiene a su cargo la Dirección, Conducción y Gestión del Gobierno Universitario en todos sus ámbitos, concordante con el artículo 24° y numeral 2 del artículo 26° del Estatuto de la Universidad Nacional de Moquegua;

Que, mediante Informe Técnico N° D0141-2025-SEGE-GT, de fecha 09 de octubre de 2025, e Informe N° D0437-2025-UNAM-R-SG de fecha 10 de octubre de 2025, el Secretario General de la UNAM, remite al Rectorado el expediente para el trámite de Título Profesional de Ingeniero Pesquero de la Bachiller: CORNEJO NUÑEZ MILAGROS ANDREA de la Escuela Profesional de Ingeniería Pesquera, quien se encuentra apta para la expedición del Título Profesional de Ingeniero Pesquero, al haber cumplido satisfactoriamente con los requisitos legales y reglamentarios, exigidos en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional de Moquegua, conforme lo señala la Dirección de Actividades y Servicios Académicos y la Dirección de la Escuela Profesional de Ingeniería Pesquera, razón por la cual, el señor Secretario General incluye dicho expediente como punto de agenda para ser tratado en Sesión Extraordinaria de Consejo Universitario de fecha 15 de octubre de 2025;

Que, el artículo 44° de la Ley N° 30220, Ley Universitaria señala que las universidades otorgan los grados académicos de Bachiller, Maestro, Doctor y los Títulos Profesionales que correspondan, a nombre de la Nación (...). Asimismo, la Ley N° 31803, modifica el artículo en mención adicionando; La Superintendencia Nacional de Educación Superior Universitaria (SUNEDU) determina los criterios, así como establece y supervisa el procedimiento administrativo para el reconocimiento de grados y títulos otorgados en el extranjero, en el marco de la normativa vigente;

Que, el numeral 45.2 del artículo 45° de la Ley Nº 30220, Ley Universitaria, precisa los requisitos mínimos para la obtención del título profesional, como son: el grado de Bachiller y la aprobación de una tesis o trabajo de suficiencia profesional. Asimismo, establece que el título profesional solo se puede obtener en la universidad en la cual se haya obtenido el grado de bachiller;

Que, mediante Resolución de Comisión Organizadora N° 1153-2021-UNAM, se aprobó el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional de Moquegua, el mismo que fue modificado a través de las Resoluciones de Comisión Organizadora N° 410; 453 y 890-2022, N° 880-2023-UNAM y N° 081, 484-2024-UNAM el cual establece los requisitos y norma los procedimientos para la obtención de los grados académicos y títulos profesionales conferidos por esta Casa Superior de Estudios;

Que, bajo el amparo de los considerandos precedentes, el Pleno del Consejo Universitario en Sesión Extraordinaria N° 39-2025-SE-CU-UNAM, de fecha 15 de octubre de 2025, emitió, el siguiente, Acuerdo, POR UNANIMIDAD CONFERIR, a nombre de la Nación el Título Profesional de Ingeniero Pesquero por la modalidad de sustentación de tesis a la Bachiller: CORNEJO NUÑEZ MILAGROS ANDREA, de la Escuela Profesional de Ingeniería Pesquera, de la Facultad de Ingenierías de la Universidad Nacional de Moquegua;

Domicilio Legal: Prolongación Av., Ancash S/N - Moquegua
RUC: 20449347448 - Teléfono: (053) 670168
Página Web: www.unam.edu.pe

Universidad Nacional de Moquegua

RESOLUCIÓN DE CONSEJO UNIVERSITARIO
N° 757-2025-CU

Moquegua, 20 de octubre de 2025

En uso de las facultades y atribuciones conferidas por el Art. 18, de la Constitución Política del Perú, la Ley N° 30220 Ley Universitaria, el Estatuto de la Universidad Nacional de Moquegua, y a lo acordado por el pleno del Consejo Universitario:

SE RESUELVE:

ARTÍCULO 1°: CONFERIR, A NOMBRE DE LA NACIÓN a la Bachiller

- **CORNEJO NUÑEZ MILAGROS ANDREA**

TESIS: "INFLUENCIA DE DIETAS A BASE DE MICROALGAS RICAS EN PUFA SOBRE LA MADURACIÓN GONADAL DE Magallana gigas EN CONDICIONES CONTROLADAS - ILO, 2024.", cuyo Asesor Principal fue el Dr. Walter Merma Cruz, y Co-asesor la Mg. Sheyla Amanda Zevallos Feria.

El **TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO PESQUERO.**

Por la modalidad de SUSTENTACIÓN DE TESIS, de la Escuela Profesional de Ingeniería Pesquera, de la Facultad de Ingenierías de la Universidad Nacional de Moquegua.

ARTÍCULO 2°: ENCARGAR, al Secretario General a través de quien corresponda, para que realice las acciones pertinentes relacionadas con la inscripción correspondiente en el Registro de Grados y Títulos de la Superintendencia Nacional de Educación Superior Universitaria - SUNEDU.

ARTÍCULO 3°: DISPONER, el cumplimiento de la presente Resolución a todas las dependencias de la Universidad Nacional de Moquegua.

ARTÍCULO 4°: DISPONER la publicación de la presente resolución en el Portal Institucional de la Universidad Nacional de Moquegua www.unam.edu.pe

REGÍSTRESE, PUBLÍQUESE Y CÚMPLASE;

UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA SECRETARIA GENERAL

ABOG. EDGAR PINTO HUANCAVILCA
SECRETARIO GENERAL

UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA CONSEJO UNIVERSITARIO

DR. HUGO RUBEN MARCA MAQUERA
RECTOR
PRESIDENTE DEL CONSEJO UNIVERSITARIO

DISTRIBUCION:
VRA
VRI
FACCS
EPIP
GyT
DASA
OTI
Interesado
c.c. Arch.

Domicilio Legal: Prolongación Av., Ancash S/N - Moquegua
RUC: 20449347448 - Teléfono: (053) 670168
Página Web: www.unam.edu.pe