



UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA

FACULTAD CIENCIAS DEL MAR

CARRERA DE BIOLOGÍA

ANÁLISIS DEL CRECIMIENTO DE *Magallana gigas* EN RELACIÓN
CON LAS VARIABLES FÍSICOQUÍMICAS Y FITOPLANCTÓNICAS EN UN
CULTIVO EN MAR ABIERTO EN CHANDUY, PROVINCIA DE SANTA
ELENA-ECUADOR.

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Previo a la obtención del título de:

BIÓLOGA

AUTOR:

Morán Silvestre Adriana Jamilex

TUTOR:

Blga. Jodie Darquea Arteaga M.Sc.

COTUTOR:

Blgo. David García Asencio M.Sc.

LA LIBERTAD – ECUADOR

2026

UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA

FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR

CARRERA DE BIOLOGÍA

ANÁLISIS DEL CRECIMIENTO DE *Magallana gigas* EN RELACIÓN
CON LAS VARIABLES FISICOQUÍMICAS Y FITOPLANCTÓNICAS EN UN
CULTIVO EN MAR ABIERTO EN CHANDUY, PROVINCIA DE SANTA
ELENA-ECUADOR.

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Previa a la obtención del Título de:

BIÓLOGA

AUTOR:

Morán Silvestre Adriana Jamilex

TUTOR:

Blga. Jodie Darquea Arteaga, M.Sc.

COTUTOR:

Blgo David García Asencio, M.Sc.

LA LIBERTAD – ECUADOR

2026

DECLARACIÓN DEL DOCENTE TUTOR

En mi calidad de Docente Tutor del Trabajo de Integración Curricular, “Análisis del crecimiento de *Magallana gigas* en relación con las variables fisicoquímicas y fitoplanctónicas en un cultivo en mar abierto en Chanduy, provincia de Santa Elena-Ecuador”, elaborado por Morán Silvestre Adriana Jamilex, estudiante de la Carrera de Biología, Facultad de Ciencias del Mar de la Universidad Península de Santa Elena, previo a la obtención del título de Biólogo/a, me permito declarar que luego de haber dirigido su desarrollo y estructura final del trabajo, este cumple y se ajusta a los estándares académicos, razón por la cual, apruebo en todas sus partes, encontrándose apto para la evaluación del docente especialista.

Atentamente



Blga. Jodie Darquea Arteaga, M.Sc.

DOCENTE TUTOR

C.I. 0918674359

DECLARACIÓN DEL DOCENTE DE ÁREA

En mi calidad de Docente Especialista, del Trabajo de Integración Curricular “Análisis del crecimiento de *Magallana gigas* en relación con las variables fisicoquímicas y fitoplanctónicas en un cultivo en mar abierto en Chanduy, provincia de Santa Elena-Ecuador”, elaborado por Morán Silvestre Adriana Jamilex, estudiantes de la Carrera de Biología, Facultad de Ciencias del Mar de la Universidad Península de Santa Elena, previo a la obtención del título de Bióloga, me permito declarar que luego de haber evaluado el desarrollo y estructura final del trabajo, éste cumple y se ajusta a los estándares académicos, razón por la cual, declaro que se encuentra apto para su sustentación.

Atentamente



Acu. José Melena Cevallos Ph.D.
DOCENTE DE ÁREA
C.I. 0913432613

DEDICATORIA

A madre Marianela Silvestre, por ser la fuerza que me sostuvo y la calma que me guio. A mi padre Adrian Morán, su amor inmenso como el mar me enseñó a confiar en mis pasos y a nunca rendirme. A mis hermanos Jeriko Morán y Carelys Morán. Ustedes son la risa que me rescata, el abrazo que no juzga, la compañía que no pide permiso para quedarse. Por su apoyo y por recordarme siempre que los sueños se alcanzan con actitud y perseverancia. Este logro no es solo mío, está hecho con pedacitos de ustedes por la fe que día a día depositaron en mí incluso cuando yo dudaba.

Gracias por ser mi lugar seguro, el impulso que me empuja sin presionar y el faro que ilumina mi camino e inspira a seguir explorando nuevos horizontes.

Mi familia, mi razón de ser.

Adriana Jamilex Morán Silvestre.

AGRADECIMIENTO

Expreso mi sincero agradecimiento a la Universidad Estatal Península de Santa Elena (UPSE) por brindarme la oportunidad de formarme profesionalmente y por facilitar los recursos académicos y científicos necesarios para la realización de esta investigación.

Agradezco al Instituto Público de Investigación de Acuicultura y Pesca (IPIAP) por permitir el acceso a sus instalaciones y equipos, cuyo uso fue esencial para el desarrollo de los análisis que sustentan este trabajo.

Gratitud a mis padres y hermanos por su amor, apoyo incondicional y constante motivación que fueron el motor que me impulsó a culminar esta etapa académica.

Extiendo un especial reconocimiento a mi tutora, Blga. Jodie Darquea Arteaga, MSc., por su valiosa orientación, compromiso y dedicación cuya guía fue fundamental para el logro de los objetivos de esta tesis.

De igual manera, expreso mi agradecimiento a mi cotutor, Blgo. David García Asencio, MSc., por su asesoría técnica, sus acertadas recomendaciones y su permanente disposición para acompañarme durante el desarrollo de esta investigación.

Adriana Jamilex Morán Silvestre.

TRIBUNAL DE GRADO

Trabajo de Integración Curricular presentado por Morán Silvestre Adriana Jamilex como requisito parcial para la obtención del grado de Bióloga de la Carrera de Biología, Facultad de Ciencias del Mar de la Universidad Estatal Península de Santa Elena.

Trabajo de Integración Curricular **APROBADO** el: 10/12/2025



Ing. Jimmy Villón Moreno MSc.

DIRECTOR DE CARRERA

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL



Acu. José Melena Cevallos Ph.D.

PROFESOR DE ÁREA

MIEMBRO DEL TRIBUNAL



Blga. Jodie Darquea Arteaga MSc.

DOCENTE TUTOR

MIEMBRO DEL TRIBUNAL



Blgo Richard Duque Marín MSc.

DOCENTE GUÍA DE LA UIC II

MIEMBRO DEL TRIBUNAL



Lcdo. Pascual Roca Silvestre Mgtr.

SECRETARIO DEL TRIBUNAL

DECLARACIÓN EXPRESA

La responsabilidad de datos e ideas y resultados expuestos en este Trabajo de Integración Curricular “Análisis del crecimiento de *Magallana gigas* en relación con las variables fisicoquímicas y fitoplanctónicas en un cultivo en mar abierto en Chanduy, provincia de Santa Elena-Ecuador”, pertenecen exclusivamente al autor, y el patrimonio intelectual del mismo a la Universidad Estatal Península de Santa Elena.



Morán Silvestre Adriana Jamilex

C.I: 0928223346

ÍNDICE GENERAL

1. RESUMEN	17
2. INTRODUCCIÓN	19
3. PROBLEMÁTICA	23
4. JUSTIFICACIÓN	24
5. OBJETIVOS	26
5.1 Objetivo general	26
5.2 Objetivos específicos	26
6. HIPÓTESIS	26
Hi. Alterna	26
7. MARCO TEÓRICO	27
7.1 Biología y ciclo de vida de <i>Magallana gigas</i>	27
7.1.1 Características morfológicas	28
7.1.2 Anatomía interna de las Ostras	28
7.1.3 Ciclo de Vida	30
7.1.4 Alimentación	32
7.2 Cultivo de <i>M. gigas</i> en Ecuador	32
7.2.1 Parámetros de cultivo	33
7.2.2 Parámetros químicos del agua	34

7.2.3 Condiciones hidrodinámicas en cultivos suspendidos de ostras	37
7.2.4 Sistema Long-Line	37
7.2.5 Crecimiento de la Ostra del Pacífico en relación con la biomasa fitoplanctónica.....	39
8. METODOLOGÍA	42
8.1 Tipo de investigación	42
8.2 Área de estudio.....	42
8.3 Sistema de cultivo Long-line de Ostras.....	43
8.3.1 Desdoblamientos en el sistema de Cultivo Long-line de Ostras	44
8.4 FASE DE CAMPO.....	45
8.4.1 Arrastre vertical estratificado.....	45
8.4.2 Toma de parámetros fisicoquímicos del agua.....	47
8.5 FASE DE LABORATORIO.....	49
8.5.1 Composición, abundancia del fitoplancton y clorofila-a	49
8.6 Determinación de Parámetros químicos del agua	54
8.6.1 Análisis de variables con fotometría.....	54
8.7 Peso y talla de <i>M. gigas</i>	58

8.7.1 Medición de morfometría	58
8.7.2 Talla	58
8.7.3 Peso	59
8.7.4 Supervivencia	60
8.8 ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	61
8.8.1 Relación del peso y talla de la Ostra del Pacífico con el fitoplancton y clorofila-a	61
8.8.2 Análisis estadístico de parámetros fisicoquímicos y el crecimiento	62
8.8.3 Análisis de supervivencia de la Ostra del Pacífico con relación a los parámetros fisicoquímicos y biológicos	63
9. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	64
9.1. Análisis vertical de la composición y abundancia del fitoplancton y concentración de clorofila-a.....	64
9.1.1 Abundancia a 1m, 3m, 5m de profundidad	64
9.1.2 Concentración de Clorofila-a en relación con la profundidad	67
9.1.3 Similitud entre profundidades a nivel de especie	69
9.2. Variación vertical de los parámetros fisicoquímicos del agua en el cultivo Long-Line de M. gigas a profundidades de 1, 3 y 5 metros.....	72

9.2.1 Nitrato	72
9.2.2 Nitrito	73
9.2.3 Fosfato	74
9.2.4 Calcio.....	75
9.2.5 Sílice	76
9.2.7 Temperatura	77
9.2.8 pH	78
9.2.9 Salinidad	79
9.2.10 Turbidez	80
9.2.11 Oxígeno disuelto (OD).....	81
9.2.12 Análisis PERMANOVA	82
9.2.13 Análisis de Componentes Principales (PCA).....	83
9.3. Relación entre el peso, talla y supervivencia de <i>M. gigas</i> con los parámetros fisicoquímicos y el fitoplancton.....	84
9.3.1 Peso a la profundidad de monitoreo de 1, 3 y 5 metros en cuatro meses de cultivo	84
9.3.2 Talla a la profundidad de 1m, 3m y 5m en cuatro meses de cultivo.....	87
9.3.3 Análisis PERMANOVA	88

9.3.4 Análisis de Componentes Principales (PCA).....	89
9.3.5 Supervivencia en cuatro meses de estudio	90
9.3.5 Análisis de Correlación Spearman	91
10. DISCUSIONES.....	96
11. CONCLUSIONES	100
12. RECOMENDACIONES.....	103
13. BIBLIOGRAFÍA.....	104

ÍNDICE DE FIGURA

Figura 1 Ostra del Pacífico.....	28
Figura 2 Anatomía Interna de la Ostra del Pacífico.	29
Figura 3 Ciclo de vida de <i>M. gigas</i>	31
Figura 4	38
Figura 5 Ubicación geográfica del cultivo Long-line ubicado en Parroquia Chanduy, Provincia de Santa Elena.	42
Figura 6 Caracterización del cultivo Long-line.....	44
Figura 7 Arrastre vertical- Clarke-Bumpus sempler.	45
Figura 8 Red - Clarke-Bumpus sempler (Calazas et al., 2011).....	46
Figura 9 Toma de muestras de agua para nutrientes mediante botella Niskin.	47

Figura 10 Esquema del procedimiento para la preparación de muestras en el análisis e identificación del fitoplancton.	50
Figura 11 Análisis de nutrientes por fotometría.	54
Figura 12 Dimensión morfométrica de <i>M. gigas</i>	58
Figura 13 Abundancia total de fitoplancton por profundidad.	64
Figura 14 Composición superficial de especies de fitoplancton.	66
Figura 15 Presencia y ausencia de especies a nivel de profundidades.....	68
Figura 16 Similitud de abundancia entre profundidades a nivel de especies.	69
Figura 17 Índices ecológicos aplicados a diferentes profundidades a nivel de especie. A) Dominancia. B) Simpson. C) Shannon-Wiever. D) Individuos. E) Pielou.	71
Figura 18 Concentración de Nitrato en relación con la profundidad.	73
Figura 19 Concentración de Nitrito en relación con la profundidad.....	74
Figura 20 Concentración de fosfato en relación con la profundidad	75
Figura 21 Concentración de Calcio en relación con la profundidad.....	76
Figura 22 Concentración de Sílice en relación con la profundidad.	77
Figura 23 Concentración de temperatura en relación con las profundidades	78
Figura 24 Concentración de pH en relación con la profundidad	78
Figura 25 Concentración de Salinidad en relación con las profundidades	79

Figura 26 Concentración de Salinidad en relación con las profundidades	80
Figura 27 Concentración de Oxígeno en relación con la profundidad.....	81
Figura 28 Relación entre variables ambientales mediante Análisis de Componentes Principales (ACP).....	83
Figura 29 Evolución del peso (g) en diferentes profundidades (1 m, 3 m y 5 m) por tipo de linterna, durante los cuatro meses de estudio.....	86
Figura 30 Variación de la talla (cm) en diferentes profundidades (1 m, 3 m y 5 m) para tres linternas, durante los meses de julio a octubre.....	88
Figura 31 Análisis de Componentes Principales de parámetros biométricos.	90
Figura 32 Variación de la supervivencia durante los meses de julio a octubre.....	91
Figura 33 Correlación de la supervivencia con relación a los parámetros fisicoquímicos y biológicos mediante Spearman.....	92
Figura 34 Correlación de las variables fisicoquímicas y fitoplanctónicas para comprobación de hipótesis.....	95
Figura 35 Toma de muestra de agua mediante botella Niskin. Arrastre vertical estratificado superficial para fitoplancton con red Clarke bumpus.....	114
Figura 36 Medición morfométrica de <i>Magallana gigas</i>	114
Figura 37 Desdoblamiento de Linternas para <i>Magallana gigas</i>	114
Figura 38 Análisis de fitoplancton realizados en las instalaciones del Instituto Público de Investigación de Acuicultura y Pesca (IPIAP).....	115

Figura 39 Análisis de nutrientes de agua de mar realizados en los laboratorios de la Facultad Ciencias del Mar. 115

Figura 40 Área de estudio del cultivo Long-line de *Magallana gigas* ubicado en Parroquia Chanduy, Provincia de Santa Elena. 116

Figura 41 Depredación de *Magallana gigas* por cefalópodo. 116

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Fases de acuicultura de *M. gigas*. 33

Tabla 2 Parámetros para cultivo en mar abierto de la Ostra del Pacífico. 34

Tabla 3 Área marina para el cultivo de ostras de la Cooperativa "Cooperativa Virgen del Carmen"..... 43

Tabla 4 Referencia de tallas de la Ostra del Pacífico acorde a la clasificación comercial 59

Tabla 5 Promedio general de la concentración de clorofila-a. 67

Tabla 6 Reporte de rangos de Nitrato mg/L observados en los cuatro meses de estudio. 72

Tabla 7 Reporte de rangos de Nitrito (ppm) observados en los cuatro meses de estudio. 73

Tabla 8 Reporte de rangos de Fosfato mg/L observados en los cuatro meses de estudio. 74

Tabla 9 Reporte de rangos de Calcio (mg/l) observados en los cuatro meses de estudio. 75

Tabla 10 Reporte de rangos de Sílice mg/L observados en los cuatro meses de estudio.	76
Tabla 11 Reporte de rangos de temperatura superficial en los cuatro meses de estudio.	77
Tabla 12 Rangos y variabilidad de las variables ambientales en el cultivo Long-line.	81
Tabla 13 Peso promedio (g) mensual de <i>Mallagana gigas</i> en el cultivo Long-line.	85
Tabla 14 Tallas (cm) mensuales de <i>Mallagana gigas</i> en el cultivo Long-line.	87
Tabla 15 Prueba de normalidad- Shapiro-Wilk W.	92
Tabla 16 Registro de parámetros físicos en fase de campo.	117
Tabla 17 Variedad porcentual del fitoplancton encontrada a un metro de profundidad.	118
Tabla 18 Variedad porcentual del fitoplancton encontrada a tres metros de profundidad.	119
Tabla 19 Variedad porcentual del fitoplancton encontrada a cinco metros de profundidad.	120
Tabla 20 Promedios y rangos de las concentraciones de los nutrientes.	123
Tabla 21 Variabilidad del peso por mes de <i>M. gigas</i>	123
Tabla 22 Peso por mes y profundidades de <i>M. gigas</i>	123

GLOSARIO Y SIMBOLOGÍA

Análisis de Componentes Principales (PCA): Técnica estadística multivariada que identifica las variables ambientales que explican la mayor variabilidad en un conjunto de datos.

Biomasa: Cantidad total de materia orgánica viva por unidad de volumen o área, empleada como indicador ecológico de productividad.

Biom mineralización: Proceso biológico mediante el cual organismos marinos como las ostras forman estructuras calcáreas.

Clorofila-a: Pigmento fotosintético principal del fitoplancton utilizado como indicador de biomasa y productividad primaria.

Fosfato: Ión derivado del fósforo que interviene en procesos metabólicos y regula la productividad primaria en ecosistemas acuáticos.

Fitoplancton: Conjunto de microalgas microscópicas que flotan en la columna de agua y constituyen la base de la cadena trófica marina.

Larva velígera: Etapa larval de los moluscos bivalvos caracterizada por la presencia del velum, estructura ciliada para nado y alimentación.

Metamorfosis: Transición biológica de la fase larvaria a la fase bentónica en ostras, donde se fijan al sustrato y desarrollan su concha.

Nitrato: Forma oxidada del nitrógeno inorgánico utilizada por el fitoplancton como nutriente esencial para su crecimiento celular.

Oxígeno disuelto: Cantidad de oxígeno gaseoso presente en el agua, fundamental para los procesos respiratorios de los organismos marinos.

Salinidad: Medida de la concentración total de sales disueltas en el agua de mar, expresada comúnmente en unidades prácticas de salinidad (UPS).

Sílice: Elemento químico indispensable para la formación de frústulas en diatomeas, componentes estructurales del fitoplancton.

Sistema Long-line: Método de cultivo suspendido en mar abierto que utiliza líneas flotantes horizontales para el engorde de bivalvos.

Tasa de supervivencia: Porcentaje de organismos vivos en un cultivo con respecto al número inicial sembrado, indicador del éxito biológico.

Turbidez: Grado de dispersión de la luz en el agua causado por partículas en suspensión que afectan la penetración lumínica.

ABREVIATURAS

FAO: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.

IPIAP: Instituto Público de Investigación de Acuicultura y Pesca.

MAGAP: Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca.

UPS: Unidades Prácticas de Salinidad.

pH: Potencial de Hidrógeno.

mg/L: Miligramos por litro.

µm: Micrómetro.

°C: Grados Celsius.

PSU: Practical Salinity Unit (Unidad Práctica de Salinidad).

JICA: Agencia de Cooperación Internacional del Japón.

ANOVA: Análisis de Varianza.

1. RESUMEN

Magallana gigas, especie de rápido crecimiento y alto valor comercial, enfrenta limitaciones técnicas y una marcada variabilidad ambiental que pueden afectar su desempeño biológico. Este estudio, desarrollado en el sistema Long-line de la cooperativa “Virgen del Mar” en la zona costera de Chanduy, Santa Elena, evaluó el crecimiento y la supervivencia de *M. gigas* y su relación con parámetros fisicoquímicos y fitoplanctónicos en un cultivo en mar abierto. Durante cuatro meses se registraron periódicamente peso, talla y supervivencia en tres profundidades (1, 3 y 5 m) con el objetivo de determinar la influencia ambiental sobre el desempeño biológico de la especie. El crecimiento fue progresivo y similar entre profundidades, con pesos finales de 43.32 g, 44.83 g y 43.80 g y tallas de 5.42 cm, 5.65 cm y 5.59 cm para 1, 3 y 5 m, respectivamente, obteniendo una supervivencia del 70 %. El fitoplancton estuvo dominado por *Rhizosolenia imbricata*, *Chaetoceros lorenzianus* y *Bellerochea horologicalis*. Los parámetros fisicoquímicos variaron significativamente entre profundidades $F = 11.27$, $p = 0.0002$ con diferencias entre 1–5 m y 3–5 m, pero no entre 1–3 m, sin embargo, el desempeño biológico no mostró variación asociada a la profundidad $F = 0.002$, $p = 0.999$.

Palabras clave: *Magallana gigas*, fitoplancton, parámetros fisicoquímicos, Long- line, crecimiento.

ABSTRACT

Magellan gigas, a fast-growing species with high commercial value, faces technical limitations and marked environmental variability that can affect its biological performance. This study, conducted in the long-line system of the “Virgen del Mar” cooperative in the coastal area of Chanduy, Santa Elena, evaluated the growth and survival of *M. gigas* and its relationship with physicochemical and phytoplankton parameters in an open-ocean culture. Weight, length, and survival were periodically recorded for four months at three depths (1, 3, and 5 m) to determine the environmental influence on the species' biological performance. Growth was progressive and similar across depths, with final weights of 43.32 g, 44.83 g, and 43.80 g and lengths of 5.42 cm, 5.65 cm, and 5.59 cm at 1, 3, and 5 m, respectively, resulting in a 70% survival rate. Phytoplankton was dominated by *Rhizosolenia imbricata*, *Chaetoceros lorenzianus*, and *Bellerochea horologicalis*. Physicochemical parameters varied significantly between depths $F = 11.27$, $p = 0.0002$ with differences between 1–5 m and 3–5 m, but not between 1–3 m. However, biological performance showed no variation associated with depth $F = 0.002$, $p = 0.999$.

Keywords: *Magallana gigas*, phytoplankton, physicochemical parameters, Long-line, growth.

2. INTRODUCCIÓN

La acuicultura es uno de los sectores crecientes de aporte mundial en el área de la economía y de la sociedad misma, que contribuye de manera significativa a la seguridad alimentaria y al desarrollo socioeconómico de las regiones costeras (FAO Report, 2024). En el Ecuador la actividad acuícola se enfoca principalmente en la producción del camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*), generando importantes ingresos para la caja fiscal debido a la exportación a otros países (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2019). No obstante, la diversificación acuícola de moluscos, peces, crustáceos y macroalgas es una estrategia fundamental para el fortalecimiento de la sostenibilidad y la resiliencia del sector acuícola (FAO Report, 2024). Es así, que la Ostra del Pacífico (*Magallana gigas*), es un molusco reconocida a nivel mundial por su crecimiento rápido y valor comercial (Rodríguez, H., 2019), representando una alternativa para la expansión de la acuicultura ecuatoriana y el fortalecimiento de la economía del sector acuícola.

El cultivo de la ostra del Pacífico (*Magallana gigas*) en Ecuador inició en 1990 con la creación del Centro Nacional de Acuicultura e Investigaciones Marinas (CENAIM) donde se desarrollaron las primeras técnicas de cultivo en cautiverio para esta especie, destacando en el rápido crecimiento y tolerancia a diversas condiciones ambientales (Núñez, Lodeiros, Ramírez, Narváez, & Graziani, 2024). Posteriormente, entre 1990 y 1997, con el apoyo de la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA), se fortaleció el cultivo de moluscos mediante la capacitación de técnicos y el desarrollo de infraestructura especializada. (FAO, 2024). A partir de esta fecha se obtuvieron padrones de CENAIM y de centros

reproductores provinciales, los cuales fueron incorporados a programas controlados de selección para reducir riesgos de endogamia y mejorar parámetros productivos bajo lineamientos técnicos establecidos (FAO, 2024; CENAIM, 2023).

El sistema Long-line se ha desarrollado principalmente para *M. gigas* en El Real, Palmar, Chanduy, Anconcito, Monteverde, Valdivia, San Pedro y Ayangue, ha sido impulsada principalmente por el Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca (MAGAP) y el Gobierno provincial autónomo descentralizado, con la asistencia técnica desde el 2017 a asociaciones de pescadores combinan actividad extractiva de recursos pesqueros con el manejo de cultivo de ostras en mar abierto (Cámara Nacional de Pesquería, 2023).

La costa sur-central del Ecuador, particularmente la provincia de Santa Elena se caracteriza por una alta productividad primaria debido a la influencia de afloramientos costeros que enriquecen las aguas con nutrientes como nitratos, fosfatos y sílice, así como por descargas fluviales del río Guayas (Kalstein, H., 2022). Estos factores crean un entorno favorable para el desarrollo del fitoplancton, principal fuente de alimento para *M. gigas*. Estudios realizados por el Instituto Público de Investigación de Acuicultura y Pesca (IPIAP) han documentado la presencia de especies fitoplanctónicas típicas de la corriente del Perú, como *Proboscia alata*, *Rhizosolenia styliformis* y *R. setigera*, en las zonas costeras del Golfo de Guayaquil y la provincia de Manabí (Oña et al, 2024).

Entre las condiciones que presenta tanto la costa central como sur del Ecuador, incluyendo la zona de Chanduy- Santa Elena, se encuentra influenciada

por afloramientos costeros que aportan nutrientes como nitratos, fosfatos, sílice al ecosistema marino (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2019). Estos nutrientes, junto con la descarga de ríos cercanos (Guayas y Chone), sostienen la productividad primaria. Estudios locales (barridos oceanográficos frente a Puerto Bolívar en la provincia de El Oro) han encontrado productividad de fitoplancton y zooplancton máxima al sur ($\sim 2.5^{\circ}\text{S}$) (Mence, V., 2023).

Los niveles de nutrientes como nitratos ($>3 \mu\text{M}$) y fosfatos ($>0.3 \mu\text{M}$) pueden variar con la productividad del ecosistema, al igual que la concentración de clorofila-a, que suele oscilar entre menos de $1 \mu\text{g/L}$ en épocas secas y a más de $10 \mu\text{g/L}$ en zonas eutrofizadas, que interactúa con las aguas cálidas de la corriente ecuatorial superficial ($26\text{--}28^{\circ}\text{C}$), creando un frente termal que modula la productividad primaria (Alaminos, 2019).

Estudios realizados por Londoño (2019) en ambientes estuarino en México han evidenciado una correlación directa entre la abundancia fitoplanctónica y las tasas de crecimiento y condición fisiológica de *M. gigas* en diversos entornos. De igual forma, estudios en Corea del Sur mostraron que altos niveles de clorofila-a favorecen el crecimiento y la tasa de supervivencia en condiciones de cultivo suspendido de ostras (Alaminos, 2019).

El entendimiento de los factores ambientales cobra especial relevancia frente a los retos que imponen los fenómenos climáticos. Según Villón, (2023). *M. gigas* presenta un óptimo de crecimiento entre 18°C y 25°C ; sin embargo, durante eventos cálidos como El Niño en Ecuador, la temperatura del mar puede superar los

28 °C, generando estrés térmico. Así mismo, la salinidad puede disminuir por debajo de 20 PSU debido a lluvias intensas o escorrentías, apartándose el rango óptimo para el crecimiento de *M. gigas* entre 25 y 35 PSU (Lasso, Ríos, & Pérez, 2025).

En Chanduy, la biomasa fitoplanctónica, está dominada principalmente por diatomeas (*Chaetoceros spp.*, *Thalassiosira spp.*) y dinoflagelados (*Prorocentrum spp.*) con densidades celulares que oscilan entre 10^3 – 10^4 células/L durante periodos de surgencia activa, asociados a concentraciones de clorofila-a de 1.05–6.25 mg/m³ (Aguelfo, A., 2017).

El presente estudio tiene como objetivo principal analizar del crecimiento de la Ostra del Pacífico en relación con las variables fisicoquímicos y fitoplanctónicas en un cultivo en mar abierto en Chanduy, planteándose la hipótesis de que estas variables, afectan el crecimiento y la condición fisiológica de las ostras cultivadas. En este contexto, este estudio proporcionar información científica que permite optimizar las prácticas del cultivo de *M. gigas* que servirán de base para el diseño de estrategias de manejo adaptativo frente a las fluctuaciones ambientales, garantizando la viabilidad a largo plazo de esta actividad productiva.

3. PROBLEMÁTICA

El cultivo de *Magallana gigas* (Ostra del Pacífico) en Ecuador aún no se encuentra ampliamente desarrollado, principalmente debido a la limitada experiencia técnica a nivel nacional. A esto se suma la variabilidad de las condiciones oceánicas y costeras, que generan un entorno ambiental dinámico y, en ocasiones, inestable. Factores como cambios en temperatura, salinidad, corrientes y disponibilidad de nutrientes pueden afectar el crecimiento, la supervivencia y la calidad de los organismos cultivados. Estos elementos evidencian que el establecimiento de cultivos de *M. gigas* enfrenta desafíos tanto biológicos, ambientales como operativos que deben ser considerados en su implementación.

Uno de los factores ambientales relacionado con el crecimiento de *M. gigas* es la temperatura superficial del agua modulada por el aporte de aguas frías de la Corriente de Humboldt y por alteraciones asociadas al Fenómeno El Niño-Oscilación del Sur, determinando estos procesos periodos de calentamiento o enfriamiento en la zona costera ecuatoriana. No obstante, la corriente de Humboldt caracterizada por aguas frías y ricas en nutrientes también puede generar cambios abruptos en la reducción del oxígeno disuelto y el aumento de floraciones algales.

De igual manera, los cambios y disponibilidad de nutrientes son importantes de documentar para entender cómo se relaciona con la productividad primaria esencial para la alimentación y crecimiento de la ostra en cultivos suspendidos en mar abierto.

4. JUSTIFICACIÓN

La diversificación acuícola constituye una de las recomendaciones globales de la FAO (2024) para incrementar la resiliencia productiva frente a la variabilidad climática y la demanda creciente de productos marinos. En este marco, el cultivo de *Magallana gigas* (Ostra del Pacífico) representa una alternativa ~~biotecnológica~~ de alto potencial debido a su rápido crecimiento, tolerancia a rangos amplios de salinidad y capacidad para adaptarse a sistemas de producción en mar abierto. Sin embargo, la sostenibilidad de este cultivo depende del conocimiento sobre el desarrollo de la especie y la dinámica oceanográfica del sitio de implementación y de la disponibilidad de microalgas como principal fuente alimenticia.

A nivel nacional, el cultivo de ostras en Ecuador aún se encuentra en fase de desarrollo, debido a la falta de provisión constante de semilla, la limitada información científica sobre la interacción entre variables fisicoquímicas, estructura fitoplanctónica y el desempeño biológico de *M. gigas*. Esta ausencia de datos dificulta el diseño de prácticas de manejo eficientes y la evaluación de la viabilidad del cultivo en zonas costeras expuestas a variaciones ambientales significativas. En consecuencia, la generación de investigación aplicada es importante para fortalecer la toma de decisiones técnicas y promover una diversificación acuícola basada en criterios ecológicos y productivos.

En el ámbito local, la zona marina de Chanduy (provincia de Santa Elena) presenta un escenario oceanográfico dinámico influenciado por corrientes estacionales, variaciones en temperatura superficial, cambios en salinidad y

fluctuaciones en la biomasa fitoplanctónica. Estas características pueden influir en el crecimiento, supervivencia y calidad de *M. gigas* cultivada bajo sistemas Long-line, por lo que es imprescindible disponer de una línea base ambiental que permita comprender la relación entre estas variables y el desempeño del cultivo.

5. OBJETIVOS

5.1 Objetivo general

Analizar el crecimiento de *Magallana gigas* en relación con los parámetros fisicoquímicos y fitoplanctónicos, mediante su composición y abundancia en un sistema de cultivo Long-line.

5.2 Objetivos específicos

- Establecer la composición, abundancia del fitoplancton y clorofila-a presente en el cultivo Long-line de a través de monitoreo de red de arrastre.
- Determinar los parámetros fisicoquímicos en el cultivo Long-line mediante fotometría de calidad de agua.
- Relacionar el peso, talla y supervivencia de *M. gigas* con los parámetros fisicoquímicos y el fitoplancton.

6. HIPÓTESIS

Hi. Alterna

Las variables fisicoquímicas y fitoplanctónicas presentan una relación significativa con el crecimiento de *Magallana gigas* cultivada en mar abierto.

7. MARCO TEÓRICO

7.1 Biología y ciclo de vida de *Magallana gigas*

La Ostra del Pacífico es originaria de Japón y Corea, ubicada en zonas estuarinas donde puede llegar hasta 40 metros de profundidad, aunque generalmente se adhieren a rocas y restos de otras conchas, también existen registros en fondos lodosos y arenosos, debido a su amplio rango de temperatura y salinidad, es hallada en zonas frías y templadas capaz de sobrevivir en medios desde 0 a 50 UPS (Burzryn, A., et al, 2022).

1.1.1. Taxonomía

Reino: Animalia

Filo: Mollusca

Clase: Bivalvia

Subclase: Autobranchia

Infraclase: Pteriomorpha

Orden: Ostreida

Superfamilia: Ostreoidea

Familia: Ostreidae

Subfamilia: Crassostreinae

Género: *Magallana*

Especie: *gigas*

Nombre científico: *Magallana gigas*

Nombre común: Ostra del Pacífico

7.1.1 Características morfológicas

Magallana gigas posee un cuerpo blando cubierto por dos valvas calcáreas y una forma que tiende a ser oblongas muy distorsionadas e irregulares; se caracteriza por ser una concha inequivalva es decir, la valva derecha (superior) es más plana y pequeña, ligeramente convexa, mientras que la inferior es cóncava, presenta una concha sólida, con alta rugosidad y laminada, presenta un color blanco o grisáceo con estrías marrones y puntos que radian del umbo (Salvador, P., 2023). Dependiendo de las condiciones ambientales y de cultivo, las ostras alcanzan desde 8 hasta 15 cm de longitud en estado adulto.

Figura 1 *Ostra del Pacífico.*



7.1.2 Anatomía interna de las Ostras

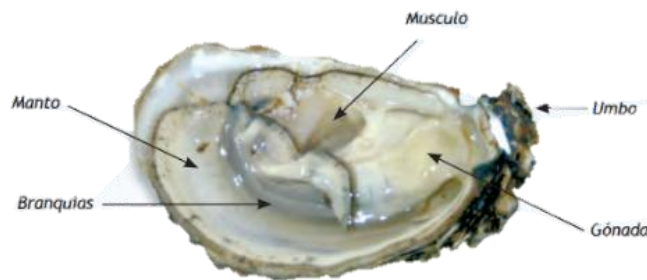
La anatomía interna de *Magallana gigas* refleja la adaptación a un modo de vida bentónico y filtrador, en el interior de su concha bivalva, el cuerpo blando está protegido por el manto, estructura que reviste la cavidad interna y

participa activamente en la secreción de carbonato de calcio para el crecimiento y reparación de la concha (Villón, A., 2023). La cavidad paleal, amplia y bien desarrollada, alberga un par de branquias laminares altamente vascularizadas que desempeñan una doble función: intercambio gaseoso y filtración de partículas alimenticias presentes en el agua (Maza, M., Ayala, D., Muñoz, J. L., & Flores, J. , 2018).

Así mismo, el aparato digestivo está especializado para procesar partículas microscópicas suspendidas en el agua y tras la filtración en las branquias, el alimento se transporta hacia la boca, donde labios provistos de cilios seleccionan y dirigen las partículas hacia el esófago (O Brien, E., 2022). Desde allí, el bolo alimenticio llega al estómago, conectado a un extensivo divertículo digestivo que actúa como órgano de almacenamiento y digestión extracelular.

Este divertículo, con células secretoras y absorbentes, libera enzimas digestivas que descomponen carbohidratos, lípidos y proteínas. El intestino, relativamente corto y de trayecto en espiral, culmina en un ano situado cerca del borde posterior de la cavidad paleal, lo que facilita la expulsión de desechos sin interferir con el flujo de agua (Aguelfo, A., 2017).

Figura 4 Anatomía Interna de la Ostra del Pacífico.



Nota: Adaptado de Expression of immune-related genes in the oyster *Crassostrea gigas* during ontogenesis, por Tipante et al., 2007.

7.1.3 Ciclo de Vida

Presenta un complejo ciclo de vida, al realizar metamorfosis desde una fase larval planctónica que dura entre 14 a 21 días, y una fase bentónica adulta. Su reproducción sexual, es a través de la fecundación externa con ayuda de la columna de agua, una vez haya transcurrido la fertilización estas pasan por varias etapas (trocófora, velígera y pedivelígera) antes de fijarse al sustrato para convertirse en juveniles (PASCEOJ, 2020).

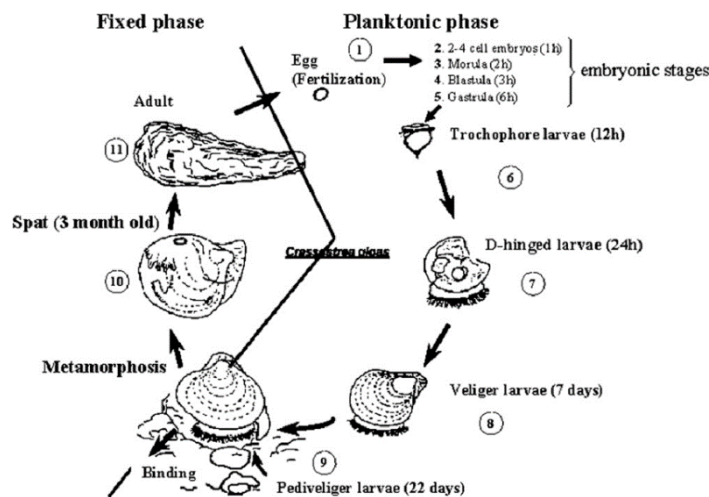
Más allá de su distribución geográfica, en términos de estrategia reproductiva, los machos y hembras de las ostras, liberan simultáneamente sus gametos al medio acuático, un evento que suele estar asociado a incrementos estacionales de la temperatura del agua por encima de 18 °C, así como a una elevada disponibilidad de fitoplancton en la columna de agua (EMR, 2025). La fecundación ocurre en suspensión y, tras pocas horas, el cigoto experimenta divisiones celulares rápidas que originan la primera fase larvaria conocida como trocófora (FAO Report, 2024).

Desde ese escenario aproximadamente entre 12 y 24 horas después de la fecundación la trocófora evoluciona a la larva D o veliger temprana que tiene la

característica de tener la formación de la primera concha y a su vez el desarrollo del velo que es la estructura ciliada que le permite nadar activamente y comenzar la filtración de microalgas, principalmente *Isochrysis galbana* y *Chaetoceros muelleri* (Cámara Nacional de Pesquería, 2023)

Desde ese enfoque entre 6 y 10 días después de la eclosión, la larva alcanza el estadio pediveliger que es el momento crítico en el que desarrolla un pie funcional para explorar el sustrato (Londoño, F., 2019). Esta capacidad le permite seleccionar superficies duras para su fijación definitiva, lo que marca el inicio del proceso de metamorfosis que implica la pérdida del velo, la secreción de un cemento biológico para que la otra pueda adherirse firmemente al sustrato y la transición a un modo de vida bentónico (Krampah, Mensah, Acheampong, & Adzersiwor, 2024).

Figura 7 Ciclo de vida de *M. gigas*.



Nota: Adaptado de Expression of immune-related genes in the oyster *Crassostrea gigas* during ontogénesis, por Tipante et al., 2007.

7.1.4 Alimentación

La Ostra del Pacífico es un organismo filtrador suspensívoro, con una dieta se compone principalmente de fitoplancton, detritos orgánicos y partículas microscópicas en suspensión (Alvarez, R., Cobo, L., Sonnenholzner, S., & Stern, S., 2025). Su mecanismo de alimentación se basa en la filtración activa de agua mediante el movimiento de cilios en sus branquias, donde se retienen las partículas alimenticias que luego son seleccionadas y transportadas hacia la boca (Oña et al, 2024).

La calidad y disponibilidad del alimento influyen directamente en la tasa de crecimiento, reservas energéticas y capacidad reproductiva. Estudios experimentales han demostrado que microalgas como *Tetraselmis suecica* y *Thalassiosira pseudonana* son altamente nutritivas y favorecen tanto el crecimiento como la mejora de características (Salvador, P., 2023).

7.2 Cultivo de *Magallana gigas* en Ecuador

La acuicultura de ostras en Ecuador está dividida por las fases de vida, cada uno de estos se adapta a las condiciones ambientales y objetivos de producción, influyendo; la calidad, las condiciones ambientales y el rendimiento del cultivo. El cultivo de moluscos tuvo inicios en el año 1990 en el Centro Nacional de Acuicultura e Investigaciones Marinas (CENAIM), siendo la Ostra del Pacífico fue introducida desde Chile (Jiménez & Torres, 2023).

Así mismo, en la Provincia de Santa Elena, el gobierno autónomo descentralizado provincial en conjunto con la Agencia de Cooperación

internacional de Japón (JICA) incursionaron en el campo creando un laboratorio productor de semillas de ostra llegando hasta la etapa de juveniles y posterior pasar a la etapa de engorde. Los cultivos de ostra constan de varias fases.

Tabla 1 Fases de acuicultura de *M. gigas*.

Fase	Descripción
Siembra - Larvicultura	En esta primera fase implica la introducción de larvas o semillas en el ambiente marino y de crecimiento, una vez obtenida la semilla, estas son colocadas en bandejas o redes.
Pre- engorda	Posterior a la etapa de semilla y antes de la engorda final; durante esta fase los organismos alcanzan un tamaño de 1.5cm para ser llevados en estructuras posteriores como jaulas flotantes, donde se controla la densidad adecuada (Lodeiros et al., 2024)
Engorde	Durante esta fase las ostras miden alrededor de 5-10 mm, trasladándose a cultivos de mar abierto en nuevos sistemas de cultivos, es importante la disponibilidad de nutrientes y la densidad poblacional (Chávez-Villalba, 2014)

7.2.1 Parámetros de cultivo

Según Álvarez et al., (2025) el crecimiento de la Ostra del Pacífico está directamente relacionado con la disponibilidad de alimento, principalmente fitoplancton, y la calidad del agua. Estos factores no actúan de manera individual, sino que interactúan de forma sinérgica, afectando la fisiología de la

ostra (Burztyn, A., Granito, M., Malundez, M., Castro, M., Rodríguez, P., , 2022).

En el caso del Ecuador, la temperatura del mar en zonas costeras donde se desarrollan cultivos de ostras, como en la provincia de Santa Elena, presenta valores promedio que oscilan entre 22 °C y 28 °C, con registros medios cercanos a 26.9 ± 3.7 °C, lo que corresponde a condiciones tropicales favorables para el crecimiento del molusco. Bajo estos rangos y con una salinidad entre 25 y 35 mg/L, la especie logra alcanzar tamaños comerciales entre 8 y 10 cm en periodos anuales o de hasta dieciocho meses (Acta Oceanográfica del Pacífico, 2025).

Tabla 2 *Parámetros para cultivo en mar abierto de la Ostra del Pacífico.*

Parámetro	Valor Óptimo
Temperatura	18-25°C
Salinidad	27-30 mg/L
Oxígeno Disuelto	>5mg/L
Clorofila -a	>2.5mg/L
Densidad de cultivo	200-300(g/ cm ³) Dm ²

Fuente: CENDEPESCA (2007).

7.2.2 Parámetros químicos del agua

- **Nitrito**

Es un compuesto intermedio en el ciclo del nitrógeno, resultado de la oxidación parcial del amonio y de la reducción del nitrato. En concentraciones elevadas puede ser tóxico para organismos acuáticos debido a su capacidad de interferir con el transporte de oxígeno en la hemolinfa de los bivalvos (Tomalá, J., 2025). En sistemas de cultivo, niveles de nitrito superiores a 0,1 mg/L pueden indicar deficiencias en la renovación de agua o acumulación de materia orgánica en descomposición, lo que incrementa el riesgo de estrés fisiológico en las ostras (Wijsman, J., Troost, K., & Roncarati, A., 2018).

- **Nitrato**

El nitrato representa la forma más estable y oxidada del nitrógeno en el medio marino. Constituye una fuente esencial de nutrientes para el desarrollo del fitoplancton, base alimenticia de las ostras filtradoras. Sin embargo, concentraciones excesivas generalmente superiores a 5 mg/L en aguas costeras pueden provocar proliferaciones algales masivas que al colapsar, generan condiciones hipóxicas perjudiciales para el cultivo (Villón, A., 2023).

- **Fosfato**

Su disponibilidad junto con el nitrógeno controla la productividad primaria del fitoplancton. En ecosistemas costeros ecuatorianos, concentraciones de fosfato entre 0.05 y 0.3 mg/L favorecen la producción fitoplanctónica sin inducir floraciones nocivas. Niveles por debajo de este rango pueden limitar la disponibilidad de alimento para las larvas y juveniles

de *M. gigas* (Burzryn, A., Granito, M., Malundez, M., Castro, M., Rodríguez, P., , 2022).

- **Sílice**

El sílice disuelto es esencial para el desarrollo de diatomeas, uno de los grupos fitoplanctónicas más nutritivos para las larvas de ostras (FAO Report, 2024). Las diatomeas requieren sílice para formar sus frústulas y su abundancia en el medio influye directamente en la composición y calidad del plancton disponible para filtración. Concentraciones adecuadas de sílice, generalmente superiores a 1 mg/L en aguas marinas garantizan la presencia de este tipo de microalgas en la dieta natural de las ostras (Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura , 2023).

- **Calcio**

El calcio es un nutriente fundamental para la biomineralización de la concha en *M. gigas*. La disponibilidad de calcio en el agua junto con el carbonato determina la tasa de calcificación y la resistencia estructural de la concha (Burzryn, A., Granito, M., Malundez, M., Castro, M., Rodríguez, P., , 2022). En aguas marinas, concentraciones de calcio superiores a 350 mg/L son comunes y suficientes para el desarrollo normal de bivalvos; sin embargo, condiciones de acidificación oceánica pueden reducir la saturación de carbonato de calcio y afectar negativamente la formación de concha (Alvarez, R., Cobo, L., Sonnenholzner, S., & Stern, S., 2025).

7.2.3 Condiciones hidrodinámicas en cultivos suspendidos de ostras

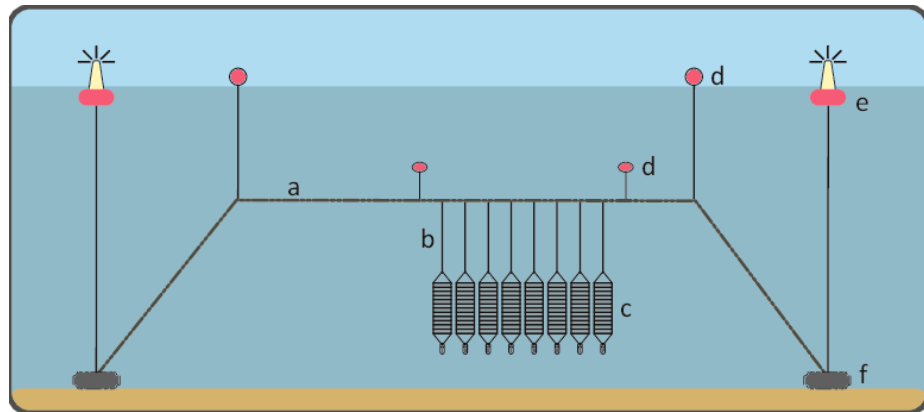
Las condiciones hidrodinámicas son un factor determinante en el éxito del cultivo suspendido de ostras, por lo que influyen en la disponibilidad de alimento, la eficiencia de filtración y la reducción de sedimentación en las estructuras. En el perfil costero ecuatoriano, estudios realizados en Ayangue y Bahía de Caráquez han demostrado que la presencia de corrientes moderadas y una adecuada renovación de agua favorecen la alimentación continua mediante fitoplancton y partículas en suspensión, por tanto, se traduce en un crecimiento homogéneo y tasas de supervivencia (Lodeiros et al., 2017; Treviño et al., 2020).

7.2.4 Sistema Long-Line

El sistema de cultivo Long-line ha sido ampliamente utilizada en la ostricultura a nivel mundial, y en particular en el Pacífico Oriental para la producción de *Magallana gigas*. Consiste en una línea principal de gran longitud, fabricada generalmente de cabo de polipropileno o polietileno de alta resistencia, que se mantiene en posición horizontal gracias a boyas flotantes distribuidas a lo largo de su extensión (Wijsman, J., Troost, K., & Roncarati, A., 2018). De esta línea principal cuelgan ramales verticales a los que se fijan dispositivos de engorde como pearl nets, lantern nets o bolsas ostrícolas. Su diseño permite que las ostras permanezcan suspendidas en la columna de agua, evitando el contacto directo con el fondo y facilitando un flujo constante de agua rica en fitoplancton (Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura , 2023).

Figura 10

Esquema del sistema de cultivo Long-Line con linternas.



Nota: Adaptado de Paula Gaspar, 2017, en Boas prácticas en cultivo de ostra – Algarve. Descripción: a. cabo madre, b. cuerdas suspendidas, c. linternas, d. flotadores, e. boyas de señalización marítima, f. peso y anclas.

- Ventajas

Una de las principales ventajas de este sistema radica en la exposición continua de las ostras a una corriente de agua con alta disponibilidad de alimento, lo que se traduce en un crecimiento más rápido y uniforme. Asimismo, al estar suspendidas, las ostras sufren menor acumulación de sedimentos y presentan una reducción en la incidencia de depredadores bentónicos como cangrejos y estrellas de mar (Lindao, M. & Ruiz, C., 2022).

- Desventajas

Su instalación inicial implica una inversión significativa en materiales resistentes a la corrosión y al desgaste marino, así como en

elementos de flotación adecuados para soportar el peso de las estructuras cargadas con biomasa. En áreas expuestas, el oleaje fuerte y las corrientes intensas pueden generar tensiones elevadas sobre las líneas, provocando daños estructurales o pérdida de equipos. Adicionalmente, la bioincrustación de organismos como percebes y algas filamentosas sobre las redes y boyas incrementa el peso de la estructura y reduce el flujo de agua, lo que obliga a un mantenimiento periódico intensivo (Lodeiros et al., 2006).

7.2.5 Crecimiento de la Ostra del Pacífico en relación con la biomasa fitoplanctónica

El crecimiento de la Ostra del Pacífico (*Magallana gigas*) depende directamente de la cantidad y calidad de la biomasa fitoplanctónica disponible en el ambiente, debido a que constituye su principal fuente de alimento. La abundancia de microalgas influye en la tasa de filtración, la conversión de energía y el desarrollo de tejidos en las ostras (Burzтын, A., Granito, M., Malundez, M., Castro, M., Rodríguez, P., , 2022). Las variaciones en la concentración de fitoplancton ocasionadas por cambios en la temperatura, la luz y los nutrientes, pueden afectar su desarrollo. En ecosistemas costeros, la productividad primaria regula el suministro alimenticio para las especies filtradoras.

En sistemas naturales, la abundancia de microalgas como *Isochrysis galbana*, *Chaetoceros muelleri* y *Tetraselmis suecica* se traduce en una mayor

tasa de filtración y, por ende, en un crecimiento larvario más rápido (Cámara Nacional de Pesquería, 2023). La composición y densidad del fitoplancton influyen directamente en la eficiencia alimentaria, debido a que no todas las especies de microalgas son igualmente digeribles o nutricionalmente completas para las larvas (Datatab, 2025).

La biomasa y la producción de fitoplancton son fundamentales en las redes tróficas que se desarrollan en el ecosistema pelágico marino. En los ambientes acuáticos, la biomasa fitoplanctónica es un indicador ecológico que representa en mayor medida la transformación del dióxido de carbono en carbono orgánico a través de la fotosíntesis (EMR, 2025).

La producción primaria se entiende como la velocidad a la que el fitoplancton convierte carbono inorgánico en carbono orgánico durante la fotosíntesis (Salvador, P., 2023). Proceso que no solo garantiza su propio sustento, sino que también provee la base energética para el resto de los organismos del ecosistema; por lo que permite comprender los ciclos del carbono en el océano, predecir cambios en las poblaciones de recursos pesqueros y establecer la relación entre el forzamiento físico-biogeoquímico y el funcionamiento de los ecosistemas pelágicos a escala regional (Gaxiola et al., 2010).

La abundancia de fitoplancton se mide a través de clorofila-a, está correlacionada con el crecimiento de bivalvos. Estudios en cultivos de *Magallana gigas* mostraron que una mayor concentración de clorofila-a se

asocia con mayor tasa de crecimiento diario, especialmente en ambientes estuarinos (Cámara Nacional de Pesquería, 2023). Tal como demuestra Salvador (2023) donde, el crecimiento de *M. gigas* en estuarios de la costa ecuatoriana alcanzó la talla comercial en 5 meses, asegurando que en ambientes estuarinos con niveles de >50 mg/L partículas en suspensión y una alta disponibilidad de fitoplancton, principalmente especies como *Chaetoceros spp.*, *Skeletonema costatum* y *Thalassiosira spp.*, que benefician significativamente en el crecimiento de esta especie en latitudes tropicales.

8. METODOLOGÍA

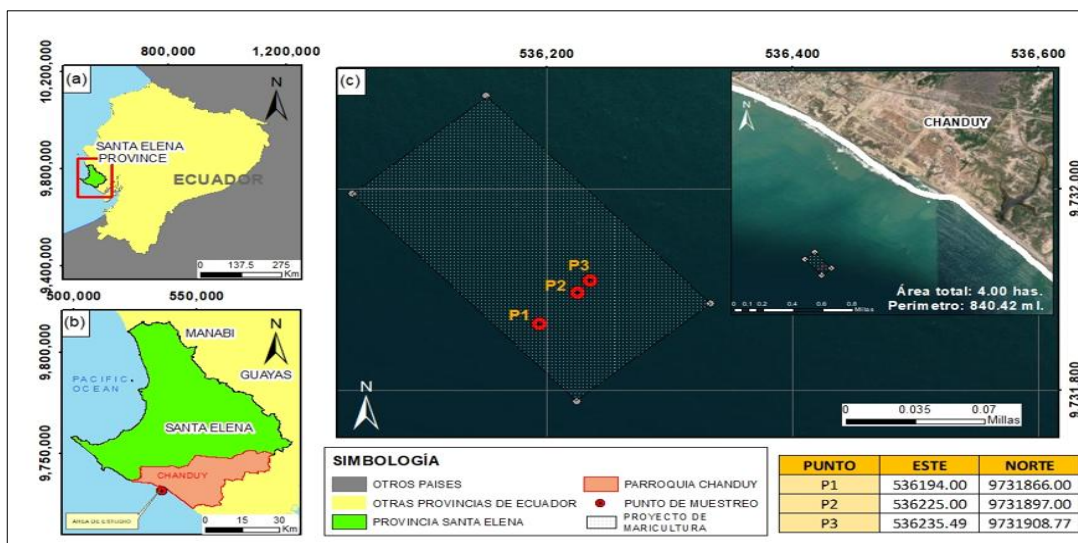
8.1 Tipo de investigación

Este estudio se basa en una metodología de campo que incluye monitoreos *in situ* de los factores fisicoquímicos de las variaciones en el crecimiento de *Magallana gigas* durante el proceso de cultivo en mar abierto.

8.2 Área de estudio

El presente estudio se desarrolló en la parroquia Chanduy, situada al sur de la Puntilla de Santa Elena, en la provincia de Santa Elena. Forma parte de la zona costera con una extensión territorial de 769,02 km² (Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial, 2023). Se caracteriza por ser una caleta pesquera artesanal, con la actividad principal es la extracción de recursos entre ellos: peces pelágicos pequeños, moluscos y crustáceos. En la actualidad, se estima que alrededor de 200 embarcaciones artesanales operan en la zona (Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial, 2023).

Figura 13 Ubicación geográfica del cultivo Long-line en Parroquia Chanduy, Provincia de Santa Elena.



La zona de estudio es un área marina consolidada para el cultivo de ostras que esta manejada por la Cooperativa Virgen del Carmen, con una extensión total de 4 hectáreas ubicado a 1 milla del perfil costero (**figura 5**). El área se encuentra limitada por las siguientes coordenadas:

Tabla 3 Área marina para el cultivo de ostras de la Cooperativa "Cooperativa Virgen del Carmen".

Puntos	X	Y
P1	538041.56	9731994.50
P2	536150.24	9732091.24
P3	536333.02	9731885.91
P4	536224.34	9731789.16

Fuente: Cooperativo Virgen del Carmen, 2025.

Nota: Las coordenadas estan representadas en UTM.

8.3 Sistema de cultivo Long-line de Ostras

La zona del cultivo Long-line de la Cooperativa pesquera artesanal “Virgen del Carmen”, posee una línea madre de 1 plg con una extensión de 100 m donde se sujetan las linternas que cuentan con estructuras de 8 a 10 pisos acompañadas de boyas mismas que se sostienen de la línea madre.

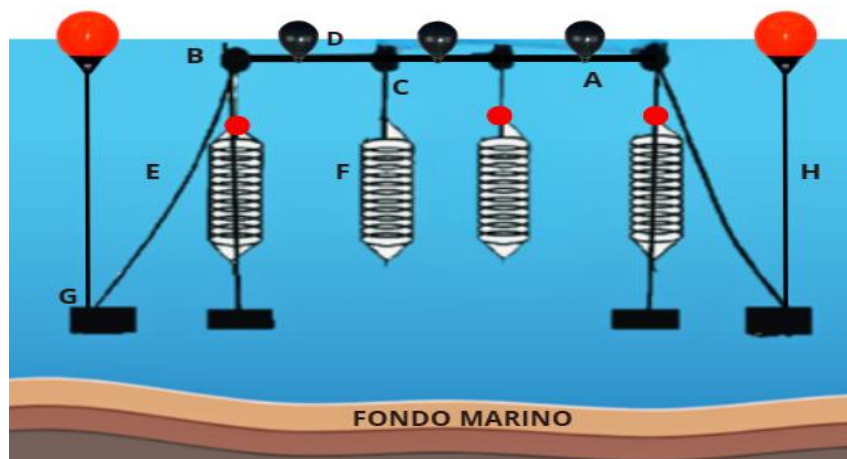
La siembra de las ostras se realizó el 3 de julio del 2025 un total de 10.000 organismos de *M. gigas* en todo el sistema con una densidad aproximada de 200-300 organismos por piso (10 pisos por linterna), utilizando 3 linternas con un total de 3.000 semillas en cada una. La longitud promedio de la semilla al momento de la siembra estuvo entre 1 a 2 cm.

8.3.1 Desdoblamientos en el sistema de Cultivo Long-line de Ostras

El desdoblamiento es una práctica de manejo en el cultivo de ostras que consiste en redistribuir periódicamente los individuos en diferentes pisos de las linternas para disminuir la densidad y favorecer el crecimiento; incrementando así paulatinamente el número de linternas. Por tanto, a los dos meses del cultivo se mantuvo un total de 12 linternas con 10 pisos, recubiertas con mallas de 10 mm para minimizar el biofouling

Figura 16

Caracterización del cultivo Long-line



Nota: A) Línea madre. B) Boyas de profundidad. C) Cuerda portante. D) Boyas indicadoras. E) Diagonal o corrida. F) Linternas/Pearl net. **Sistema de anclaje:** G) Concreto o peso muerto en cada extremo de la línea. H) Cuerda y boyas indicadoras marinas. Círculos rojos: Linternas seleccionadas.

8.4 FASE DE CAMPO

Se caracterizó las condiciones del medio y el crecimiento de la Ostra del Pacífico en el sistema de cultivo Long line, por un periodo de cuatro meses, desde el 3 de julio hasta el 31 de octubre del 2025 donde se realizaron monitoreos dos veces al mes en horario entre 06h30 a 10h30 am de los parámetros fisicoquímicos del agua de la determinación de la abundancia y composición del fitoplancton. Tomándose también datos de peso, talla y supervivencia en el sistema de cultivo completando un total de ocho monitoreos en los cuatro meses de estudio. Para el muestreo de peso y talla de las ostras, se seleccionó de las linternas los pisos 1, 5 y 10 a fin de medir su crecimiento. La elección de los tres pisos a las profundidades de 1 m, 3m y 5m por linterna se justificó por las condiciones hidrodinámicas del área y la necesidad de reducir la competencia intraespecífica facilitando el crecimiento homogéneo y un monitoreo más eficiente del desarrollo individual.

8.4.1 Arrastre vertical estratificado

Para el monitoreo de fitoplancton se realizó un arrastre vertical estratificado a profundidades de 1, 3 y 5 metros utilizando la red de Clarke-Bumpus (**Figuras 7**) de ojo de malla de 50 μm y de 1m de longitud con un diámetro superior de la boca de red de 12,50 cm, con apertura de malla 50 μm y diámetro de la boca de la red de 0.125 m y una capacidad de recolección de 500 ml (**figura 8**) (Scanlon M., 2021). La elección de las profundidades de muestreo fue de 1m, 3m, 5 m se basó en la

Figura 19

Arrastre vertical estratificado- Clarke-Bumpus sempler (Calazas et al., 2011).

presencia de clorofila-a en esta zona donde la combinación de luz y nutrientes favorece una alta concentración de fitoplancton (Tomalá, J., 2025). Se tomaron tres muestras en las tres profundidades 1m, 3m y 5m en 3 puntos a lo largo de la línea del cultivo Long-line. Las muestras obtenidas se conservaron con formol al 4% (neutralizado con 10g de bórax) para el análisis en el laboratorio, donde se determinó la concentración de clorofila-a por espectrometría siguiendo protocolos establecidos para el análisis de pigmentos fitoplanctónicas (MITECO, 2008; URAREN, 2015).

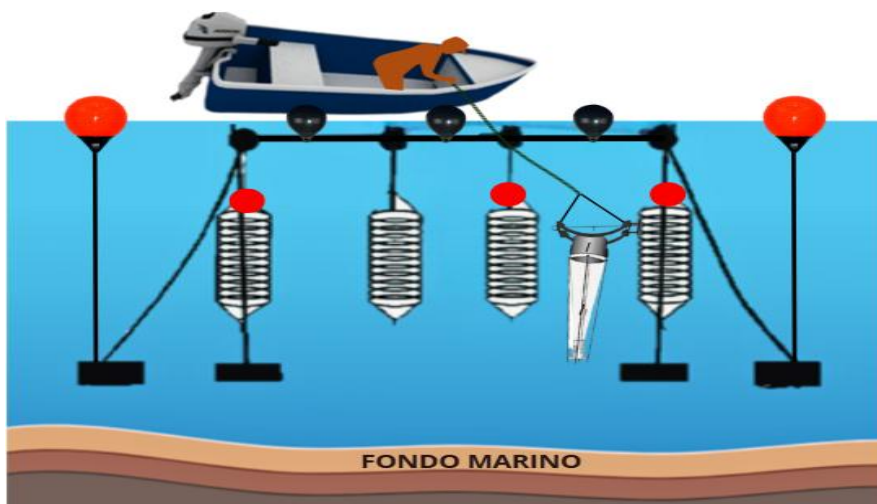


Figura 20 Red - Clarke-Bumpus sempler (Calazas et al., 2011).



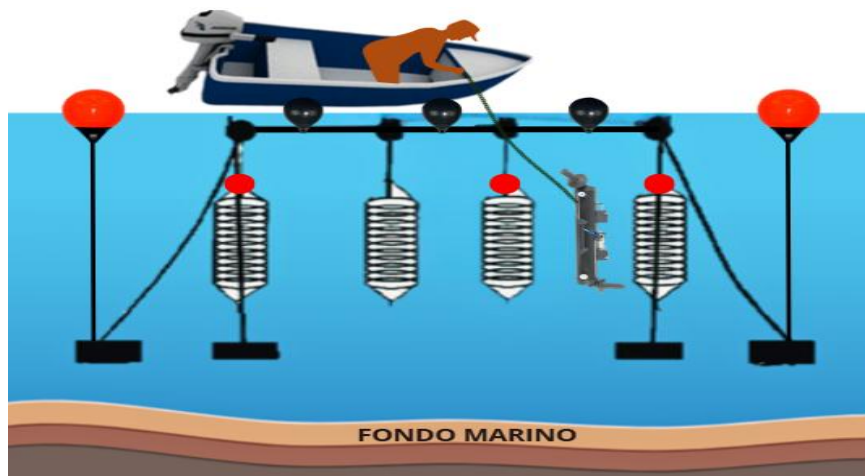
8.4.2 Toma de parámetros fisicoquímicos del agua

Se monitorearon los tres puntos de muestreo previamente establecidos, registrando los parámetros físicos pH, temperatura, salinidad y oxígeno disuelto mediante un equipo multiparámetro (7 en 1 YY-1070). Para ello, los sensores se colocaron directamente en la muestra contenida en el recipiente proveniente de la red de arrastre. En primer lugar, se midió el oxígeno disuelto sumergiendo el sensor en el agua recolectada con la botella Niskin y registrando el valor en mg/L; posteriormente, se determinó el pH mediante la inmersión de su sensor, obteniendo valores en la escala de 1 a 14. A continuación, se midió la salinidad, expresada en partes por millón (ppm) de sales disueltas, utilizando el mismo procedimiento de inmersión, y finalmente se registró la temperatura del agua en grados Celsius (°C) con el sensor correspondiente del multiparámetro (Hanna Instruments, 2025).

Se determinaron así también otros los parámetros químicos del agua (nitrito, nitrato, fosfato, sílice y calcio) utilizando fotometría molecular de Hanna Instruments. En cada punto se tomaron 3 muestras utilizando la botella Niskin (**figura 9**), la cual se vertió en un recipiente de 500 ml. Todas las muestras se mantuvieron en refrigeración a una temperatura de 5°C para su conservación hasta el momento del análisis.

Figura 23

Toma de muestras de agua para nutrientes mediante botella Niskin.



8.4.3.1 Toma de turbidez

En un recipiente de 100ml previamente esterilizado, se tomó una muestra de agua a profundidad de 5 metros en la botella Niskin, y conservó en congelación de 2 a 4 °C para a su análisis en el laboratorio con el medidor de turbidez de la marca Hanna Instruments HI93703.

8.4.3.2 Toma de datos méristicos de la Ostra del Pacífico en el sistema de cultivo en mar abierto.

El muestreo del peso y talla de las ostras se efectuó a partir del momento de la siembra, realizándose dos monitoreos mensuales, lo que representó un total de ocho muestreos durante el período de estudio. Se realizó la medición de 50 ostras en tres pisos por linterna, completando 150 organismos por linterna. En conjunto se muestreando 450 organismos, correspondiente a tres linternas monitoreadas. U n total en los ocho muestreos de 3600 organismos Esta estrategia se fundamentó en prácticas similares descritas por el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (2023), quienes utilizaron un tamaño de muestra de 40 ostras por unidad en cultivos

en cestas apiladas, con el objetivo de mantener un seguimiento al crecimiento (FAO Report, 2024).

8.5 FASE DE LABORATORIO

Se recolectaron un total de 18 muestras de fitoplancton, las cuales fueron analizadas en los laboratorios de la Facultad de Ciencias del Mar de la Universidad Estatal Península de Santa Elena. Se llevó a cabo análisis fotométrico.

8.5.1 Composición, abundancia del fitoplancton y clorofila-a

8.5.1.1 Identificación de fitoplancton

A partir de las muestras recolectadas se realizó la identificación taxonómica del fitoplancton siguiendo los criterios morfológicos establecidos en la literatura especializada Moreno y Licea 1996, Balech 1988, Tomás 1996, Hoppenrath et al., 2023. Para garantizar la validez de la identificación se emplearon las bases de datos internacionales Algaebase (Listing the World's Algae), WoRMS (World Register of Marine Species) y GBIF (Global Biodiversity Information Facility). La composición relativa de cada grupo se calculará mediante la fórmula:

$$\%Composición_i = \left(\frac{n_i}{N}\right) \times 100$$

Donde:

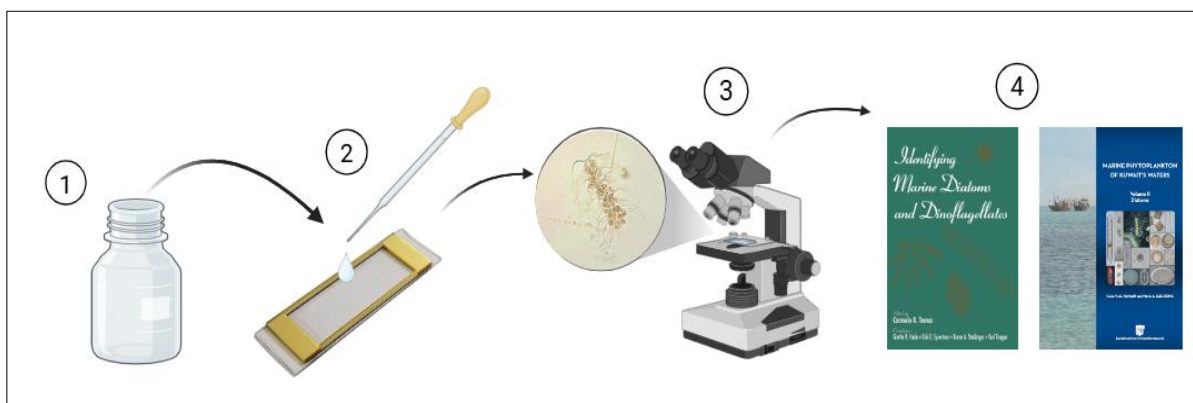
- n_i : Número de individuos del grupo taxonómico i (por ejemplo, diatomeas o dinoflagelados).
- N : Número total de organismos fitoplanctónicos contados en la muestra.

- %Composición_i: Porcentaje que representa el grupo i respecto al total de fitoplancton.

8.5.1.2 Abundancia de fitoplancton

El conteo de fitoplancton se realizó utilizando una cámara de Sedgwick-Rafter, la cual permitió realizar un conteo directo de células por campo de visión (cel/mL). Este método es ampliamente utilizado en estudios de calidad del agua y ecología planctónica por su precisión, simplicidad y adaptabilidad, técnica validada por organismos internacionales como la American Public Health Association (APHA) en el manual *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* y por la UNESCO en *Monographs on Oceanographic Methodology*.

Figura 26 Esquema del procedimiento para la preparación de muestra en el análisis e identificación del fitoplancton.



Para el análisis se tomó una alícuota de 1 ml de la muestra y se depositó en la cámara de conteo, luego bajo un microscopio compuesto (Olympus BX32) del laboratorio de plancton del Instituto Público de Investigación de Acuicultura y Pesca (IPIAP), donde se llenó todo el campo de visión de la cámara y se contó el número de células.

8.5.1.2.1 Índice de Shannon-Wiener

Para determinar la abundancia y diversidad se usó el programa estadístico PAST 4.17, utilizando el índice de Shannon-Wiener (1948). Comúnmente este índice es utilizado para evaluar la biodiversidad, cuenta tanto el número de especies como la equitatividad. Se emplea la siguiente fórmula:

$$H' = -\sum(pi \cdot \ln pi)$$

Donde:

H' : Índice de diversidad de Shannon-Wiener

pi : Proporción de individuos de la especie i en relación con el total de individuos de la muestra.

\ln : Logaritmo natural.

8.5.1.2.2 Índice de Simpson

Permite evaluar la probabilidad de que dos individuos seleccionados aleatoriamente de una muestra pertenezcan a la misma especie, lo que permite cuantificar la

dominancia específica dentro de una comunidad biológica. Este parámetro, conocido como índice de Simpson (D), se calcula mediante la fórmula:

$$D = \sum p_i^2$$

Donde:

D: Índice de Simpson

p_i : Proporción de individuos de la especie i respecto al total de individuos

8.5.1.2.3 Índice de Pielou

Medida que permite evaluar el grado de uniformidad en la distribución de los individuos entre las distintas especies de una comunidad. El índice toma valores entre 0 y 1, donde 0 indica una baja equitatividad y 1 refleja que todas las especies presentan abundancias similares.

$$J' = \frac{H'}{\ln S}$$

Donde:

J' : Índice de equitatividad de Pielou

H' : Índice de Shannon-Wiener

S: Número total de especies

ln: Logaritmo natural

8.5.1.3 Clorofila-a

Para el análisis de **clorofila- a**, se tomó muestras de 1 litro de fitoplancton de cada estación la cual se vertió dentro de una botella ámbar para evitar daños de la muestra. Esta se llevó al laboratorio para filtrar la muestra con ayuda de una bomba de vacío y un filtro de fibra de vidrio de 47mm. Una vez filtrada la muestra se procedió a agregar 10ml de acetona al 90%, homogenizando la muestra con un recipiente esterilizado, se envolvió con papel aluminio y se dejó reposar a 4°C durante 24 horas, pasado el tiempo de reposo se llevó la muestra a centrifugar a 3000 rpm para eliminar residuos sólidos (Burztyn, A., Granito, M., Malundez, M., Castro, M., Rodríguez, P., , 2022).

Una vez realizado el procedimiento anterior, se tomó una muestra de 10ml para el uso en el espectrofotómetro donde:

1. Se calibró la muestra encerrando con 10ml de acetona al 90% como blanco.
2. Se colocó una muestra de 10ml de clorofila-a extraída en el espectrofotómetro y se medirá.
3. El resultado se aplicó a la fórmula de clorofila-a Jeffrey & Humphrey (1975).

$$\text{Clorofila-a (mg/L)} = \frac{Ca \times v}{V}$$

Donde:

- Ca: concentración de clorofila a en el extracto (mg/L)
- v: volumen del extracto (mL o L)

- V: volumen de muestra filtrada (L)

8.6 Determinación de Parámetros Químicos del agua

8.6.1 Análisis de variables con fotometría

Durante el estudio se realizó el análisis fotométrico de cinco nutrientes: nitrito, nitrato, fosfato, sílice y calcio por triplicado en cada profundidad. Para esto, la muestra de agua fue previamente filtrada con una bomba al vacío . Estos compuestos son comúnmente determinados mediante métodos espectrofotométricos, los cuales permiten cuantificar la concentración mediante reacciones químicas que generan compuestos coloreados cuya absorbancia es leída a longitudes de onda específicas (Tarrillo, y otros, 2024). La metodología está

Figura 28 Análisis de nutrientes por fotometría.

alineada con protocolos de análisis descritos en el *Manual de Métodos Analíticos para la Determinación de Parámetros Fisicoquímicos Básicos en Aguas* (Maza et al., 2018).



Nota: 1) Agua de mar filtrada. 2) Cubeta con la muestra sin reactivar. 3) Aplicación del reactivo estandarizado. 4) Colorimetría de la solución. 5) Insertado de cubeta. 6) Lectura de la muestra.

8.6.1.1 Nitrito

Para el análisis de nitrito, se llenó la cubeta con 10ml de muestra de agua de mar sin reaccionar, posteriormente se ubicó la cubeta en la base del equipo (Hanna Instruments, 2018). Preparación de la muestra para realizar la toma de datos:

1. Se añadió un paquete de HI764-25 Reactivo Nitrito Rango bajo
2. Se agitó suavemente por 15 segundos hasta disolver para ubicar en el equipo y obtener mediciones después de 15 minutos.

8.6.1.2 Nitrato

Para el análisis de nitrato, se preparó una cubeta con 10ml de la muestra, posteriormente se ubicó la cubeta en la base del equipo (Hanna Instruments, 2018) para medir la lectura.

Preparación de la muestra para realizar la toma de datos:

1. Se añadió en la cubeta un paquete de HI781-25 Reactivo Nitrato.
2. Se agitó ejerciendo movimientos verticales por 10 a 50 segundos sin crear burbujas para ubicar en el equipo y obtener mediciones.

8.6.1.3 Fosfato

Para el análisis de fosfato, directamente se procedió a enjuagar, tapar y agitar la cubeta en varias ocasiones con la muestra sin reaccionar, seguido del procedimiento se llenó la cubeta con 10ml de muestra, se ubicó la cubeta en el equipo para la lectura (Hanna Instruments, 2018). Preparación de la muestra para realizar la toma de datos:

1. Se añadió un paquete de HI774-25 Reactivo fosfato bajo rango.
2. Se agitó por 2 minutos hasta disolver.
3. Una vez realizado, se efectuó la ubicación en el equipo y obtención de mediciones.

8.6.1.4 Sílice

Para el análisis de sílice, la cubeta de 10 ml se enjuagó varias veces con la muestra sin reaccionar para evitar contaminación (Hanna Instruments, 2018).

Luego se llenó con 10 ml de muestra y se insertó en el fotómetro para la toma de referencia. Preparación de la muestra para realizar la medición:

1. Se añadió un paquete de HI770-25 Reactivo sílice bajo rango a la cubeta con muestra.
2. Se agitó en línea recta (sin movimientos circulares) por aproximadamente 30 segundos hasta disolver completamente el reactivo, evitando la formación de burbujas.
3. Se esperó un tiempo de reacción de 3 minutos para asegurar el desarrollo completo del color.
4. Finalmente, se insertó la cubeta en el equipo y se realiza la lectura.

8.6.1.5 Calcio

Para el análisis de calcio, se añadió 1ml de reactivo de Calcio A (HI758-26) a la cubeta utilizando una jeringa de 1ml, una vez insertado el adaptador de cubetas en 16mm, acompañado de una pipeta plástica se complementó la cubeta con agua desionizada o destilada hasta llegar a los 10ml (Hanna Instruments, 2018). Una vez realizado el procedimiento:

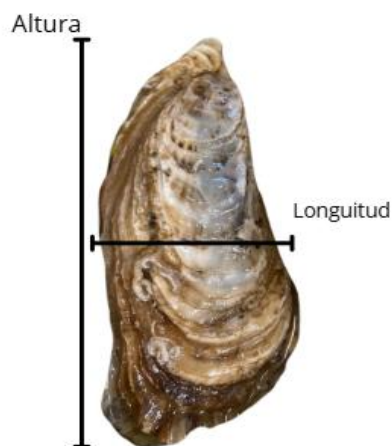
1. Se invirtió la cubeta 5 veces para mezclar.
2. Se colocó el reactivo HI7582.
3. Finalmente se insertó en la cubeta para la medición.

8.7 Talla y Peso de *Magallana gigas*

8.7.1 Medición de morfometría

La medición de *M. gigas* se realizó con la ayuda de un calibrador de vernier digital el cual es una herramienta ampliamente utilizada para medir con precisión las dimensiones externas, internas y de profundidad de diversos objetos (EMR, 2025), mediante el cual se registró datos sobre la altura y la longitud del organismo.

Figura 32 Dimensión morfométrica de *M. gigas*



8.7.2 Talla

La talla de *M. gigas* se determinó utilizando un calibrador de Vernier digital con una precisión de ± 0.01 mm. (Mitutoyo, s/f). Este instrumento permitió obtener mediciones precisas de longitud y altura, fundamentales para determinar el crecimiento longitudinal de los organismos. Se seleccionaron aleatoriamente 450 ostras vivas del sistema de cultivo Long-line, un tamaño de muestra que permitió representar la población y detectar variaciones individuales

con suficiente precisión estadística (Rodríguez, 2015). Las ostras se retiraron cuidadosamente de las linternas y fueron enjuagadas con agua de mar para eliminar sedimentos y bioincrustaciones. Para cada individuo se midió la longitud valvar total (desde la charnela hasta el borde opuesto) y la altura (desde el umbo hasta el borde ventral), registrando los valores en una hoja de monitoreo debidamente identificada con la fecha y número de muestra. Las mediciones se expresaron en centímetros con decimales, lo que permitió analizar el crecimiento longitudinal de los organismos (Prismática et al., 2020).

Tabla 4 Referencia de tallas de la Ostra del Pacífico acorde a la clasificación comercial.

Valores aproximados talla y peso de <i>Magallana gigas</i>			
Clasificación comercial	Talla (cm)	Peso total (g)	Tiempo aproximado de cultivo
Postlarva	0,5 – 1	0,01 – 1,5	21 días
Semilla	1,5 – 2,5	1.5 – 5	1 – 2 meses
Juvenil	3,0– 3,5	5 – 25	2 – 4 meses
Ostra	4,00 – 4,5	30 – 35	5 – 8 meses

Fuente: Arias (2023).

8.7.3 Peso

El peso húmedo total de las ostras se determinó mediante el uso de una balanza digital (Pocket Scale). Las ostras fueron pesadas desde semilla, para eso fueron colocadas aproximadamente por 30 segundos en una bandeja inclinada con malla para eliminar el exceso de agua superficial. Posteriormente, una vez que

tenían mayor desarrollo, cada ostra se pesó registrándose los valores en gramos, en la hoja de datos que incluyó también las medidas de longitud y altura. Este procedimiento sigue protocolos descritos en experiencias previas sobre cultivo de bivalvos, donde se han usado estas herramientas por su practicidad en campo (Rodríguez, 2015).

8.7.4 Supervivencia

La supervivencia de *M. gigas* se evaluó mediante conteos directos dos veces al mes en el sistema de cultivo Long-line, registrando el número de organismos vivos y muertos. Durante cada monitoreo, se inspeccionaron visualmente los las linternas, identificando signos de mortalidad como conchas abiertas, desprendimientos, ausencia de tejido blando o daños visibles (Sernapesca, 2023).

La tasa de supervivencia acumulada se calculará con la fórmula:

$$\text{Supervivencia (\%)} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de ostras vivas}}{\text{N}^\circ \text{ de ostras sembradas inicialmente}} \times 100$$

8.8 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se empleó el software PAST 4.17 para determinar la distribución de los datos mediante Shapiro–Wilk, lo que permitió definir el uso de métodos no paramétricos, se calcularon índices ecológicos (Shannon, Simpson, y Pielou) y medidas de similitud como Bray Curtis para caracterizar diversidad y composición de fitoplancton. Para comparar grupos y evaluar diferencias multivariadas se empleó PERMANOVA y un Pairwise, complementado con análisis de componentes principales (PCA) para visualizar patrones y asociaciones. Las relaciones entre variables se analizaron mediante correlación de Spearman, indicada cuando los datos no presentan normalidad. La estadística aplicada permitió analizar las diferencias, asociaciones y estructura de la comunidad bajo condiciones heterogéneas.

8.8.1 Relación del peso y talla de la Ostra del Pacífico con el fitoplancton y clorofila-a

Se utilizó correlación de Spearman un método no paramétrico que mide la fuerza y dirección de la asociación entre dos variables ordinales o continuas sin asumir normalidad. Esta técnica se basa en rangos y es adecuada para detectar relaciones monotónicas, positivas o negativas, entre el crecimiento (peso y talla) y las variables ambientales.

$$\rho = 1 - \frac{6\sum d^2}{n(n^2 - 1)}$$

Donde:

- ρ : Coeficiente de Spearman.
- d : Diferencia entre los rangos de cada par de datos (peso-talla - parámetro).
- n : Número total de pares.
- $\sum d^2$: Suma de las diferencias de rangos al cuadrado.

Kruskal–Wallis

De manera complementaria, se empleó la prueba no paramétrica de Kruskal–Wallis para evaluar diferencias entre tres o más grupos independientes, debido a que los datos no cumplían los supuestos de normalidad y homogeneidad requeridos por un ANOVA. Esta prueba, basada en rangos, permitió identificar si existían diferencias significativas entre profundidades de cultivo o periodos de muestreo.

8.8.2 Análisis estadístico de parámetros fisicoquímicos y el crecimiento

Se aplicó PERMANOVA (Permutational Multivariate Analysis of Variance), que evalúa diferencias en conjuntos multivariados entre grupos definidos, utilizando permutaciones para calcular significancia. Este método es robusto frente a datos no normales y permite analizar simultáneamente los parámetros fisicoquímicos en relación con el crecimiento. Se complementó con PCA para reducir la dimensionalidad y representar gráficamente la estructura y agrupamiento de las variables.

8.8.3 Análisis de supervivencia de la Ostra del Pacífico con relación a los parámetros fisicoquímicos y biológicos

Para el análisis se empleó la correlación de Spearman, debido a que las variables no cumplían los supuestos de normalidad. Este método no paramétrico permite determinar la magnitud y dirección de la asociación entre la supervivencia y los parámetros ambientales y biológicos, sin requerir linealidad ni distribución normal.

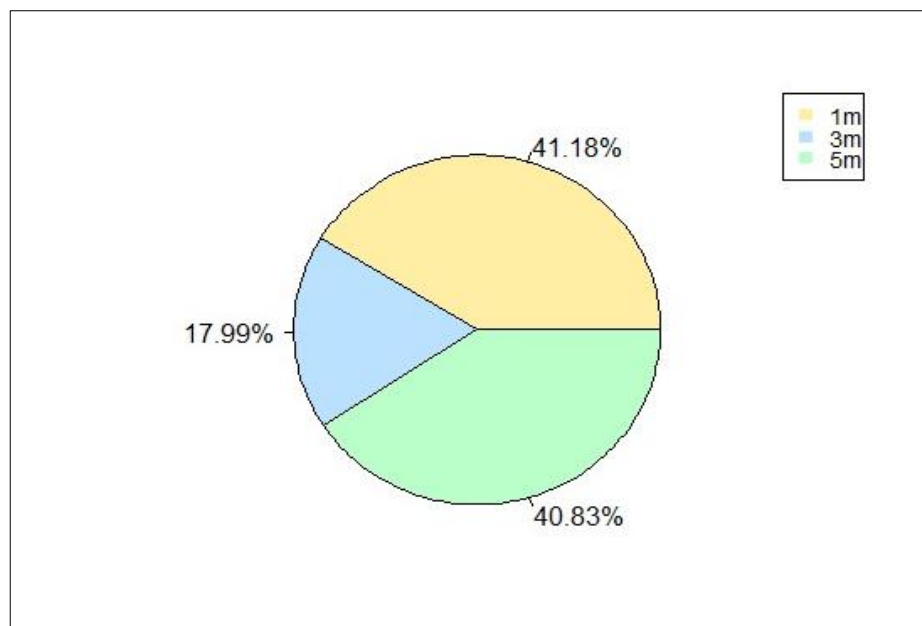
9. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

9.1. Análisis vertical de la composición y abundancia del fitoplancton y concentración de clorofila-a

9.1.1 Abundancia de fitoplancton a 1, 3 y 5 metros de profundidad

Durante los cuatro meses de estudio la abundancia se distribuyó a lo largo del perfil vertical: a 1 metro de profundidad el 41.2% y a 5 m el 40.8% se registraron valores equivalentes y superiores, mientras que a 3 metros se observó una abundancia de fitoplancton de 18%. Aproximadamente el 82% de los individuos se concentraron fuera del estrato intermedio. registrándose un total de 1423 organismos distribuidos en 42 especies en todo el perfil. La similitud entre 1 y 5 metros sugirió condiciones favorables en ambos extremos del perfil.

Figura 35 Abundancia total de fitoplancton por profundidad.



A 1 metro de profundidad se registraron 25 especies y 602 individuos. El índice de Shannon-Wiener alcanzó 2,319 bits, indicando diversidad moderada, mientras que la dominancia fue baja 0,1377 y la equitatividad relativamente alta de 0,7205, con desigualdad en la distribución, *Bellerochea horologica* presentó la mayor abundancia con un 19,45%, seguida por *Bidduphia mobilensis*, *Chaetoceros lorenzianus* y *Coscinodiscus asteromphalus*, cada una con 7,81%. Estas cuatro especies concentraron más del 34% de la comunidad, a pesar de la elevada riqueza registrada.

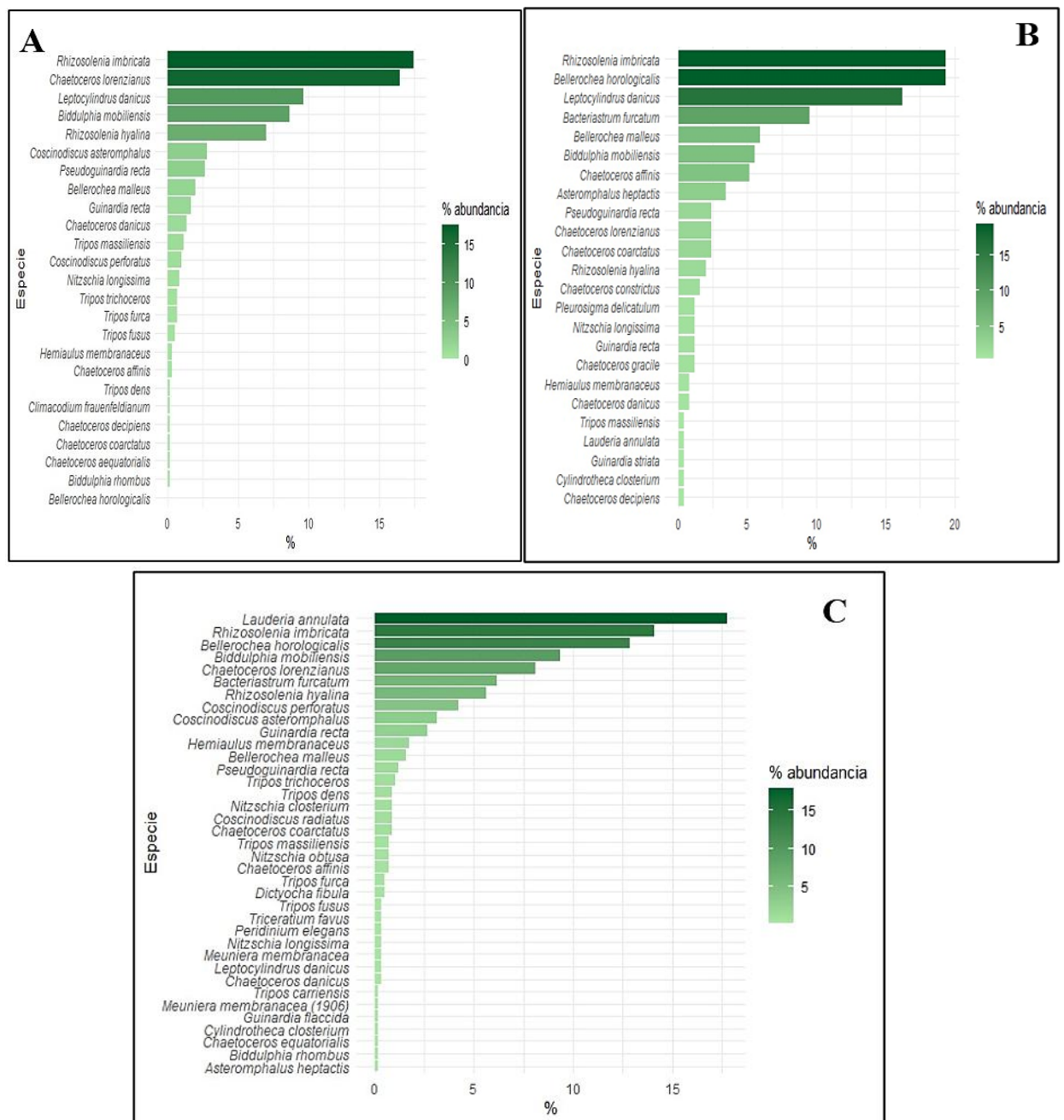
A 3 metros de profundidad se registraron 24 especies y 257 individuos, mostrando una ligera disminución en riqueza respecto a la superficie. El índice de Shannon-Wiener fue de 2,527 bits/ind y la equitatividad alcanzó 0,7951, lo que indicó una distribución relativamente uniforme. La dominancia se mantuvo baja 0,1156, confirmando que no hubo concentración en una sola especie. *Chaetoceros lorenzianus* se posicionó como la especie más abundante con un 10,74%, desplazando a *Bellerochea horologica*. La reducción en riqueza y el cambio en la especie dominante señalaron el inicio de una estratificación en la comunidad.

A 5 metros de profundidad se registraron 36 especies y 467 individuos, lo que representó la mayor riqueza entre las capas analizadas. El índice de Shannon-Wiener alcanzó 2,786 bits/ind y la equitatividad fue de 0,7774, indicando una distribución relativamente uniforme. La dominancia se mantuvo baja 0,09203, reflejando que ninguna especie monopolizó la comunidad. En esta profundidad,

Chaetoceros lorenzianus consolidó su posición como la especie más abundante, con un 13,01%, lo que sugiere que las condiciones ambientales favorecieron a las especies mejor adaptadas.

Figura 38

Composición superficial de especies de fitoplancton.



Nota: A) Especies encontradas a 1 m, B) Especies encontradas a 3 m, C) Especies encontradas a 5 m.

9.1.2 Concentración de Clorofila-a en relación con la profundidad

Se observó una variabilidad moderada en la columna de agua en la superficie de 1 metro, los valores oscilaron entre 3.66 y 6.00 mg/L a 3 metros entre 3.76 y 9.26 mg/L y en 5 metros se alcanzaron los niveles más altos de 10.65 mg/L.

Tabla 5 Promedio general de la concentración de clorofila-a.

	Mín	Máx	X± SD	CV (%)
Clorofila-a	3.5	10.65	5.25±1.71	32.66

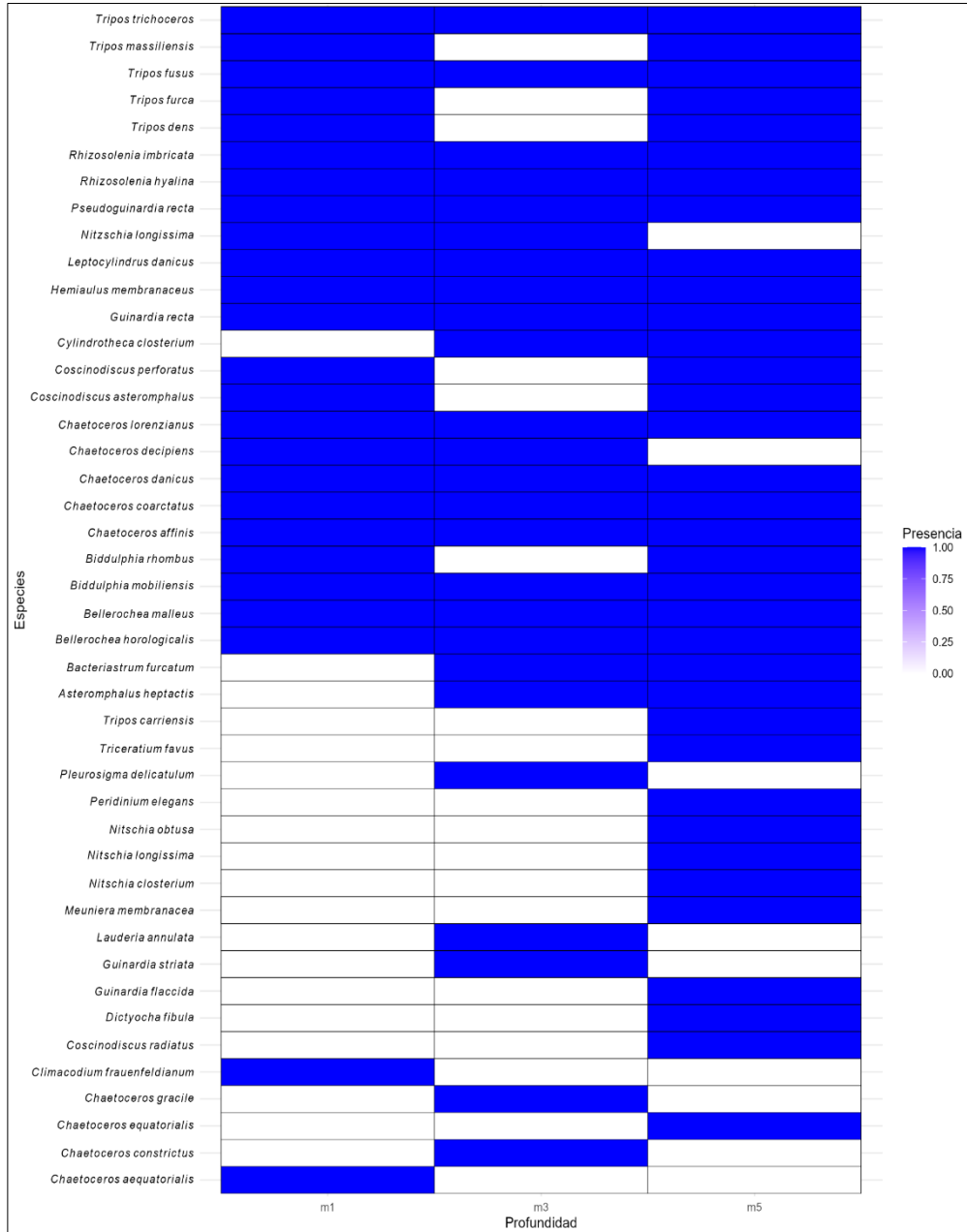
Nota: El valor promedio 5.25 ± 1.71 mg/L indicó una productividad moderada.

Se observó que las especies, entre ellas las que se encontraron fueron: *Asteromphalus heptactis*, *Tripos carriensis*, *Triceratium favus*, *Peridinium elegans*, *Nitzschia obtusa*, *Nitzschia longissima*, *Nitzschia closterium*, *Meuniera membranacea*, *Lauderia annulata*, *Guinardia striata*, *Guinardia flaccida*, *Dityocha fibula*, *Climacodium frauenfeldianum*, *Chaetoceros gracile*, *Chaetoceros equatorialis* y *Chaetoceros aequatorialis*, estuvieron presente únicamente en la profundidad 1 metro, mostrando distribuciones más restringidas. Por tanto, se encontraron en las profundidades de 3 y 5 metros (**Figura 43**).

Adicionalmente se observan las categorías de 1, 3 y 5 metros de profundidad.

Figura 41

Presencia y ausencia de fitoplancton a diferentes niveles de profundidad.

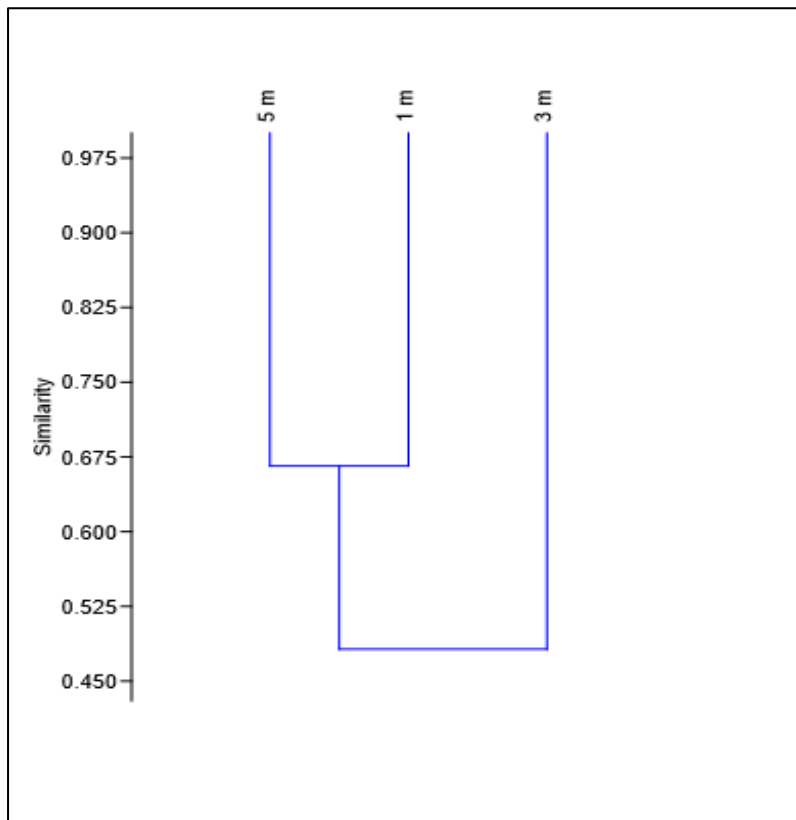


9.1.3 Similitud de comunidades Fitoplanctónicas entre profundidades

Las comunidades fitoplanctónicas de 1 y 5 metros presentaron alta similitud 67%, formando el primer agrupamiento, mientras que la de 3 metros mostró menor similitud 48%, separándose del grupo. Este patrón indica que la profundidad intermedia actúa como zona de transición con composición diferenciada.

Figura 44

Similitud de abundancia entre profundidades a nivel de especies.

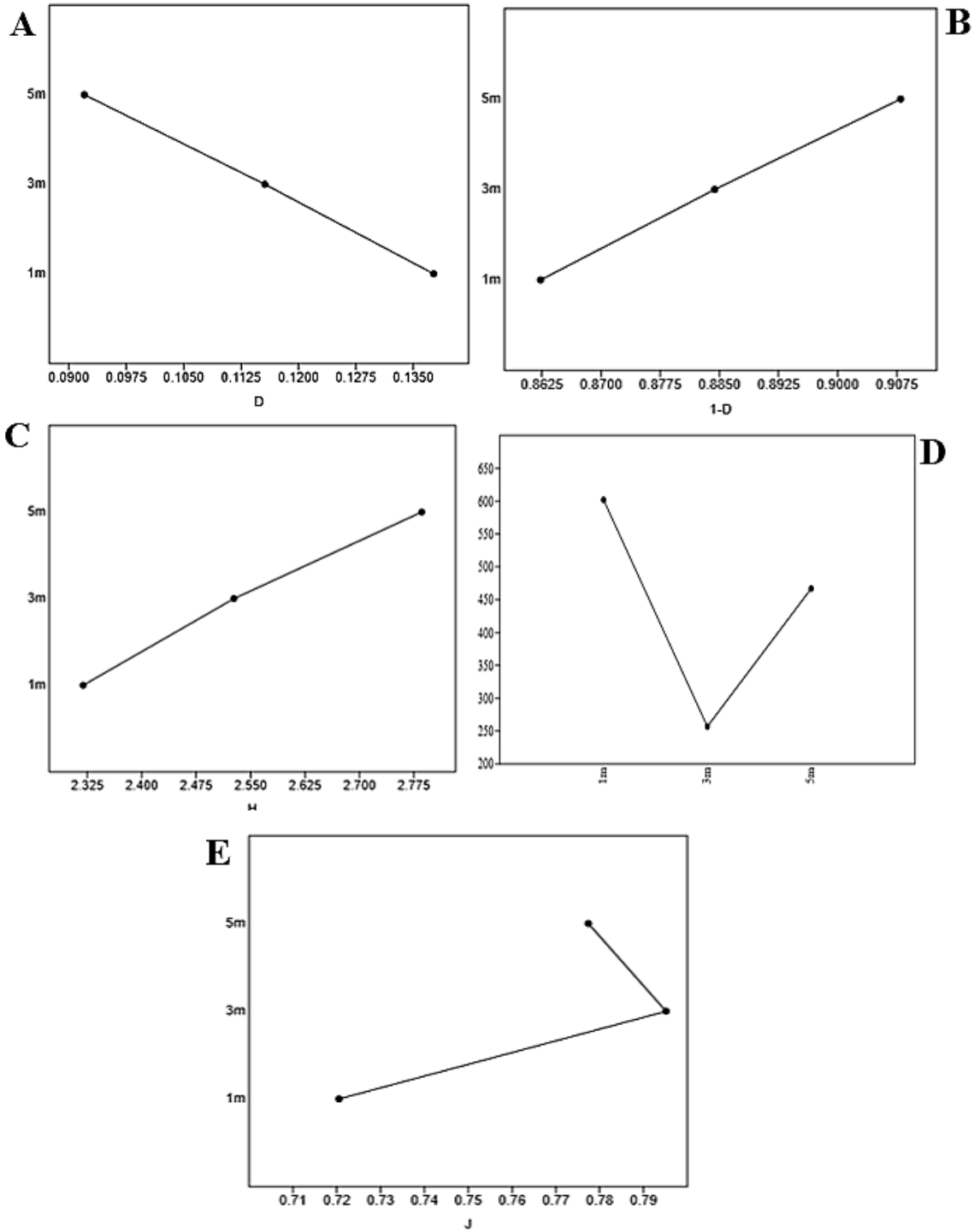


Los índices de diversidad mostraron un incremento de las especies progresivo con la profundidad: Simpson 1-D aumentó de 0.862 en la profundidad de 1 metro a 0.908 en la profundidad de 5 metros, mientras que Shannon-Weaver incrementó de 2.319 a 2.786. El índice de dominancia de Simpson disminuyó de 0.138 en la profundidad de 1 m a 0.092 en la profundidad de 5m, confirmando que la comunidad fitoplanctónica es más diversa y equitativa en aguas profundas. Esta tendencia sugiere que las condiciones ambientales más estables en profundidad, con menor radiación solar directa y posible estratificación de nutrientes, favorecen la coexistencia de múltiples especies reduciendo la dominancia de unas pocas.

El índice de Pielou mostró valores altos en todas las profundidades 0.72-0.80, indicando distribución homogénea entre especies. El máximo se registró a 3 metros con un valor de 0.7951, sugiriendo que esta profundidad intermedia actúa como zona de transición donde ninguna especie domina marcadamente, mientras que en superficie y fondo existen especies ligeramente más dominantes.

Figura 47

Índices ecológicos aplicados a diferentes profundidades a nivel de especie. A) Dominancia. B) Simpson. C) Shannon-Wiever. D) Individuos. E) Pielou.



9.2. Variación vertical de los parámetros fisicoquímicos del agua en el cultivo Long-Line de *M. gigas* a profundidades de 1, 3 y 5 metros

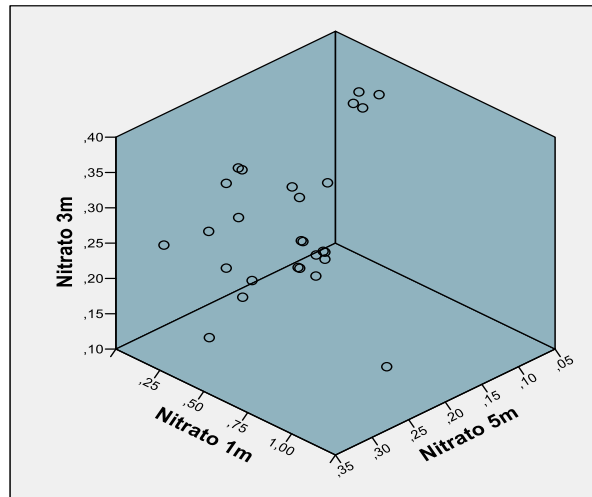
9.2.1 Nitrato

Se evidenció que las concentraciones de nitrato disminuyeron progresivamente con la profundidad, registrándose los valores más altos a 1 metro de profundidad de 0.54 mg/L, niveles intermedios a 3 metros de 0.13 a 0.35 mg/L y las concentraciones más bajas a 5 metros de 0.12 a 0.30 mg/L. Este comportamiento sugiere una influencia de aportes continentales y/o resuspensión superficial reciente, junto con la rápida asimilación biológica del nitrato y una limitada generación en profundidades dentro de la columna de agua.

Tabla 6 Reporte de rangos de Nitrato mg/L observados en los cuatro meses de estudio.

Profundidad	Min				Máx				X±SD			
	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.
1m	0,24	0,31	0,18	0,14	0,28	0,34	0,54	0,16	0,26±0,02	0,33±0,02	0,36±0,25	0,15±0,01
3m	0,28	0,19	0,14	0,13	0,35	0,22	0,15	0,19	0,32±0,04	0,21±0,02	0,15±0,01	0,16±0,04
5m	0,14	0,29	0,12	0,13	0,19	0,30	0,16	0,13	0,17±0,03	0,30±0,01	0,14±0,03	0,13±0

Figura 49
Concentración de Nitrato en relación con la profundidad.



9.2.2 Nitrito

Los resultados de nitrito evidenciaron una tendencia decreciente con la profundidad registrándose las concentraciones más altas a 1 metro, con un valor máximo de 6 mg/L, mientras que a 3 y 5 metros los niveles descendieron a rangos de 1–5 mg/L. Esta tendencia puede estar asociada a procesos de resuspensión de sedimentos y aporte continental en la capa superficial

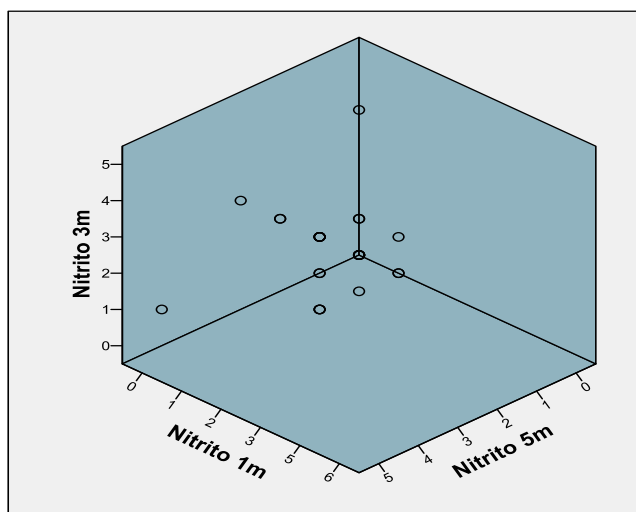
Tabla 7

Reporte de rangos de Nitrito (ppm) observados en los cuatro meses de estudio.

Profundidad	Min				Máx				X±SD			
	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.
1m	1	1	2	1	6	1	2	2	4±2,65	1±0	2±0	1,5±0,71
3m	2	2	2	1	5	3	3	1	3,67±1,53	2,5±0,71	2,5±0,71	1±0
5m	3	2	2	1	5	3	2	2	4±1	2,5±0,71	2±0	1,5±0,71

Figura 52

Concentración de Nitrito en relación con la profundidad



9.2.3 Fosfato

El fosfato evidenció una variabilidad marcada en función de la profundidad registrando valores más altos a los 3 metros donde se alcanzan concentraciones de 0.90 mg/L, mientras que en la superficie de 1 metro los niveles son menores con un máximo de 0.29 mg/L, y en 5 metros se observaron las concentraciones más bajas llegando a 0.02 mg/L en algunos puntos.

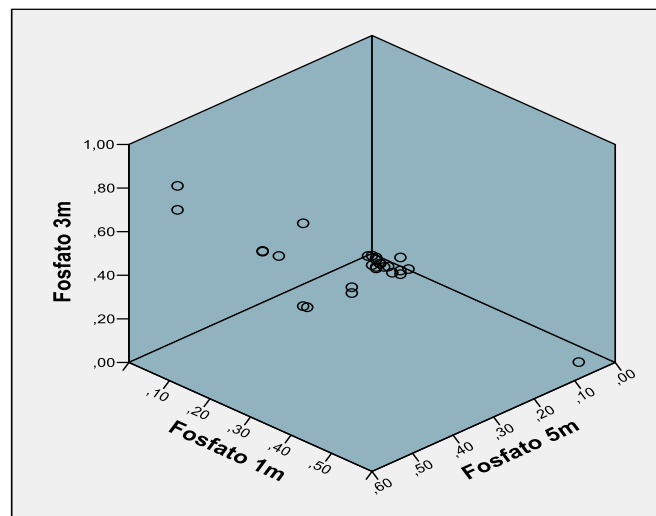
Tabla 8

Reporte de rangos de Fosfato mg/L observados en los cuatro meses de estudio.

Profundidad	Min				Máx				X±SD			
	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.
1m	0,11	0,06	0,07	0,02	0,29	0,11	0,1	0,07	0,16±0,10	0,09±0,04	0,09±0,02	0,05±0,04
3m	0,34	0,08	0,08	0,03	0,46	0,9	0,08	0,08	0,54±0,07	0,49±0,58	0,08±0	0,06±0,04
5m	0,05	0,08	0,07	0,02	0,41	0,13	0,07	0,07	0,21±0,18	0,11±0,04	0,07±0	0,05±0,04

Figura 55

Concentración de fosfato en relación con la profundidad.



9.2.4 Calcio

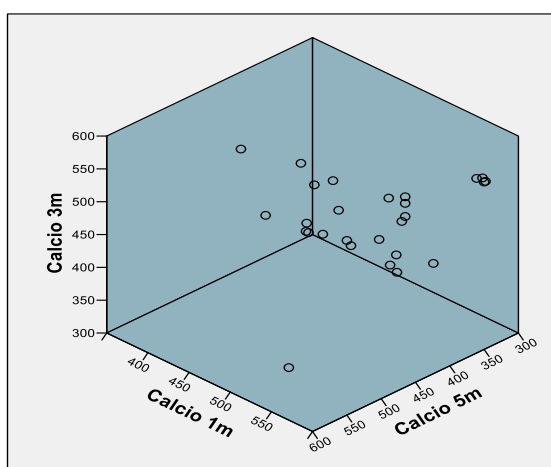
El calcio no mostró un gradiente de distribución definido en la columna de agua, registrando valores de 521 hasta 600 mg/L a 1 metro, 472 a 598 mg/L a 3 metros y 423 a 600 mg/L a 5 metros. Este comportamiento es consistente con el carácter conservativo del calcio donde su concentración esta probablemente controlada por la salinidad, y poca visibilidad vertical.

Tabla 9 Reporte de rangos de calcio mg/L observados en los cuatro meses de estudio.

Profundidad	Min				Máx				X±SD			
	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.
1m	521	554	571	576	600	600	593	581	563,7±39,88	577±32,53	582±15,56	578,5±3,54
3m	472	558	571	537	570	567	586	598	511,3±51,78	562,5±6,36	578,5±10,61	567,5±43,13
5m	461	423	488	476	498	427	544	600	474,7±20,31	425±2,83	516±39,60	538±87,68

Figura 58

Concentración de calcio en relación con la profundidad.



9.2.5 Sílice

Los valores de sílice oscilaron entre 0.16 y 2.14 mg/L a 1 metro de profundidad, mientras que a 3 metros las concentraciones fluctúan entre 0.15 y 0.96 mg/L, y en 5 metros de profundidad alcanzando valores de 1.67 mg/L. Este comportamiento indica ausencia de un consistente, aunque se registran valores puntuales en la superficie y a 5m.

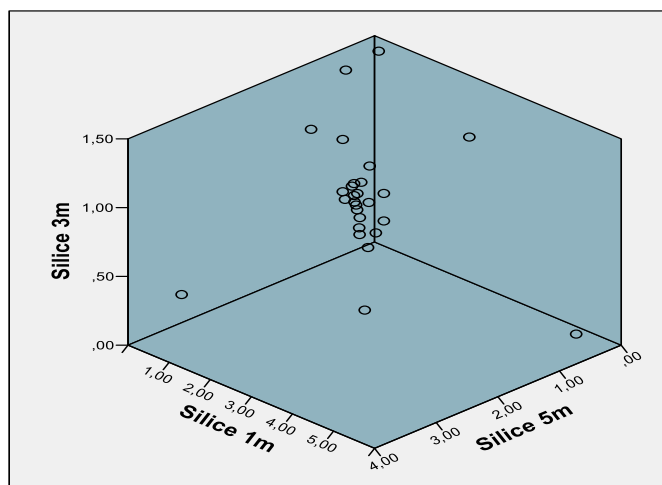
Tabla 10

Reporte de rangos de Sílice mg/L observados en los cuatro meses de estudio.

Profundidad	Min				Máx				X±SD			
	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.
1m	0,16	0,36	0,18	2,13	0,67	0,40	0,2	2,14	1,33±0,26	0,38±0,03	0,19±0,01	2,14±0,01
3m	0,15	0,35	0,17	0,45	0,78	0,46	0,96	0,88	1,43±0,32	0,41±0,08	0,57±0,56	0,67±0,30
5m	0,27	0,43	0,35	0,53	1,67	0,57	0,41	1,31	2,45±0,75	0,5±0,10	0,38±0,04	0,92±0,55

Figura 61

Concentración de Sílice en relación con la profundidad.



9.2.7 Temperatura

Los valores de temperatura superficial registrados a 1, 3 y 5 metros oscilaron entre 21.8 °C y 24.5 °C manteniéndose dentro de un rango que indica condiciones térmicas homogéneas en la columna de agua. A 1 metro, las mediciones estuvieron entre 21.9 °C y 24.5 °C, mientras que a 3 metros se observaron valores entre 21.8 °C y 24.3 °C, y a 5 metros entre 21.9 °C y 23.3 °C, evidenciando que no existió un gradiente térmico marcado entre profundidades.

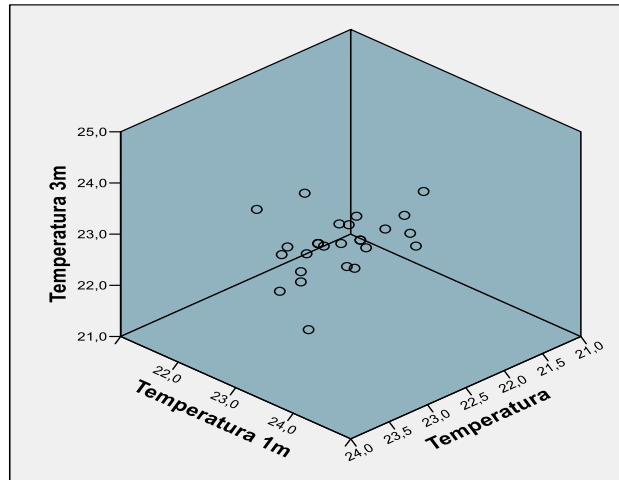
Tabla 11

Reporte de rangos de temperatura superficial en los cuatro meses de estudio.

Profundidad	Min				Máx				X±SD			
	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.
1m	21,9	22,5	22,6	22,5	24,5	22,6	23,3	22,7	23±1,33	22,55±0,07	22,95±0,49	22,6±0,14
3m	21,8	22	22,3	22,2	24,3	22,7	23,2	22,8	22,9±1,28	22,35±0,49	22,75±0,64	22,5±0,42
5m	22	21,9	22,1	22,1	23,2	22,5	23,3	22,7	22,6±0,6	22,2±0,42	22,7±0,85	22,4±0,42

Figura 64

Concentración de temperatura en relación con las profundidades.

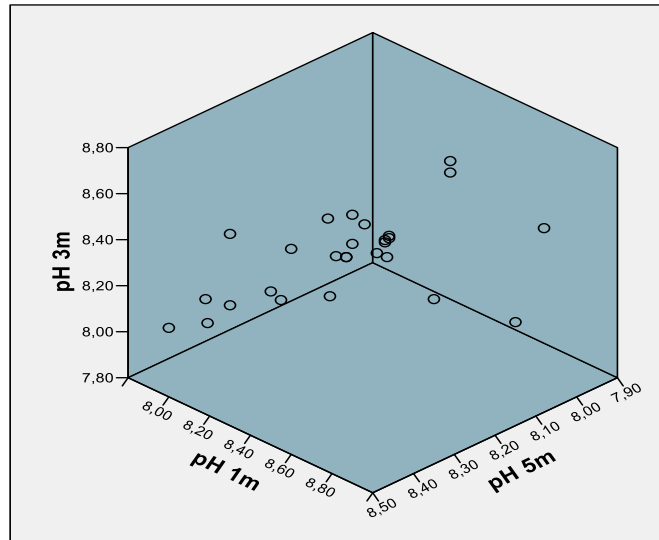


9.2.8 pH

Los valores de pH registrados a 1, 3 y 5 metros de profundidad se mantuvieron dentro del rango alcalino 7.88 a 8.7. A 1 metro predominó una variabilidad baja 7.88 a 8.7, en general, el pH permaneció estable 7.9–8.4. Indicando que los valores de pH a diferentes profundidades mostraron condiciones homogéneas en las profundidades evaluadas.

Figura 67

Concentración de pH en relación con la profundidad.

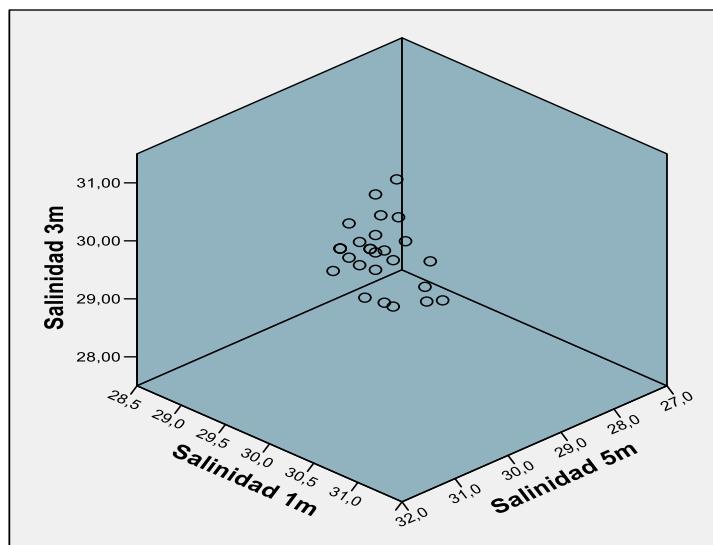


9.2.9 Salinidad

Se mantuvo dentro de un rango de 27.4 a 31.0 mg/L. A un 1 metro de profundidad las mediciones oscilaron entre 28.5 y 30.9 mg/L, a 3 metros los valores estuvieron entre 28.2 y 31.0 mg/L y a 5 metros entre 27.4 y 30.9 mg/L, sin evidenciarse un gradiente salino definido por la profundidad. La concentración de

Figura 70

Concentración de Salinidad en relación con las profundidades



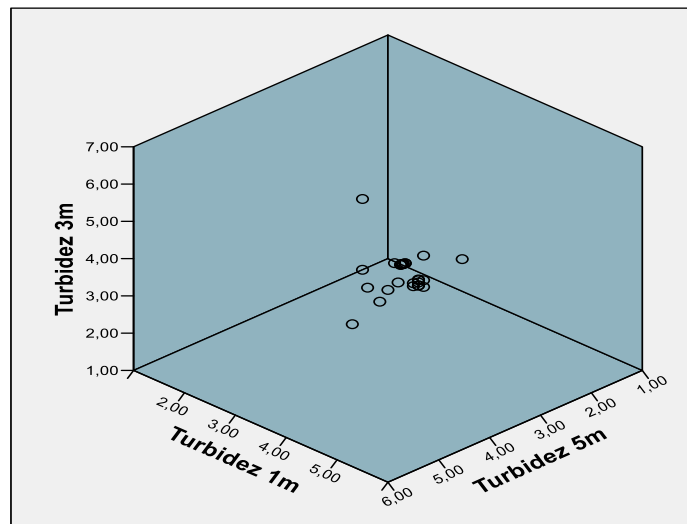
valores cercanos a 30 mg/L indicó una marcada estabilidad del sistema con fluctuaciones temporales en la masa de agua.

9.2.10 Turbidez

Los valores de turbidez registrados a 1, 3 y 5 metros oscilaron entre 1.5 y 6.0 NTU ampliamente solapados a lo largo de la columna de agua. A 1 metro, las mediciones fluctuaron entre 1.7 y 5.0 NTU a 3 metros los valores estuvieron entre 1.6 y 6.0 NTU y a 5 metros entre 1.5 y 5.1 NTU lo que una variabilidad moderada sin un gradiente vertical definido en la concentración de partículas en suspensión.

Figura 73

Concentración de Salinidad en relación con las profundidades.

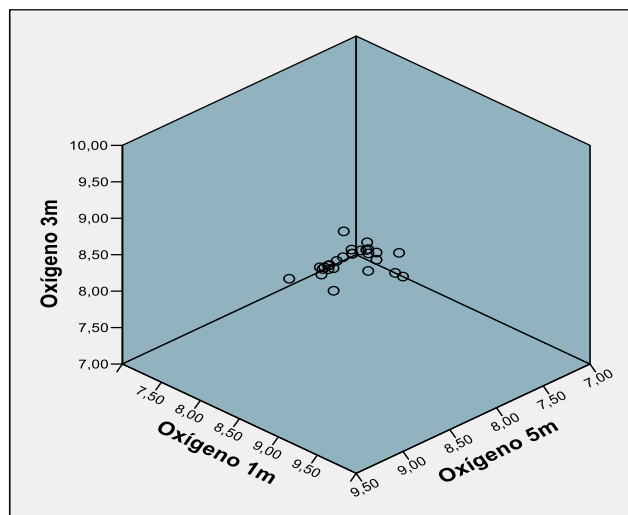


9.2.11 Oxígeno disuelto (OD)

Los valores de oxígeno disuelto registrados a 1, 3 y 5 metros oscilaron entre 7.1 y 9.5 mg/L manteniéndose dentro de un rango estable. A 1 metro de profundidad las concentraciones variaron entre 7.3 y 9.5 mg/L; a 3 metros, entre 7.3 y 9.5 mg/L; y a 5 metros entre 7.1 y 9.4 mg/L mostrando una notable similitud entre profundidades y la ausencia de un gradiente vertical definido.

Figura 76

Concentración de Oxígeno en relación con la profundidad



Comportamiento general de los parámetros fisicoquímicos analizados mostrando que pH, salinidad, temperatura y oxígeno disuelto se mantuvieron dentro de rangos relativamente estables con promedios consistentes y baja variabilidad.

Tabla 12

Rangos y variabilidad de las variables ambientales en el cultivo Long-line.

Parámetro	Mín	Máx	X±SD	CV (%)
-----------	-----	-----	------	--------

pH	7,88	8,7	8,16±0,22	2,74
Salinidad	27,4	31	30,1±0,87	2,92
Oxígeno disuelto	7,1	9,5	8,6±0,89	10,61
Temperatura superficial	21,8	24,5	22,6±0,66	2,91
Turbidez	1,5	6	4,1±1,47	41,14

9.2.12 Análisis PERMANOVA

Se realizó la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk evidenció que al obtener valores de p inferiores a 0.05 la mayoría de las variables no siguieron una distribución normal. Únicamente el nitrato presentó un comportamiento acorde con la normalidad mientras que el nitrato, fosfato, sílice y calcio mostraron una marcada heterogeneidad y una distribución no normal. Las diferencias en los parámetros fisicoquímicos entre las profundidades evaluadas $F=11.27$, $p=0.0002$. Este resultado indicó que las condiciones ambientales varían sustancialmente a lo largo de la columna de agua, con la suma de cuadrados dentro de grupos 7.26×10^4 siendo considerablemente menor que la suma total 1.22×10^5 , lo que confirma que la variabilidad entre profundidades es mayor que la variabilidad dentro de cada profundidad.

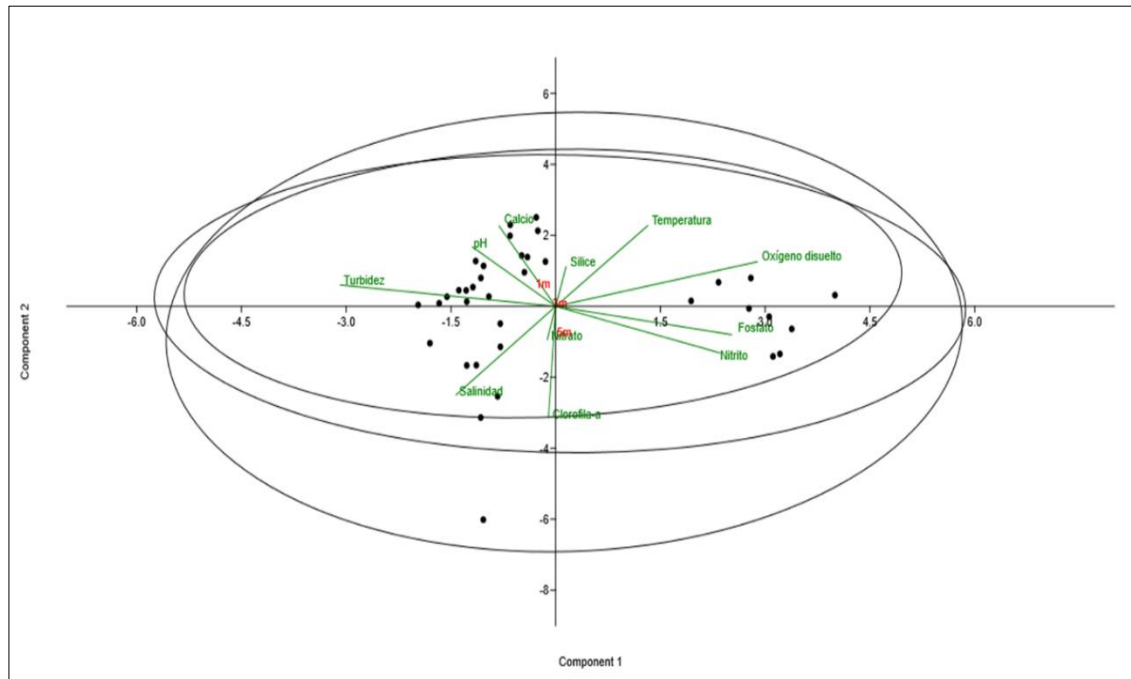
Las diferencias más marcadas ocurren entre 1 y 5 metros con $p= 0.0002$ seguido por la comparación entre 3 y 5 metros $p=0.0033$. Sin embargo, no se detectaron diferencias significativas entre 1 y 3 metros $p=0.1612$, sugiriendo que las condiciones fisicoquímicas en superficie y profundidad intermedia fueron relativamente similares.

9.2.13 Análisis de Componentes Principales (PCA)

Tras la estandarización, el PCA muestra una distribución más equilibrada: PC1 explica el 29.5% de la varianza, PC2 el 25.2%, PC3 el 13.3% y PC4 el 10.6%, sumando los cuatro primeros componentes aproximadamente el 78.6% de la variabilidad total. El biplot reveló agrupaciones claras de variables: oxígeno disuelto, fósforo y nitrato estuvieron correlacionados positivamente en el lado derecho del PC1; salinidad y clorofila-a se oponen en el PC2; mientras que temperatura, sílice, calcio y pH forman otro grupo. Los puntos muestrales mostraron cierta separación por profundidades aunque con coincidencia considerable entre 1m y 3m (lado izquierdo-centro), mientras que las muestras de 5m tienden a ubicarse más hacia la derecha, asociadas con mayores concentraciones de nutrientes y oxígeno disuelto. Este patrón visual complementa los resultados del PERMANOVA que identificó diferencias significativas entre profundidades, particularmente entre superficie y fondo.

Figura 77

Relación entre variables ambientales mediante Análisis de Componentes Principales (ACP).



9.3. Relación entre el peso, talla y supervivencia de *M. gigas* con los parámetros fisicoquímicos y el fitoplancton

9.3.1 Variabilidad de peso de *M.gigas* a la profundidad de monitoreo de 1, 3 y 5 metros por mes durante el periodo de cultivo

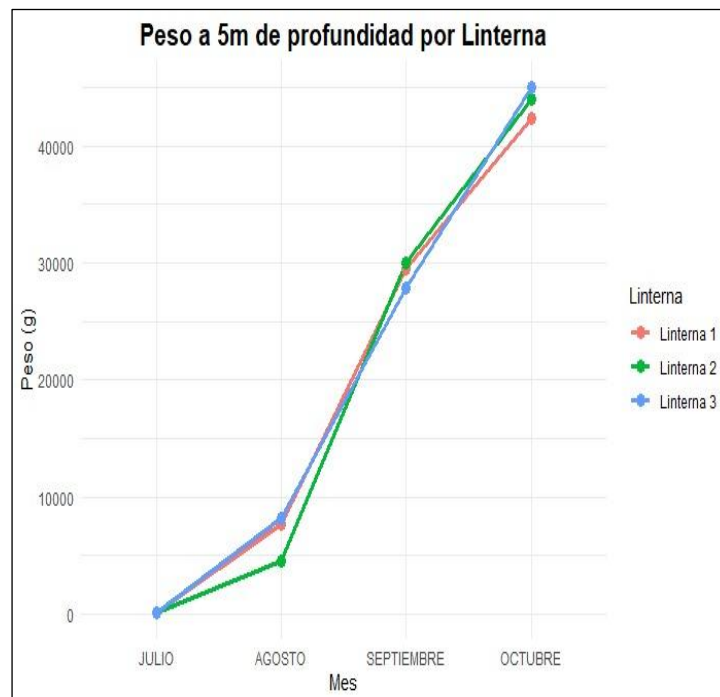
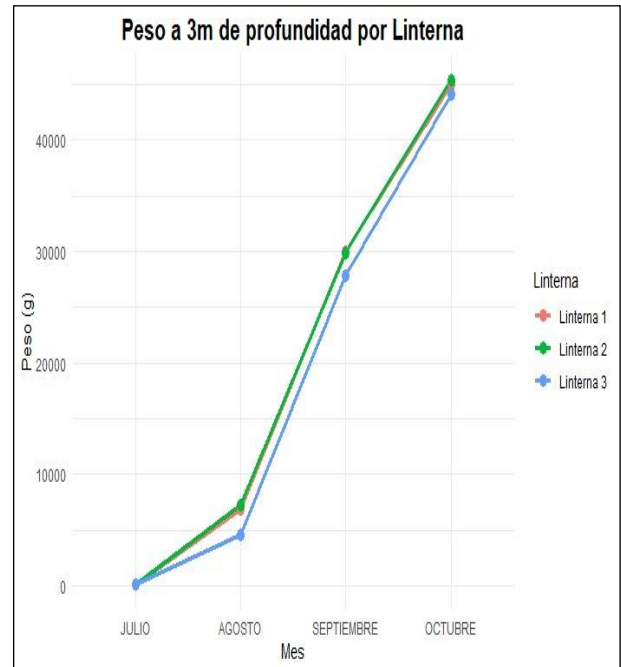
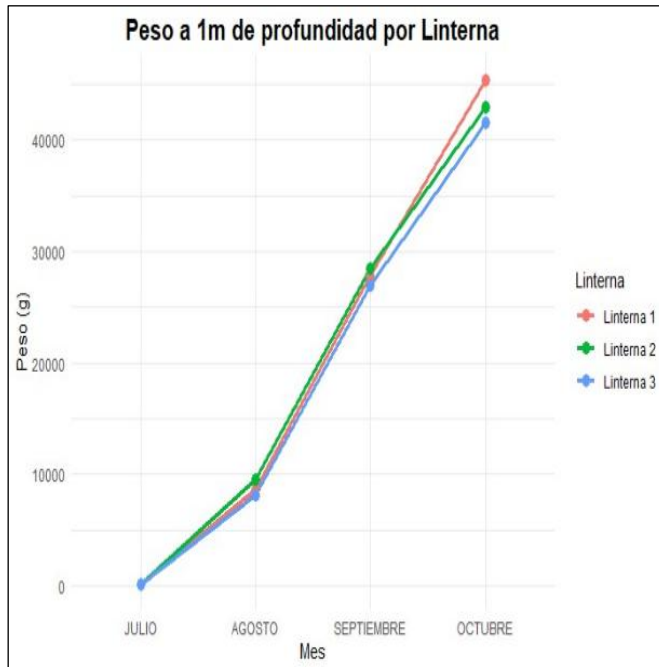
Durante el periodo analizado, el peso de *Mallagana gigas* en el cultivo Long-line aumentó de manera significativa, pasando de valores promedio en julio de 0.95 g a más de 43 g en octubre (**Tabla 6**), mostrando un crecimiento acelerado entre agosto y septiembre, cuando se registró un incremento de 7 g a 29 g. Las diferencias entre profundidades fueron mínimas, aunque el peso promedio más alto se observó a 3 metros en octubre 44.83 g, lo que indica que la profundidad no tuvo un impacto relevante en la tendencia general de crecimiento. A continuación, se detalla el incremento del peso por linterna en los cuatro meses de cultivo en la **Tabla 13**.

Tabla 13

Peso promedio (g) mensual de Mallagana gigas en el cultivo Long-line

Profundidad	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre
1m	0,93g	8,77g	27,73g	43,32g
3m	0,96g	6,20g	29,22g	44,83g
5m	0,95g	6,80g	29,10g	43,80g
Prom	0,95g	7,25g	28,68g	43,98g

Figura 79 Evolución del peso (g) en diferentes profundidades (1 m, 3 m y 5 m) por linterna, durante los cuatro meses de estudio.



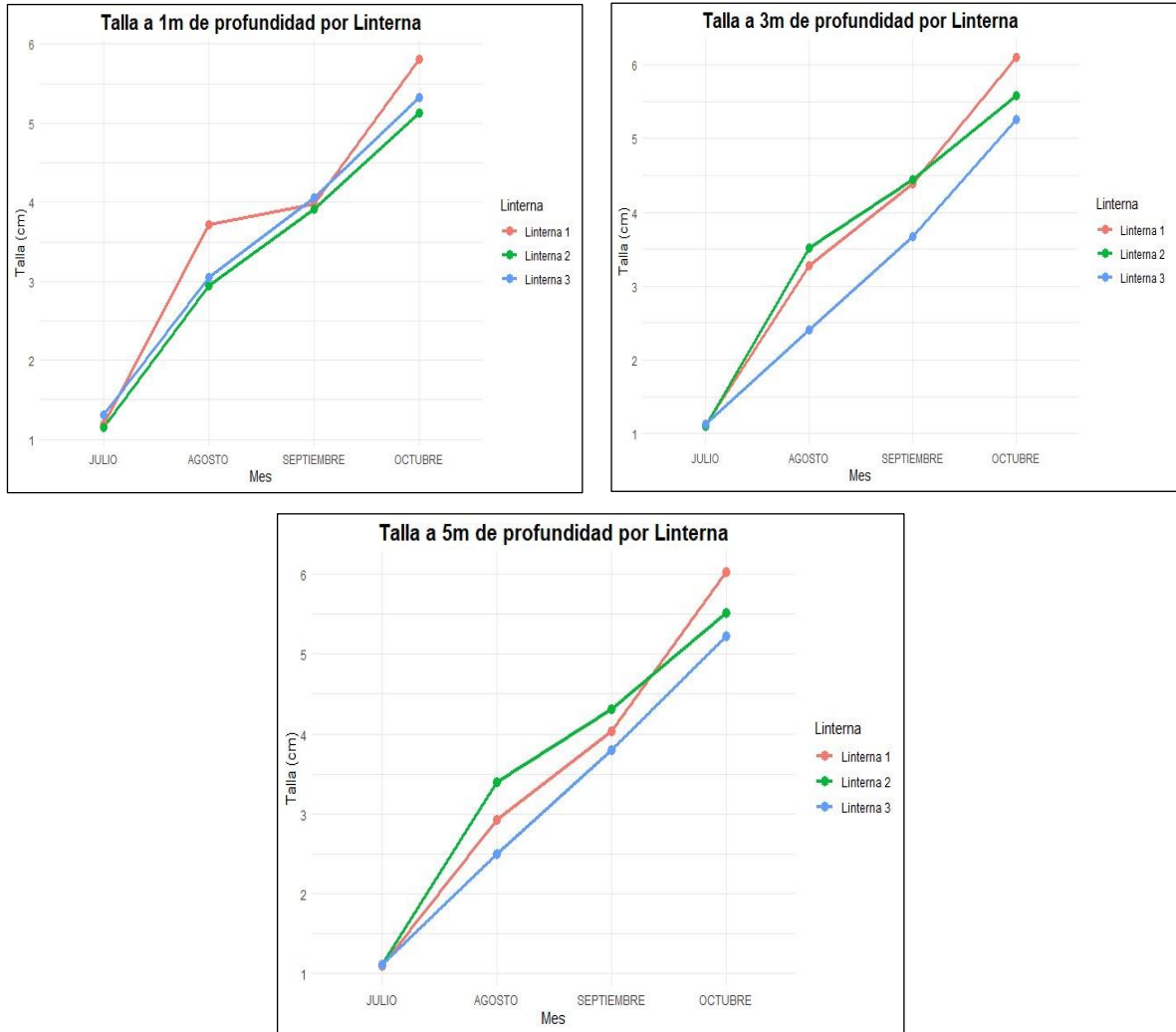
9.3.2 Variabilidad de talla de *M.gigas* a la profundidad de 1m, 3m y 5m por mes durante los cuatro meses de cultivo

Durante el periodo de julio a octubre, las tallas de *Magallana gigas* mostraron un crecimiento continuo en las tres profundidades evaluadas (1, 3 y 5 m). En julio, las medidas fueron bajas características de la fase inicial del cultivo con valores cercanos a 1.10–1.31 cm en todas las linternas. En agosto se registró el incremento más acelerado alcanzando tallas entre 2.41 y 3.71 cm según la profundidad destacando la linterna 2. En septiembre, el crecimiento se mantuvo aunque a un ritmo moderado con valores entre 3.67 y 4.44 cm. Finalmente, en octubre se alcanzaron las tallas máximas, que variaron entre 5.13 y 6.10 cm, mostrando la linterna 1 los valores más altos.

Tabla 14 Tallas (cm) mensuales de *Mallagana gigas* en el cultivo Long-line.

Profundidad	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre
1m	1,22 cm	3,23 cm	3,98 cm	5,42 cm
3m	1,11 cm	3,07 cm	4,17 cm	5,65 cm
5m	1,11 cm	2,94 cm	4,05 cm	5,59 cm
Promedio	1,15 cm	3,08 cm	4,07 cm	5,55 cm

Figura 83 Variación de la talla (cm) en diferentes profundidades (1 m, 3 m y 5 m) para tres linternas, durante los meses de julio a octubre.



Nota: La talla aumentó de forma constante en todas las profundidades para las tres linternas durante el periodo de estudio.

9.3.3 Análisis PERMANOVA

No se registraron diferencias significativas en el crecimiento de *Magallana gigas* (peso, talla y supervivencia) entre las tres profundidades evaluadas $F=0.002$, $p=0.999$. Este resultado indica que, a pesar de las diferencias fisicoquímicas

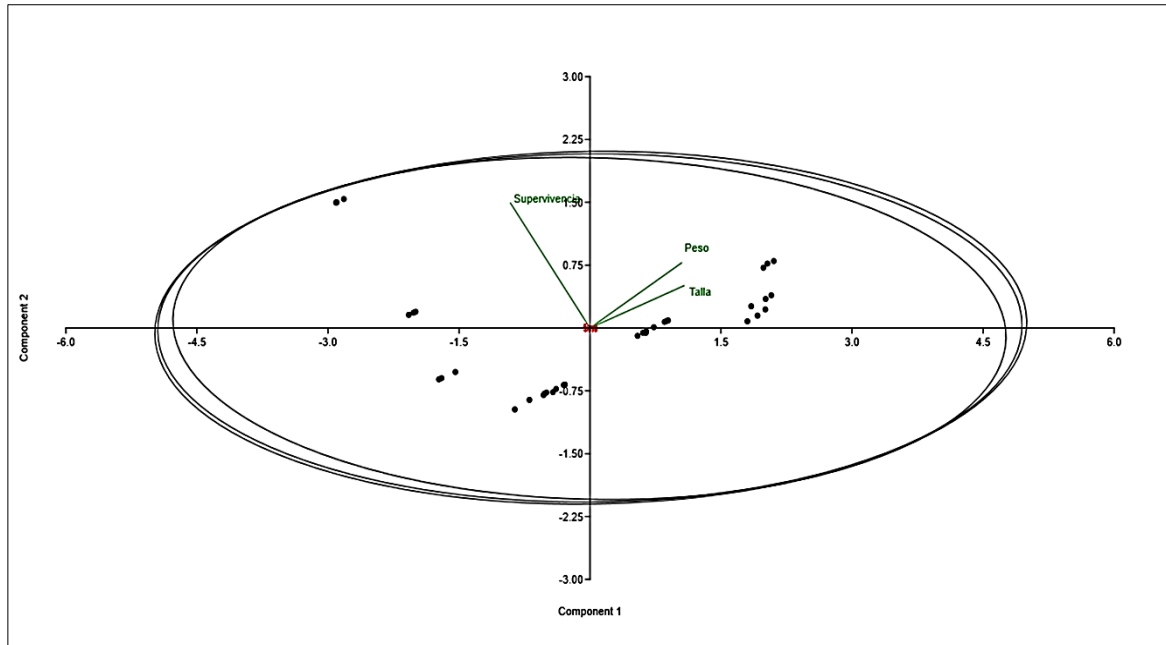
observadas entre profundidades, estas no se tradujeron en efectos diferenciales sobre el desempeño biológico de los organismos cultivados.

Las comparaciones pareadas confirmaron la ausencia de diferencias entre cualquier par de profundidades, con todos los valores de p superiores a 0.95 (1m vs 3m: $p=0.989$; 1m vs 5m: $p=0.952$; 3m vs 5m: $p=0.986$). Esto sugiere que las condiciones en el rango de 1-5 metros son igualmente adecuadas para el cultivo de *M. gigas*, o que los organismos tienen capacidad de aclimatación suficiente para mantener tasas de crecimiento similares independientemente de su posición en la columna de agua.

9.3.4 Análisis de Componentes Principales (PCA)

Tras la estandarización correcta, el PCA mostró una distribución equilibrada de la varianza: PC1 explica el 83.7% y PC2 el 15%. En el biplot se observó que el peso y talla de *M. gigas* estuvieron estrechamente correlacionados, mientras que supervivencia es relativamente independiente de ambos. Los puntos muestrales no presentaron agrupamientos claros por profundidad, confirmando la homogeneidad en el crecimiento entre las tres profundidades evaluadas según el PERMANOVA.

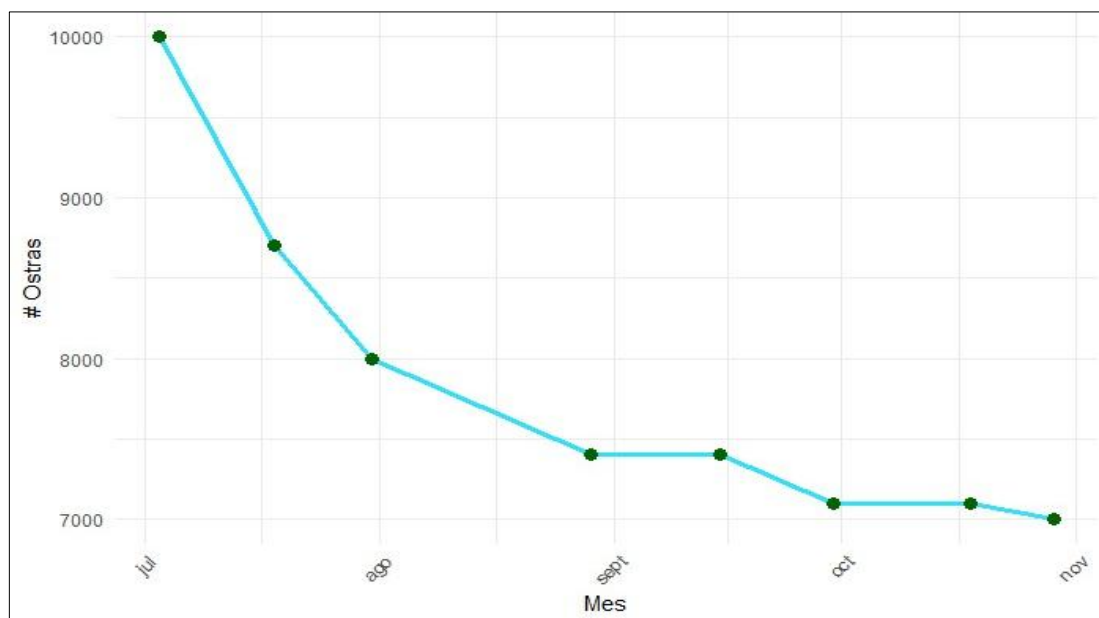
Figura 85 Análisis de Componentes Principales de parámetros biométricos.



9.3.5 Supervivencia de *M. gigas* en el cultivo Long-Line en cuatro meses de estudio

En julio la población inicial fue de 10.000 individuos, durante el mes se redujo a 8.700 y al finalizar se registraron 8.000 ostras evidenciando una pérdida significativa en las primeras semanas por causas naturales. El 29 de agosto la tendencia descendente continuó alcanzando 7.400 ostras. Durante septiembre la reducción fue más moderada quedando 7.100. Finalmente, en octubre la población se estabilizó a 7.100 individuos, mientras que entre el 18 y 29 se mantuvo en 7.000 mostrando que la mortalidad se concentró principalmente en los primeros dos meses, siendo que en la etapa final la supervivencia se mantuvo relativamente constante, la disminución fue cercana al 30 % desde el inicio hasta el cierre del periodo, reflejando un ajuste natural tras la siembra y las condiciones del medio.

Figura 88 Variación de la supervivencia de *M. gigas* en el cultivo de Long-Line durante julio a octubre.



9.3.5 Análisis de Correlación Spearman

9.3.5.1 Supervivencia de la Ostra del Pacífico con relación a los parámetros fisicoquímicos, fitoplanctónicos y clorofila-a

Entre los nutrientes y los parámetros biológicos analizados, se observó que nitrato $p = 7,79 \times 10^{-5}$, fosfato $p = 2,60 \times 10^{-8}$, sílice $p = 1,87 \times 10^{-7}$, calcio $p = 0,0005396$ y clorofila-a $p = 0,009078$ presentaron valores de p inferiores al umbral de 0,05.

Kruskal-Wallis

Reveló diferencias estadísticamente significativas entre los estratos de profundidad evaluados ($H = 454.3$, $p = 7.149E-89$). Dado que el valor de p es mucho menor que el nivel de significancia $\alpha = 0.05$, se rechaza la hipótesis nula de igualdad de medianas entre grupos y se acepta la hipótesis alternativa. Esto confirmó que existe una relación significativa entre las variables fisicoquímicas y fitoplanctónicas con el crecimiento de *M. gigas*, evidenciada por las diferencias en talla y peso observadas entre los diferentes estratos de profundidad.

El valor extremadamente bajo del p-valor proporciona evidencia de que las condiciones ambientales particulares de cada estrato, determinadas por los parámetros fisicoquímicos y la disponibilidad de fitoplancton, están influyendo de manera significativa en el desarrollo y crecimiento de los organismos. Las variaciones en profundidad generan distintas condiciones que afectan directamente las variables ambientales, lo cual se refleja en diferencias medibles en las características biométricas de *M. gigas*.

Comprobación de hipótesis

El análisis correlacional mostró que un conjunto amplio de parámetros fisicoquímicos y biológicos influyó significativamente en el crecimiento de *Magallana gigas* en mar abierto tanto en peso como en talla. Las correlaciones más consistentes y de mayor magnitud se observaron en la turbidez, el nitrito, el nitrato, el fosfato y la clorofila-a todas con valores de $p < 0.05$ y con direcciones coherentes entre ambos indicadores de crecimiento. La turbidez presentó correlaciones

positivas moderadas a fuertes, sugiriendo que mayores concentraciones de material particulado favorecerían la disponibilidad de alimento y, por ende, el crecimiento.

El nitrito, el nitrato y el fosfato mostraron correlaciones negativas de moderadas a fuertes, lo que indica que concentraciones elevadas de nutrientes inorgánicos se asociaron a condiciones menos favorables, posiblemente vinculadas a procesos de eutrofización o estrés ambiental. No obstante, la clorofila-a evidenció relaciones negativas moderadas, reflejando que un aumento en la biomasa fitoplanctónica no siempre implicó una mayor disponibilidad alimentaria para la especie.

El calcio, por su parte, mostró una correlación positiva débil con la talla, sugiriendo un papel secundario pero relevante en la calcificación. La significancia global confirma que los parámetros evaluados actuaron de manera interrelacionada, modulando directa o indirectamente el crecimiento del organismo.

La hipótesis alterna se aceptó debido a que los parámetros mostraron correlaciones significativas $p < 0,05$ con el peso y la talla destacando la turbidez, el nitrito, el nitrato, el fosfato y la clorofila-a como factores que influyeron claramente en el crecimiento. El valor total de $p = 0,034$ evidenció que el conjunto de variables fisicoquímicas y biológicas afectó de manera significativa el desempeño del organismo. De este modo, la hipótesis quedó respaldada no solo por los efectos

10. DISCUSION

Los resultados obtenidos en este estudio demuestran que el crecimiento y la supervivencia de *Magallana gigas* están fuertemente condicionados por la variabilidad ambiental de la columna de agua, especialmente por la disponibilidad de oxígeno, la luminosidad y la estructura del fitoplancton. En el estrato superficial (1 m), las ostras registraron los valores más altos de peso y talla, lo cual coincide con lo reportado por Álvarez (2025), quien destaca que temperaturas estables y altos niveles de oxígeno disuelto optimizan el metabolismo aeróbico y la eficiencia filtradora.

En comparación con estudios realizados en estuarios subtropicales, como el de Wijsman et al. (2018), los resultados también respaldan que las capas superficiales tienden a presentar mayor productividad primaria, lo que favorece la obtención de energía para el crecimiento somático.

El crecimiento observado a 3 y 5 metros fue progresivamente menor. Aunque a 3 metros se mantuvo una respuesta biológica aceptable, la tendencia descendente coincide con lo propuesto por Burzryn (2022), quien señala que la reducción de la irradiancia limita la tasa de filtración y disminuye el acceso al fitoplancton de mayor calidad. Además, la variabilidad del oxígeno en capas intermedias afecta la eficiencia metabólica, lo cual se refleja en un crecimiento más moderado.

A mayor profundidad (5 m), la disminución significativa del peso y la talla concuerda con lo observado por Villón (2023), quien documenta que la menor disponibilidad de energía reduce la deposición del carbonato de calcio, provocando caparazones más delgados y menor desarrollo somático. Estos efectos también han sido descritos en otros cultivos suspendidos de *M. gigas*, como los de Park et al. (2020), donde la disminución de luz y el aumento de material orgánico a profundidades mayores reducen la productividad.

Los patrones de supervivencia siguen la misma tendencia que el crecimiento, reforzando la influencia crítica del entorno superficial. A 1 metro, las condiciones ambientales más estables promovieron la mayor supervivencia, lo cual coincide con lo planteado por Rivas (2023), quien argumenta que la oxigenación constante y el pH equilibrado disminuyen la incidencia de estrés fisiológico. A profundidades intermedias, la supervivencia fue aceptable pero menor, reflejando la capacidad adaptativa de *M. gigas* siempre que la salinidad y temperatura permanezcan dentro de rangos óptimos, como también detalla Zambrano (2024). Sin embargo, a 5 metros la supervivencia disminuyó de forma evidente, en concordancia con los hallazgos de Burzryn (2022), quien explica que el incremento de sedimentos finos y la menor mezcla vertical generan un ambiente hipóxico que compromete la estabilidad fisiológica de los bivalvos.

El comportamiento del fitoplancton reforzó la relación entre calidad del alimento y desempeño biológico. En la capa superficial, el predominio de diatomeas como *Chaetoceros* y *Thalassiosira* proporcionó una dieta altamente energética,

coincidiendo con Villón (2023), quien señala que las diatomeas poseen la relación óptima de proteínas y ácidos grasos esenciales para el crecimiento de filtradores marinos. A 3 metros, la disminución de esta biomasa y el incremento de especies como *Leptocylindrus danicus* redujeron el nivel nutricional, lo cual es coherente con lo expuesto por Salvador y Freire (2021), quienes observaron que el descenso del fitoplancton de alto valor energético se asocia con tasas más bajas de crecimiento.

En 5 m, la comunidad mostró mayor diversidad, pero menor biomasa, con un aumento de dinoflagelados como *Triplos*, lo cual concuerda con Álvarez (2025), que advierte que estos grupos aportan menor valor metabólico y pueden reducir la eficiencia alimentaria de *M. gigas*.

En conjunto, los resultados de este estudio muestran una clara correspondencia con lo documentado en la literatura internacional y regional, pero también aportan evidencia local específica para el sistema Long-Line de Chanduy. La coincidencia general entre los patrones de crecimiento, supervivencia y disponibilidad de fitoplancton refuerza lo señalado por Wijsman et al. (2018) y Villón (2023): la productividad óptima de *M. gigas* depende de ambientes bien oxigenados, alta luminosidad y predominio de diatomeas.

Sin embargo, el hallazgo de que la diversidad fitoplanctónica aumenta con la profundidad, pero la biomasa disminuye, aporta un matiz relevante que coincide con estudios realizados en sistemas tropicales, como los de Rodríguez (2020), quienes encontraron que un incremento en la diversidad no necesariamente refleja

un mayor valor nutricional para filtradores marinos. En síntesis, la integración de resultados confirma que las capas superficiales representan el ambiente más favorable para el cultivo, y que la estructura del fitoplancton es un eje determinante en el rendimiento de *Magallana gigas*.

11. CONCLUSIONES

El análisis de la composición y abundancia del fitoplancton en el sistema Long-line permitió establecer que la disponibilidad trófica para *Magallana gigas* depende más de la calidad nutricional de los grupos dominantes que de la biomasa total reflejada en la clorofila-a, especialmente en ambientes tropicales dinámicos. Se evidenció que las ostras juveniles presentan una preferencia alimentaria marcada por diatomeas debido a su alto contenido energético y facilidad de ingestión, mientras que en etapas adultas amplían su espectro alimentario sin perder eficiencia con este grupo.

La distribución vertical del fitoplancton mostró variaciones que condicionan la accesibilidad del alimento, destacando la importancia de comprender la estructura comunitaria más allá de su abundancia general. Estos resultados confirman que la caracterización del fitoplancton es esencial para interpretar el desempeño fisiológico de la ostra a lo largo de su ontogenia, pues la selección alimentaria responde tanto a demanda metabólica como a eficiencia filtradora. Asimismo, se establece que el monitoreo mediante red de arrastre es una herramienta adecuada para describir el aporte nutricional real disponible en sistemas suspendidos.

La evaluación de los parámetros fisicoquímicos permitió demostrar que la estabilidad térmica, la adecuada oxigenación superficial y el intercambio continuo de agua favorecieron el funcionamiento del sistema de cultivo, generando un ambiente propicio para el desarrollo fisiológico de *Magallana gigas*. La presencia

de microgradientes en oxígeno y nutrientes, especialmente en profundidad, reveló la necesidad de un monitoreo constante que permita anticipar episodios de hipoxia o acumulación de compuestos inorgánicos que puedan alterar la calidad del fitoplancton.

Se confirmó que el comportamiento de variables como turbidez, nutrientes y oxígeno actúa de forma interdependiente, modulando tanto la disponibilidad de alimento como la estabilidad metabólica de las ostras. Desde una perspectiva biológica, estos hallazgos resaltan que los sistemas suspendidos están profundamente ligados a la dinámica hidrológica local, que regula la circulación, renovación y distribución de partículas orgánicas. Asimismo, la variabilidad registrada indica que, aunque el ambiente es favorable, presenta sensibilidad a perturbaciones que podrían modificar su equilibrio trófico.

La relación entre peso, talla y supervivencia con las condiciones fisicoquímicas y la estructura fitoplanctónica demostró que el crecimiento de *M. gigas* responde a una interacción ambiental compleja, donde alimento, oxigenación y estabilidad del agua influyen de manera simultánea. La asociación positiva con turbidez moderada indicó un aporte constante de partículas alimentarias, mientras que la relación negativa con ciertos nutrientes reflejó la sensibilidad del cultivo a cambios en la calidad del fitoplancton y a posibles procesos de desequilibrio ecológico.

La variación del oxígeno disuelto evidenció su influencia directa sobre la supervivencia, resaltando la importancia de evitar estratos profundos donde la

disponibilidad de oxígeno estuvo más comprometida. El patrón homogéneo de crecimiento entre profundidades sugiere que la hidrodinámica local redujo diferencias ambientales significativas, garantizando condiciones relativamente estables en toda la columna de cultivo.

Desde un enfoque especializado, se confirma que *M. gigas* integra de manera precisa señales ambientales, lo que obliga a interpretar el crecimiento desde un marco multifactorial. Estos resultados revelan que el sistema Long-line de Chanduy ofrece condiciones adecuadas para la especie, siempre que se mantenga un equilibrio entre alimento nutritivo, oxigenación y estabilidad fisicoquímica.

12. RECOMENDACIONES

Mantener un monitoreo constante de la composición fitoplanctónica, priorizando la identificación de diatomeas y otros grupos de alto valor nutritivo, determinantes para el crecimiento de *Magallana gigas*. Es importante complementar la medición de clorofila-a con análisis taxonómicos, dado que la calidad del alimento influye más que la biomasa total en la eficiencia filtradora.

Reforzar el monitoreo de parámetros fisicoquímicos y biológicos, priorizando turbidez, nutrientes y clorofila-a, para anticipar variaciones que afecten la disponibilidad alimentaria y el crecimiento de *Magallana gigas* en sistemas Long-line.

Se recomienda implementar medidas de protección en las linternas para impedir la intervención de pulpos, reduciendo pérdidas por depredación. También es importante reforzar la sujeción del sistema Long-line y verificar regularmente nudos, boyas y cuerdas para evitar daños por corrientes y oleaje.

13. BIBLIOGRAFÍA

Acta Oceanográfica del Pacífico. (2025). *La clorofila a como un indicador biológico en las estaciones fijas durante el evento La Niña 1999–2000.*

Fonte: Acta Oceanográfica del Pacífico:
<https://actaoceanografica.inocar.mil.ec/index.php/raop/article/view/10/80>

Aguelfo, A. (2017). *¿Crassostrea gigas o Magallana gigas? Historia de una controversia científica.* Fonte: Noticias de Acuicultura - Periodismo Y Divulgación Acuícola.: <https://www.mispecies.com/reportajes/Crassostrea-gigas-o-Magallana-gigas-Historia-de-una-controversia-cient%C3%ADfica/>

Alaminos, A. (2019). *Análisis multivariante para las Ciencias Sociales I, Índices de distancia, conglomerados y análisis factorial.* Fonte: PYDLOS Ediciones: <https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstreams/fffebb2a-3bed-4932-a24b-2c74c2172e77/download>

Álvarez, C. (2021). *Metodología de la Investigación Cuantitativa y Cualitativa, Guía didáctica.* Fonte: Universidad SurColombiana, Facultad de Ciencias Sociales y Humanas: <https://www.uv.mx/rmipe/files/2017/02/guia-didactica-metodologia-de-la-investigacion.pdf>

Alvarez, R., Cobo, L., Sonnenholzner, S., & Stern, S. (12 de mayo de 2025). *Estado actual de la acuicultura de moluscos bivalvos en Ecuador*. . Fonte: FAO: <https://www.fao.org/4/i0444s/i0444s09.pdf>

Arias, S. (2023). *Evaluación del crecimiento y la sobrevivencia del ostión *Magallana gigas* (sinónimo *Crassostrea gigas*) (Thunberg 1793) cultivado en Isla de Chira y Costa de Pájaros, Golfo de Nicoya - Costa Rica*. Fonte: Universidad Nacional, Sistema de Estudios de Posgrado, Programa de Maestría en Ciencias Marinas y Costeras: <https://repositorio.una.ac.cr/server/api/core/bitstreams/6be4f1ec-5318-499d-9348-4695dee5e41a/content>

Burztyn, A., Granito, M., Malundez, M., Castro, M., Rodríguez, P., . (2022). *Revisión y optimización metodológica para extraer clorofila y fitoplanctónica en ambientes acuáticos*. Fonte: Asociación Argentina de Ecología: https://www.researchgate.net/publication/365612532_Revision_y_optimizacion_metodologica_para_extraer_clorofila-a_fitoplanctonica_en_ambientes_toscanini/fulltext/637b3e3e54eb5f547cf02ebf/Revision-y-optimizacion-metodologica-para-extraer-clorofila-a-fitopla

Cámara Nacional de Pesquería. (2023). *Condiciones Oceanográficas durante octubre 2023*. Fonte: CNP - Ecuador. Camaradepesqueria.ec. :

<https://camaradepesqueria.ec/condiciones-oceanograficas-durante-octubre-2023/>

CENDEPESCA. (diciembre de 2007). *Guía para el cultivo de Ostra del Pacífico (Crassostea gigas)*. Fuente: Centro de Desarrollo de la Pesca y Acuicultura (CENDEPESCA):

https://www.jica.go.jp/Resource/project/elsalvador/2271029E1/materials/pdf/2007/2007_04.pdf

Chero, V. (2024). *Población y muestra*. Fuente: Int. J. Inter. Dent Vol. 17(2); 66, 2024, .Universidad María Auxiliadora, Lima, Perú:
<https://www.redalyc.org/journal/6100/610078954001/610078954001.pdf>

Datatab. (2025). *t-Test, Chi-Square, ANOVA, Regression, Correlation*. Datatab.es.
. Fuente: <https://datatab.es/tutorial/spearman-correlation>

EMR. (2025). *Informe del mercado de Ostras, Tamaño, Análisis 2025 - 2034*.
Fuente: EMR: <https://www.informesdeexpertos.com/informes/mercado-de-ostras>

FAO. (2024). *Aportaciones cruciales sobre la sostenibilidad de la agricultura y la seguridad alimentaria mundial*. Fuente: Anuario estadístico de la FAO:
<https://www.fao.org/newsroom/detail/fao-statistical-yearbook-2024-reveals-critical-insights-on-the-sustainability-of-agriculture-food-security-and-the-importance-of-agrifood-in-employment/es>

FAO Report. (2024). *Global fisheries and aquaculture production reaches a new record high*. (2024). Newsroom; FAO. . Fuente: FAO Report:

<https://www.fao.org/newsroom/detail/fao-report-global-fisheries-and-aquaculture-production-reaches-a-new-record-high/en>

González, M., & García, I. (2021). *Análisis del comportamiento de la temperatura del mar en las estaciones 10 millas costa afuera de Manta y La Libertad de Inocar, para los años 1992-2014*. Fonte: Acta Oceanográfica del Pacífico: <https://actaoceanografica.inocar.mil.ec/index.php/raop/article/view/27/136>

Hanna Instruments Colombia. (2025). *¿Qué es el pH?* Fonte: Hanna Instruments Colombia: <https://www.hannacolombia.com/blog/post/447/que-es-el-ph#:~:text=El%20pH%20normalmente%20lo%20medimos,el%207%20el%20valor%20neutro.>

INSIVUMEH. (2025). *Boletín Especial BE-OCE-126-2025. Concentración de Clorofila-a*. Fonte: INSIVUMEH.gob: <https://insivumeh.gob.gt/hidrologia/Oceanography/satellite/BE-Chr.pdf>

Jiménez, J., & Torres, G. (2023). *Diagnóstico de la maricultura en Ecuador, oportunidades y desafíos*. Fonte: Editorial AquaTechnica: <https://doi.org/10.5281/zenodo.8411400>

Kalstein, H. (2022). *El refractómetro para medir la salinidad del agua*. Fonte: Kalstein. Kalstein. : <https://kalstein.ec/el-refractometro-para-medir-la-salinidad-del-agua/>

Krampah, E., Mensah, P., Acheampong, E., & Adzersiwor, E. (2024). *Isolation and evaluation of local microalgal isolates as feed for larval rearing of *Crassostrea tulipa* towards optimisation of mangrove oyster seed*

production in Ghana. Fonte: World Bank and the Government of Ghana:
https://www.researchgate.net/publication/381407088_Isolation_and_evaluation_of_local_microalgal_isolates_as_feed_for_larval_rearing_of_Crassostrea_tulipa_towards_optimisation_of_mangrove_oyster_seed_production_in_Ghana

Krampah, Eric. (mayo de 2023). *Studies On Plankton Assemblage, Diet Selectivity And Larval Rearing Of Mangrove Oyster Crassostrea Tulipa Towards Its Sustainable Production In Ghana*. Fonte: Department of Fisheries and Aquatic Sciences of the School of Biological Sciences, College of Agriculture and Natural Sciences, University of Cape Coast:
https://ir.ucc.edu.gh/xmlui/bitstream/handle/123456789/11724/KRAMPA_H%2c%202023.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Lasso, C., Ríos, G., & Pérez, R. (2025). *Macroinvertebrados acuáticos de Colombia: Parte I. Porifera, Mollusca, Malacostraca, Coleoptera, Trichoptera, Megaloptera, Hemiptera y Lepidoptera*. Fonte: Bogotá: Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales:
<https://accefyn.org.co/wp-content/uploads/2025/10/Macroinvertebrados-acuaticos-web.pdf>

Lindao, M. & Ruiz, C. (2022). *Distribución del fitoplancton en aguas marino-costeras en tres sectores de la península de Santa Elena*. Fonte: Acta Oceanográfica del Pacífico:
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8502204>

Lombeida, P. (1999). *Técnicas para el policultivo de ostras Crassostrea gigas y camarón Penaeus vanamei en Ecuador*. . Fonte: Escuela Superior Politécnica del Litoral. : <https://www.cenaim.espol.edu.ec/sites/cenaim.espol.edu.ec/files/tecnicas%20para%20el%20cultivo%20de%20ostras.pdf>

Londoño, F. (2019). *Monitoreo de parámetros físicoquímicos y biomasa fitoplanctónica en acuarios marinos (Acuario Mundo Marino) Santa Marta - Caribe Colombiano*. Fonte: UTADEO: <https://accefyn.org.co/wp-content/uploads/2025/10/Macroinvertebrados-acuaticos-web.pdf>

MAGAP. (2019). *Siembra de la Ostra del Pacífico en Palmar, Santa Elena*. Fonte: Ministerio de Agricultura y Ganadería: [https://www.agricultura.gob.ec/magap-siembra-ostra-del-pacifico-en-palmar-santa-elena/#:~:text=Por%20otra%20parte%20la%20Subsecretar%C3%ADa,concha%20prieta%20\(Anadara%20tuberculosa\).](https://www.agricultura.gob.ec/magap-siembra-ostra-del-pacifico-en-palmar-santa-elena/#:~:text=Por%20otra%20parte%20la%20Subsecretar%C3%ADa,concha%20prieta%20(Anadara%20tuberculosa).)

Maza, M., Ayala, D., Muñoz, J. L., & Flores, J. . (2018). *Manual de Métodos Analíticos para la Determinación de Parámetros Físicoquímicos Básicos en Aguas*. Fonte: Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.: https://www.researchgate.net/publication/329153132_Manual_de_Metodos_Analiticos_para_la_Determinación_de_Parámetros_Físicoquímicos_Básicos_en_aguas

Mence, V. (2023). *Diversidad y abundancia de fitoplancton en relación con parámetros físicos presente en el río Javita, Santa Elena- Ecuador.* . Fonte: Upse.edu.ec. : <https://doi.org/UPSE-TBI-2023-0087>

Ministerio de Agricultura y Ganadería. (2019). *El cultivo de ostras da los primeros resultados en Santa Elena.* Fonte: Ministerio de Agricultura y Ganadería, Ecuador: https://www.agricultura.gob.ec/el-cultivo-de-ostras-da-los-primeros-resultados-en-santa-elena/?utm_source=chatgpt.com

Mujica, K. (2019). *Distribución y ecología de medusas y sifonóforos en tres estaciones de la zona marino-costera de la Península de Santa Elena, Ecuador.* Fonte: Revista Científica y Tecnológica UPSE (RCTU), RCTU vol.6 no.2 La libertad jul./dic. 2019: http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1390-76972019000200024

Núñez, M., Lodeiros, C., Ramírez, E., Narváez, N., & Graziani, C. (2024). *Crecimiento y sobrevivencia de la ostra de mangle *Crassostrea rhizophorae* bajo condición de cultivo intermareal y submareal.* Fonte: Universidad de Oriente. Instituto Oceanográfico de Venezuela, Cumaná 6101, Venezuela.: https://www.researchgate.net/publication/262721429_Crecimiento_y_sobrevivencia_de_la_ostra_de_mangle_Crassostrea_rhizophorae_bajo_condicion_de_cultivo_intermareal_y_submareal

O'Brien, E. (2022). *NOAA Fisheries. Sustainable Pacific Oyster Farming. NOAA.*

. Fonte: <https://www.fisheries.noaa.gov/feature-story/sustainable-pacific-oyster-farming>

Oña et al. (septiembre de 2024). *Condiciones Oceanográficas costeras durante*

febrero 2024. Fonte: Cámara de Pesquería, CNP Ecuador:

<https://camaradepesqueria.ec/condiciones-oceanograficas-costeras-durante-febrero-2024>

PASCEOJ. (2020). *Producción artificial de semilla y cultivo de engorde de ostra*

japonesa (Crassostrea gigas). . Fonte:

https://www.jica.go.jp/Resource/project/elsalvador/2271029E1/materials/pdf/2009/2009_1_2.pdf

Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial. (2023). *Actualización del Plan de*

Desarrollo y Ordenamiento Territorial. Fonte: Plan de Desarrollo y

Ordenamiento Territorial: [http://www.gadse.gob.ec/gadse/wp-](http://www.gadse.gob.ec/gadse/wp-content/uploads/2020/05/Plan-de-Desarrollo-y-Ordenamiento-Territorial-Santa-Elena-20192023_compressed.pdf)

[content/uploads/2020/05/Plan-de-Desarrollo-y-Ordenamiento-Territorial-](http://www.gadse.gob.ec/gadse/wp-content/uploads/2020/05/Plan-de-Desarrollo-y-Ordenamiento-Territorial-Santa-Elena-20192023_compressed.pdf)

[Santa-Elena-20192023_compressed.pdf](http://www.gadse.gob.ec/gadse/wp-content/uploads/2020/05/Plan-de-Desarrollo-y-Ordenamiento-Territorial-Santa-Elena-20192023_compressed.pdf)

Rodríguez, H. (2019). *Evaluación del crecimiento y la supervivencia de Magallana*

gigas, bajo condiciones de cultivo suspendido en mar abierto, Comuna

Palmar, provincia de Santa Elena. Fonte: Universidad Estatal Península de

Santa Elena. Repositorio UPSE. :

[https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/2181/1/UPSE-TBM-2015-](https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/2181/1/UPSE-TBM-2015-025.pdf)

[025.pdf](https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/2181/1/UPSE-TBM-2015-025.pdf)

Salvador, P. (2023). *Efectos de la calidad del agua, el sistema CO2-carbonatos Poludora sp. En el acondicionamiento reproductivo del ostión japonés (Magallana gigas) en un sistema de recirculación acuícola.* Fonte: Centro de Investigación Científica y Educación, Superior Baja California.: https://cicese.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1007/3808/1/tesis_Salvador%20Villasuso%20Palomares_10%20mar%202023.pdf

Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura . (2023). *Parte II: Sección III - Control de Exportación y Certificación.* . Fonte: Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura SERNAPESCA: https://www.sernapesca.cl/app/uploads/2023/11/parte_ii_seccion_iii_control_de_exportacion_y_certificacion_v20230109.pdf

Tarrillo, Ó., Mejía, J., Dávila, J., Pintado, C., Tapia, C., Chilón, W., & Vélez, S. (2024). *Metodología de la Investigación. Una mirada global: Ejemplos prácticos.* Fonte: Revista Ciencia Latina Internacional, Junio 2024 – CID - Centro de Investigación y Desarrollo: <https://biblioteca.ciencialatina.org/wp-content/uploads/2024/07/Metodologia-de-la-investigacion-una-mirada-global.pdf>

Tomalá, J. (2025). *Distribución de sifonóforos en período de sicigia y cuadratura entre la zona costera de San Pablo y de Jambelí, provincia de Santa Elena.* Fonte: Universidad Estatal Península de Santa Elena, Carrera de Biología: <https://repositorio.upse.edu.ec/xmlui/handle/46000/12983>

Villón, A. (2023). *Evaluación del crecimiento, condiciones de supervivencia y parámetros ambientales de Magallana gigas (ostra del pacífico) puerto de Chanduy*. Fonte: Universidad Estatal Península de Santa Elena, Facultad de Ciencias del Mar, Carrera de Biología: <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/10120/1/UPSE-TBI-2023-0088.pdf>

Wijsman, J., Troost, K., & Roncarati, A. (2018). *Global Production of Marine Bivalves. Trends and Challenges*. . Fonte: Goods and Services of Marine Bivalves, 7–26. : https://doi.org/10.1007/978-3-319-96776-9_2

Lodeiros, C., Rodríguez-Pesantes, D., Márquez, A., Revilla, J., Chávez-Villalba, J., & Sonnenholzner, S. (2017). Suspended cultivation of the Pacific oyster *Crassostrea gigas* in the Eastern Tropical Pacific. *Aquaculture International*. <https://doi.org/10.1007/s10499-017-0217-z>

Treviño, L., Lodeiros, C., Vélez-Falcones, J., Chávez-Alcivar, C., Isea-León, F., Bermúdez-Medrandá, A. E., ... Rodríguez-Pesantes, D. (2020). Suspended culture evaluation of Pacific oyster *Crassostrea gigas* in a tropical estuary. *Aquaculture & Fisheries*.

14. ANEXOS

Figura 100 Medición morfométrica de *Magallana gigas*.



Figura 97 Toma de muestra de agua mediante botella Niskin. Arrastre vertical estratificado superficial para fitoplancton con red Clarke bumpus.



Figura 103 Desdoblamiento de Linternas para *Magallana gigas*.

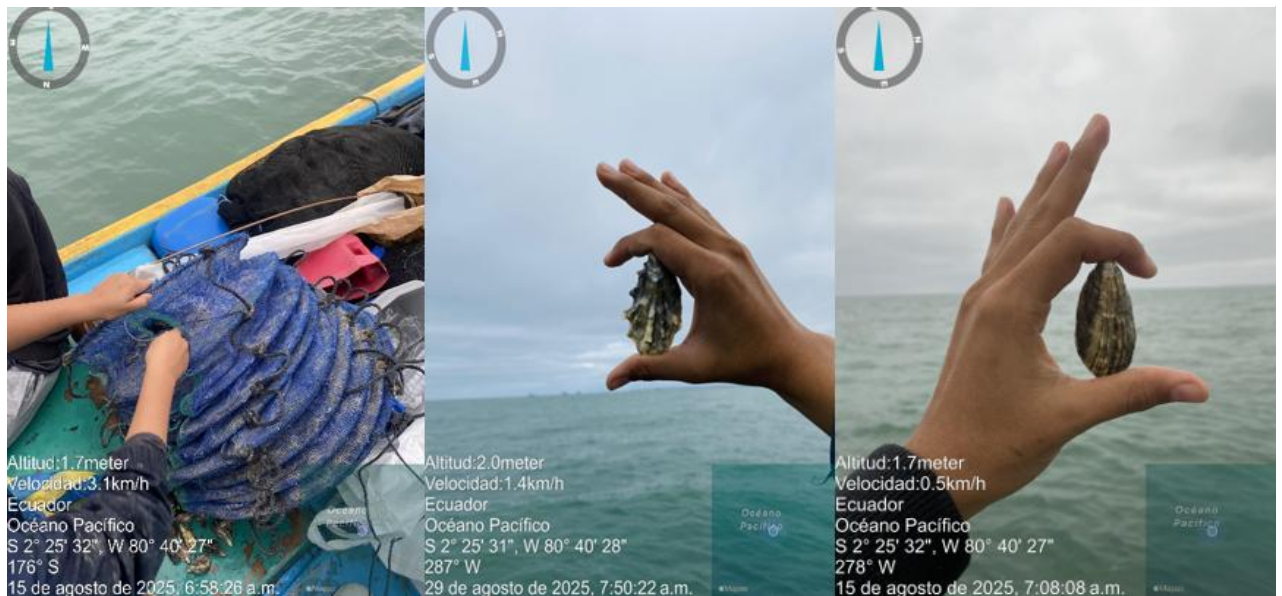


Figura 109 Análisis de nutrientes de agua de mar realizados en los laboratorios de la Facultad Ciencias del Mar:



Figura 106 Análisis de fitoplancton realizados en las instalaciones del Instituto Público de Investigación de Acuicultura y Pesca (IPIAP).



Figura 115 Depredación de *Magallana gigas* por cefalópodo.



Figura 112 Área de estudio del cultivo Long-line de *Magallana gigas* ubicado en Parroquia Chanduy, Provincia de Santa Elena.



12. ANEXOS

Tabla 16 Registro de parámetros físicos en fase de campo.

TOMA DE PARÁMETROS							
NOMBRE							
FECHA							
HORA							
LUGAR							
COORDENADAS							
N° Muestra	Distancia (m)	pH	Temperatura (°C)	Salinidad (mg/L)	Oxígeno (mg/L)	Turbidez (cm)	Observaciones

Tabla 17 Variedad porcentual del fitoplancton encontrada a un metro de profundidad.

Especie	Cel/ml-1	%
<i>Bellerochea horologicalis</i> Stosch, 1980	114	10,94
<i>Bellerochea malleus</i> (Brightwell) Van Heurck, 1885	12	1,56
<i>Biddulphia mobiliensis</i> (J.W.Bailey) Grunow, 1882	75	7,81
<i>Biddulphia rhombus</i> Ehrenberg, 1839	1	1,56
<i>Chaetoceros aequatorialis</i> Cleve, 1873	1	1,56
<i>Chaetoceros affinis</i> Lauder, 1864	2	1,56
<i>chaetoceros coarctatus</i> Lauder, 1864	1	1,56
<i>Chaetoceros danicus</i> Cleve, 1889	8	3,13
<i>Chaetoceros decipiens</i> Cleve, 1873	1	1,56
<i>Chaetoceros lorenzianus</i> Grunow, 1863	99	7,81
<i>Climacodium frauenfeldianum</i> Grunow, 1868	1	1,56
<i>Coscinodiscus asteromphalus</i> Ehrenberg, 1844	17	7,81
<i>Coscinodiscus perforatus</i> Ehrenberg, 1844	6	4,69
<i>guinardia recta</i>	10	1,56
<i>Hemiaulus membranaceus</i> Cleve	2	1,56
<i>Leptocylindrus danicus</i> Cleve, 1889	54	4,69
<i>Nitzschia longissima</i> (Brébisson) Ralfs, 1861	5	3,13
<i>Pseudoguinardia recta</i> von Stosch, 1986	16	4,69
<i>Rhizosolenia hyalina</i> Ostensfeld, 1901	40	1,56
<i>Rhizosolenia hyalina</i> Ostensfeld, 1901	101	4,69
<i>Rhizosolenia imbricata</i> Brightwell, 1858	1	9,38
<i>Tripos dens</i> (Ostensfeld & Johannes Schmidt) F.Gómez,	4	1,56
201 <i>Tripos furca</i> Ehrenberg, 1834	3	6,25

<i>Tripus fusus</i> (Ehrenberg) F.Gómez, 2013	7	1,56
<i>Tripus massiliensis</i> (Gourret) F.Gómez, 2013	5	3,13
<i>Tripus trichoceros</i> Ehrenberg, 1860	114	3,13
TOTAL	586	100

Tabla 18 Variedad porcentual del fitoplancton encontrada a tres metros de profundidad

Especie	Cel/ml-1	%
<i>Asteromphalus heptactis</i> Brébisson, 1857	4	3,45 %
<i>Bacteriastrum furcatum</i> Shadbolt, 1854	24	5,17 %
<i>Bellerochea horologicalis</i> Stosch, 1980	49	8,62 %
<i>Bellerochea malleus</i> (Brightwell) Van Heurck, 1885	13	5,17 %
<i>Biddulphia mobiliensis</i> (J.W.Bailey) Grunow, 1882	20	10,34%
<i>Chaetoceros affinis</i> Lauder, 1864	12	5,17 %
<i>chaetoceros coarctatus</i> Lauder, 1864	4	1,72 %
<i>Chaetoceros constrictus</i> Gran, 1897	4	1,72 %
<i>Chaetoceros danicus</i> Cleve, 1889	5	3,45 %
<i>Chaetoceros decipiens</i> Cleve, 1873	1	1,72 %
<i>Chaetoceros gracile</i> Apstein, 1909	3	1,72 %
<i>Chaetoceros lorenzianus</i> Grunow, 1863	6	3,45 %
<i>Coscinodiscus</i>	3	1,72 %
<i>Cylindrotheca closterium</i> (Ehrenberg) Reimann & J.C.Lewin, 1964	1	1,72 %
<i>guinardia recta</i>	2	1,72 %

	<i>Guinardia recta</i>	1	1,72 %
1996	<i>Guinardia striata (Stolterfoth) Hasle,</i>	40	1,72 %
	<i>Hemiaulus membranaceus Cleve</i>	3	1,72 %
	<i>Lauderia annulata Cleve, 1873</i>	3	3,45%
	<i>Leptocylindrus danicus Cleve, 1889</i>	6	10,34%
	<i>Nitzschia longissima (Brébisson)</i>	6	1,72 %
1852	<i>Pleurosigma delicatulum W.Smith,</i>	49	1,72 %
1986	<i>Pseudoguinardia recta von Stosch,</i>	1	1,72 %
	<i>Rhizosolenia hyalina Ostefeld, 1901</i>	4	3,45 %
1858	<i>Rhizosolenia imbricata Brightwell,</i>	24	12,07%
	<i>Tripos furca Ehrenberg, 1834</i>	49	1,72 %
	<i>Tripos massiliensis (Gourret)</i>	13	1,72 %
	<i>F.Gómez, 2013</i>		
	TOTAL	256	100,00%

Tabla 19 Variedad porcentual del fitoplancton encontrada a cinco metros de profundidad.

	Especie	Cel/ml-1	%
1857	<i>Asteromphalus heptactis Brébisson,</i>	1	0,18
1854	<i>Bacteriastrum furcatum Shadbolt,</i>	35	6,16
1980	<i>Bellerochea horologicalis Stosch,</i>	76	12,85
	<i>Bellerochea malleus (Brightwell) Van</i>	12	1,58
	<i>Heurck, 1885</i>		
	<i>Biddulphia mobiliensis (J.W.Bailey)</i>	50	9,33
	<i>Grunow, 1882</i>		
	<i>Biddulphia rhombus Ehrenberg, 1839</i>	1	0,18

	<i>Chaetoceros equatorialis</i> Cleve, 1873	2	0,18
	<i>Chaetoceros affinis</i> Lauder, 1864	4	0,70
	<i>Chaetoceros coarctatus</i> Lauder, 1864	5	0,88
	<i>Chaetoceros danicus</i> Cleve, 1889	5	0,35
	<i>Chaetoceros lorenzianus</i> Grunow, 1863	46	8,10
1844	<i>Coscinodiscus asteromphalus</i> Ehrenberg,	18	3,17
1844	<i>Coscinodiscus perforatus</i> Ehrenberg,	24	4,23
	<i>Coscinodiscus radiatus</i> Ehrenberg, 1840	5	0,88
	<i>Cylindrotheca closterium</i> (Ehrenberg)	1	0,18
	Reimann & J.C.Lewin, 1964		
	<i>Dictyocha fibula</i> Ehrenberg, 1839	3	0,53
	<i>Guinardia flaccida</i> (Castracane)	2	0,18
	H.Peragallo, 1892		
	<i>Guinardia recta</i>	15	2,64
	<i>Hemiaulus membranaceus</i> Cleve	10	1,76
	<i>Lauderia annulata</i> Cleve, 1873	2	17,78
	<i>Leptocylindrus danicus</i> Cleve, 1889	101	0,35
	<i>Meuniera membranacea</i> (Cleve)	5	0,35
	P.C.Silva, 1996		
1861	<i>Nitschia longissima</i> (Brébisson) Ralfs,	2	0,35
	<i>Meuniera membranacea</i> (Cleve)	2	0,18
	P.C.Silva, 1906		
1853	<i>Nitschia closterium</i> (Ehrenberg) W.Smith,	5	0,88
	<i>Nitschia obtusa</i> W.Sm, 1853	4	0,70
	<i>Peridinium elegans</i> Cleve, 1900	2	0,35
	<i>Pseudoguinardia recta</i> von Stosch, 1986	7	1,23
	<i>Rhizosolenia hyalina</i> Osterfeld, 1901	32	5,63
	<i>Rhizosolenia imbricata</i> Brightwell, 1858	80	14,08
	<i>Triceratium favus</i> Ehrenberg, 1839	2	0,35
2013	<i>Tripes carriensis</i> (Gourret) F.Gómez,	1	0,18
	<i>Tripes dens</i> (Ostenfeld & Johannes	5	0,88
	Schmidt) F.Gómez, 2013		
	<i>Tripes furca</i> Ehrenberg, 1834	3	0,53
	<i>Tripes fusus</i> (Ehrenberg) F.Gómez, 2013	3	0,35
2013	<i>Tripes massiliensis</i> (Gourret) F.Gómez,	4	0,70
	<i>Tripes trichoceros</i> Ehrenberg, 1860	6	1,06

TOTAL	581	100
		%

Tabla 20 Promedios y rangos de las concentraciones de los nutrientes.

Parámetro	N	Mín	Máx	X ± SD	CV (%)
Nitrato	27	0	6	2.51±1.45	57.6134
Nitrato	27	0.12	0.54	0.22±0.09	43.32303
Fosfato	27	0.02	0.9	0.17±0.19	114.6859
Sílice	27	0.15	2.14	0.64±0.55	85.28302
Calcio	27	423	600	537±55.81	10.39372

Tabla 21 Variabilidad del peso por mes de *M. gigas*.

Mes	N	Mínimo	Máximo	X± SD	CV (%)
Julio	450	87	99	96 ± 4,08	4,3
Agosto	450	4536	9525	7711 ± 1727,04	23,79
Septiembre	450	26893	30005	28467 ± 1164,1	4,05
Octubre	450	41570	45403	44080 ± 1391,2	3,16

Tabla 22 Talla por mes y profundidades de *M. gigas*.

Mes	Profundidad	N	Mín	Máx	X ± SD	CV (%)
Julio	1m	150	89	97	93.67±4.16	4.44
	3m	150	95	97	96±1.0	1.04
	5m	150	87	99	94.67±6.66	7.03
Agosto	1m	150	8164	9525	8769±692.95	7.9
	3m	150	4536	7257	6198.67±1457.7	23.52
	5m	150	4536	8164	6803.67±1976.88	29.06
Septiembre	1m	150	26893	28467	27732.33±792.2	2.86
	3m	150	27837	30001	29228.33±1207.39	4.13
	5m	150	27837	30005	29085.93±651.16	3.88
Octubre	1m	150	41570	45403	43317±1938.86	4.48
	3m	150	44080	45403	44828.33±678.38	1.51
	5m	150	42390	45000	43796.67±1316.88	3.01

Figura 117.

Matriz de datos usados para la correlación.

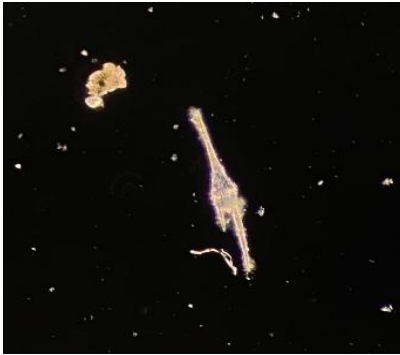
	Peso	Talla	Fitoplancton	pH	Temperatura	Salinidad	Oxígeno disuelto	Turbidez	Nitrito	Nitrato	Fosfato	Silice	Calcio	Clorofila-a
Peso		0	0.64532	0.0030665	0.11899	0.085027	0.19534	0.00024541	0	0.0041433	5,92E-03	0.047857	0.20456	0.00078138
Talla	0.95712		0.60397	0.0048813	0.23714	0.066568	0.14519	0.00016809	8,94E-03	0.010058	3,42E-04	0.109	0.037987	0.00037265
Fitoplancton	0.079394	0.089432		0.99702	0.9373	0.95371	0.48685	0.2783	0.28847	0.91902	0.89796	0.96367	0.49478	0.45361
pH	0.47977	0.45885	-0.00064512		0.17554	0.42624	0.96015	0.00026021	0.1319	0.015297	0.059383	0.73077	0.29589	0.38181
Temperatura	-0.26452	-0.20212	0.013589	0.23085		0.042184	0.0040068	0.46832	0.047189	0.56422	0.34335	0.028327	0.90174	0.47708
Salinidad	-0.29106	-0.30914	-0.010029	-0.13681	-0.34044		7,72E-01	0.11845	0.34107	0.031627	0.16551	0.30361	0.40236	0.00023393
Oxígeno disuelto	-0.22094	-0.24773	-0.1197	0.0086312	0.46789	-0.61038		0.0017207	0.048167	0.68462	0.029434	0.41325	0.74208	0.008623
Turbidez	0.57485	0.58694	0.18567	0.57294	-0.1248	0.2649	-0.50409		0.0014665	0.52983	0.015371	0.42266	0.017582	0.79619
Nitrito	-0.72036	-0.71641	-0.18185	-0.25594	0.33301	0.16337	0.33163	-0.51051		0.96883	3,59E-01	0.85201	0.1059	0.0014688
Nitrato	-0.46637	-0.42352	-0.017564	-0.40123	0.099366	0.35882	-0.070084	-0.10822	0.0067503		0.030085	0.061985	0.5515	0.17141
Fosfato	-0.7243	-0.77241	-0.022152	-0.31725	0.16261	0.23618	0.36326	-0.40096	0.63177	0.36191		0.52101	0.12528	0.0070537
Silice	0.33207	0.27165	-0.0078689	-0.059396	-0.3656	-0.17633	0.14065	-0.13786	-0.032221	-0.31423	-0.11054		0.78019	0.32685
Calcio	0.21657	0.34724	-0.11754	0.17912	0.021328	0.14392	-0.056812	0.39349	-0.27396	0.10261	-0.26026	-0.048187		0.15064
Clorofila-a	-0.53467	-0.56094	-0.12893	-0.15023	-0.12237	0.57641	-0.43135	-0.044599	0.51045	0.23302	0.44131	-0.16818	-0.24452	

Tabla 23.

Prueba Kruskal-Wallis.

H (chi2):	454,3
Hc (tie corrected):	454,3
p (same):	7,15E-89

ANEXOS



Tripus furca

Reino: Chromista

Filo: Myzozoa

Clase: Dinophyceae

Orden: Gonyaulacales

Familia: Ceratiaceae

Género: Tripus

Especie: *Tripus furca* (Ehrenberg) F. Gómez, 2013



Rhizosolenia imbricata

Reino: Chromista

Filo: Heterokontophyta

Clase: Bacillariophyceae

Orden: Rhizosoleniales

Familia: Rhizosoleniaceae

Género: Rhizosolenia

Especie: *Rhizosolenia imbricata* Brightwell, 1858



Tripus macroceros

Reino: Chromista

Filo: Myzozoa

Clase: Dinophyceae

Orden: Gonyaulacales

Familia: Ceratiaceae

Género: Tripus

Especie: *Tripus massiliensis*
(Gourret) F. Gómez, 2013



Asteromphalus heptactis

Reino: Chromista
Filo: Ochrophyta
Clase: Coscinodiscophyceae
Orden: Asterolamprales
Familia: Asterolampraceae
Género: Asteromphalus
Especie: *Asteromphalus heptactis* (Brébisson) Rafs,
1861



Tripos dens

Reino: Chromista
Filo: Myzozoa
Clase: Dinophyceae
Orden: Gonyaulacales
Familia: Ceratiaceae
Género: Tripos
Especie: *Tripos dens* (Ostenfeld & Schmidt) F.
Gómez, 2013.



Trieres mobiliensis

Reino: Chromista
Filo: Heterokontophyta
Clase: Bacillariophyceae
Orden: Biddulphiales
Familia: Biddulphiaceae
Género: Biddulphia
Especie: *Trieres mobiliensis* Ashworth &
E.C.Theriot, 2013



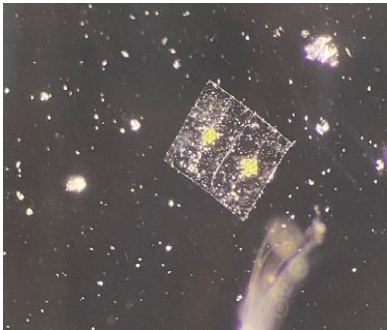
Tripus trichoceros

Reino: Chromista
Filo: Myzozoa
Clase: Dinophyceae
Orden: Gonyaulacales
Familia: Ceratiaceae
Género: Tripus
Especie: *Tripus trichoceros* (Ehrenberg) Gómez,
2013



Rhizosolenia hyalina

Reino: Chromista
Filo: Heterontophyta
Clase: Bacillariophyceae
Orden: Rhizosoleniales
Familia: Rhizosoleniaceae
Género: Rhizosolenia
Especie: *Pseudosolenia calcar-avis* (Schultze) B.G.
Sundström, 1986



Meuniera membranacea

Reino: Chromista
Filo: Heterokontophyta
Clase: Bacillariophyceae
Orden: Naviculales
Familia: Naviculaceae
Género: Meuniera
Especie: *Meuniera membranacea* (Cleve)
P.C.Silva, 1996



Coscinodiscus perforatus

Reino: Chromista

Filo: Ochrophyta

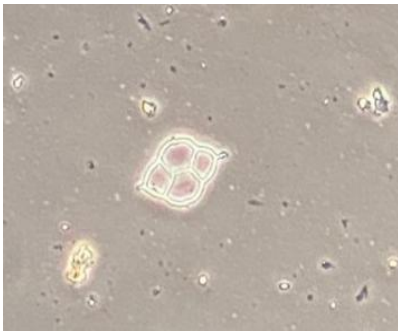
Clase: Bacillariophyceae

Orden: Coscinodiscales

Familia: Coscinodiscaceae

Género: Coscinodiscus

Especie: *Coscinodiscus perforatus* Ehrenberg, 1844



Dictyocha fibula

Reino: Chromista

Filo: Ochrophyta

Clase: Phaeophytina

Orden: Dictyotales

Familia: Dictyoteae

Género: Dictyocha

Especie: *Dictyocha fibula* Ehrenberg, 1839



Bacteriastrum furcatum

Reino: Chromista

Filo: Heterokontophyta

Clase: Bacillariophyceae

Orden: Chaetocerotanae incertae sedis

Familia: Chaetocerotaceae

Género: Bacteriastrum

Especie: *Bacteriastrum furcatum* Shadbolt, 1854



Bellerochea malleus

Reino: Chromista
Filo: Heterokontophyta
Clase: Bacillariophyceae
Orden: Hemiaulales
Familia: Bellerocheaceae
Género: Bellerochea
Especie: *Bellerochea malleus* (Brightwell) Van
Heurck, 1885



Biddulphia rhombus

Reino: Chromista
Filo: Heterokontophyta
Clase: Bacillariophyceae
Orden: Biddulphiales
Familia: Biddulphiaceae
Género: Biddulphia
Especie: *Biddulphia rhombus* (Ehrenberg) W.Smith,
1854



Chaetoceros aequatorialis

Reino: Chromista
Filo: Heterokontophyta
Clase: Bacillariophyceae
Orden: Chaetocerotanae incertae sedis
Familia: Chaetocerotaceae
Género: Chaetoceros
Especie: *Chaetoceros aequatorialis* Cleve, 1873

Chaetoceros coarctatus



Reino: Chromista
Filo: Heterokontophyta
Clase: Bacillariophyceae
Orden: Chaetocerotanae incertae sedis
Familia: Chaetocerotaceae
Género: Chaetoceros
Especie: *Chaetoceros coarctatus* Laurder, 1864

Chaetoceros danicus



Reino: Chromista
Filo: Heterokontophyta
Clase: Bacillariophyceae
Orden: Chaetocerotanae
Familia: Chaetocerotaceae
Género: Chaetoceros
Especie: *Chaetoceros danicus* Cleve, 1889

Chaetoceros decipiens



Reino: Chromista
Filo: Heterokontophyta
Clase: Bacillariophyceae
Orden: Chaetocerotanae
Familia: Chaetocerotaceae
Género: Chaetoceros
Especie: *Chaetoceros decipiens* Cleve, 1873

Chaetoceros lorenzianus



Reino: Chromista
Filo: Heterokontophyta
Clase: Bacillariophyceae
Orden: Chaetocerotanae
Familia: Chaetocerotaceae
Género: Chaetoceros
Especie: *Chaetoceros lorenzianus* Schütt, F. (1895).

Coscinodiscus sp.



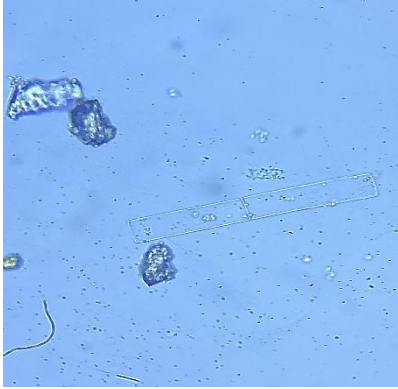
Reino: Chromista
Filo: Ochrophyta
Clase: Coscinodiscophyceae
Orden: Coscinodiscales
Familia: Coscinodiscaceae
Género: Coscinodiscus
Especie: *Coscinodiscus sp.*

Coscinodiscus radiatus



Reino: Chromista
Filo: Ochrophyta
Clase: Bacillariophyceae
Orden: Coscinodiscales
Familia: Coscinodiscaceae
Género: Coscinodiscus
Especie: *Coscinodiscus radiatus* Ehrenberg, 1840

Pseudoguinardia recta



Reino: Chromista
Filo: Heterokontophyta
Clase: Bacillariophyceae
Orden: Rhizosoleniales
Familia: Rhizosoleniaceae
Género: Guinardia
Especie: *Pseudoguinardia recta*. Von Stosch, 1986.

Lauderia annulata

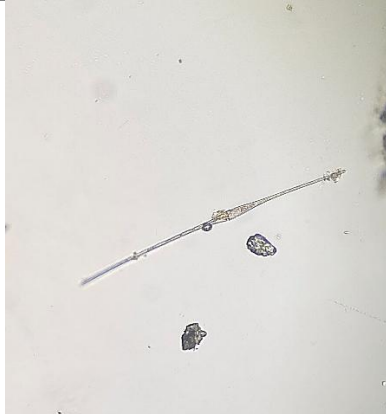


Reino: Chromista
Filo: Heterokontophyta
Clase: Bacillariophyceae
Orden: Thalassiosirales
Familia: Lauderiaceae
Género: Lauderia
Especie: *Lauderia annulata* Cleve, 1873

Bellerochea horologicalis

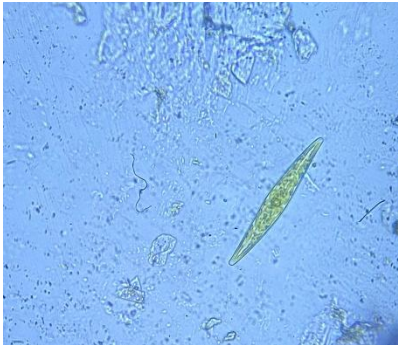


Reino: Chromista
Filo: Heterokontophyta
Clase: Bacillariophyceae
Orden: Leptocylindrales
Familia: Leptocylindraceae
Género: Leptocylindrys
Especie: *Bellerochea horologicalis* Stosch, 1980



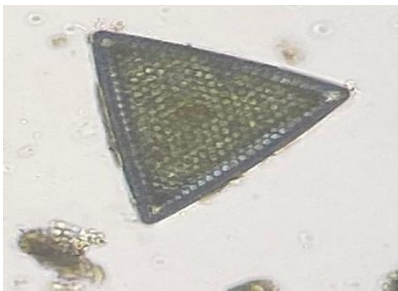
Tripus fusus

Reino: Chromista
Filo: Heterokontophyta
Clase: Bacillariophyceae
Orden: Bacillariales
Familia: Bacillariaceae
Género: Nitzscia
Especie: *Tripus fusus* (Ehrenberg) F.Gómez, 2013



Pleurosigma delicatulum

Reino: Chromista
Filo: Bacillariophyta
Clase: Bacillariophyceae
Orden: Naviculales
Familia: Pleurosigmataceae
Género: Pleurosigma
Especie: *Pleurosigma delicatulum* W. Smith, 1852



Triceratium favus

Reino: Chromista
Filo: Heterokontophyta
Clase: Bacillariophyceae
Orden: Triceratiales
Familia: Triceratiaceae
Género: Triceratium
Especie: *Triceratium favus*, 1839



Triplos massiliensis

Reino: Chromista

Filo: Myzozoa

Clase: Dinophyceae

Orden: Gonyaulacales

Familia: Ceratiaceae

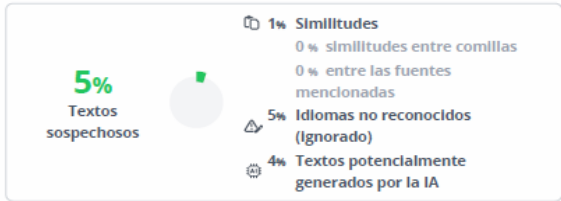
Género: Triplos

Especie: *Triplos massiliensis* (Gourret) F.Gómez,

2013



TESIS OSTRA. 12.11 ADRIANA MORAN NOV



Nombre del documento: TESIS OSTRA. 12.11 ADRIANA MORAN NOV.docx
ID del documento: e2e689a18ac3281718cb1f2f4618ebb3589efa0e
Tamaño del documento original: 3,84 MB

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

Número de palabras: 13.401
Número de caracteres: 87.665

Ubicación de las similitudes en el documento:



Fuentes principales detectadas

Nº	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	Documento de otro usuario #4bead0 Viene de de otro grupo	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (49 palabras)
2	hdl.handle.net Evaluación de la calidad de servicio y su relación con la satisfacci... https://hdl.handle.net/20.500.12640/2241 3 fuentes similares	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (36 palabras)
3	hdl.handle.net Evaluación de la influencia de la Ptar en la parte baja de la Interc... https://hdl.handle.net/20.500.12996/4451 3 fuentes similares	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (36 palabras)
4	repository.universidadean.edu.co https://repository.universidadean.edu.co/server/api/core/bitstreams/f7747451-434d-4ad3-8a...	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (33 palabras)



**Facultad de
Ciencias del Mar**
Biología Marina

JDA -064-2025
5 de noviembre del 2025

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

De mi consideración,

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

Quien suscribe, Blga. Jodie Darquea Arteaga, M.Sc., en mi calidad de tutora del estudiante de la carrera de Biología, Morán Silvestre Adriana Jamilex, con cédula de identidad N° 0928223346, con el tema de Trabajo de Titulación "ANÁLISIS DEL CRECIMIENTO DE LA OSTRAS DEL PACÍFICO EN RELACIÓN CON LAS VARIABLES FÍSICOQUÍMICAS Y FITOPLANCTÓNICAS EN UN CULTIVO EN MAR ABIERTO EN CHANDUY, PROVINCIA DE SANTA ELENA-ECUADOR."

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

Particular que comunico para los fines pertinentes.

Atentamente,



Blga. Jodie J. Darquea Arteaga M.Sc
Docente - Titular UPSE



Facultad de
Ciencias del Mar
Biología

Guayaquil, 12 de noviembre del 2025

CERTIFICACIÓN

Yo, DAVID ELOY GARCÍA ASECIO con C.I 0920826302 por medio de la presente, dejo constancia de haber revisado y supervisado la identificación taxonómica de las especies de fitoplancton del trabajo de pregrado de la estudiante ARIANA JAMILEX MORAN SILVESTRE, con CI. 0928223346, con el tema “Análisis del crecimiento de la Ostra del pacífico en relación con las variables fisicoquímicas y fitoplanctónicas en un cultivo en mar abierto en Chanduy, Provincia de Santa Elena –Ecuador”. Por lo tanto, certifico que, las especies registradas en este documento cumplen con los caracteres morfológicos establecidos en la literatura especializada de fitoplancton proporcionadas por el IPIAP. En cuanto, a la sistemática empleada en este trabajo, se sugirió seguir los criterios botánicas de bases de algas mundiales como:

Algaebase (Listing the World's Algae)

Worms (World Register of Marine Species)

Gbif (Global Biodiversity Information Facility).

Atentamente



Blgo. David Eloy García Asencio, MSc.
Investigador Pesquero
Instituto Público de Investigación Acuicultura y Pesca
dgarcia@institutopesca.gob.ec



**ASOCIACIÓN DE PRODUCCIÓN PESQUERA ARTESANAL
"VIRGEN DEL CARMEN"**
Fundado el 10 de abril del 2000
Aprobada el 9 de febrero del 2001
Acuerdo Ministerial #0022
PARROQUIA CHANDUY

Pechiche, 02 julio 2025

CARTA DE AUTORIZACIÓN

Por medio de la presente, en mi calidad de Gerente de la **Cooperativa "Virgen del Mar"**, ubicada en la parroquia Chanduy, provincia de Santa Elena, por medio de la presente hago constar que tengo conocimiento y autorizo a la **Srta. Adriana Jamilex Morán Silvestre**, estudiante de la carrera de Biología en la Universidad Estatal Península de Santa Elena (UPSE), para que lleve a cabo su trabajo de Unidad de Integración Curricular en nuestras instalaciones de cultivo de ostras en mar abierto.

El proyecto que llevará a cabo es "**Análisis del crecimiento de *Magallana gigas* en relación con las variables fisicoquímicas y fitoplanctónicas en un cultivo en mar abierto en Chanduy, provincia de Santa Elena-Ecuador**", y se enmarca en un enfoque científico, ambiental con el fin de generar una base de datos técnica que proporcione información útil para potenciar la producción de la ostra del Pacífico en la zona.

La Cooperativa "Virgen del Mar" brinda su respaldo institucional a esta iniciativa, confiando en la responsabilidad y el compromiso de la estudiante, y esperando que su trabajo se lleve a cabo respetando los criterios éticos, técnicos y operativos propios del entorno productivo.

Sin otro particular y agradeciendo de antemano su atención, suscribo la presente a los dos días del mes de julio de 2025.

Atentamente,



Dilner Miguel Villón Domínguez
Gerente
Cooperativa "Virgen del Mar"
Parroquia Chanduy – Santa Elena –
Ecuador.
Teléfono: 0980635376

Johny Jovanny Borbor Orrala
Presidente
Cooperativa "Virgen del Mar"
Parroquia Chanduy – Santa Elena –
Ecuador.