



FACULTAD DE OCEANOGRAFÍA, PESQUERÍA, CIENCIAS ALIMENTARIAS Y ACUICULTURA

EVALUACIÓN DEL CRECIMIENTO DE *ARGOPECTEN PURPURATUS* (LAMARK, 1819) EN
UN CULTIVO SUSPENDIDO A DIFERENTES PROFUNDIDADES FRENTE A LOS EFECTOS DE
LA TEMPERATURA ASOCIADO AL NIÑO COSTERO EN LA BAHÍA DE CASMA, REGIÓN
ANCASH

Línea de investigación:
Desarrollo de productos de la acuicultura

Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Pesquero Acuicultor

Autor

Gutierrez Martinez, Daniel Christian

Asesor

Figueroa Vargas Machuca, Manuel Eduardo

ORCID: 0000-0003-1099-446X

Jurado

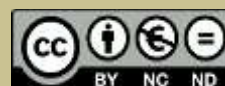
Rodenas Seytuque, Pedro José

Llontop Vélez, Carlos

Mogollón Ávila, Santos Valentín

Lima - Perú

2025



EVALUACIÓN DEL CRECIMIENTO DE *Argopecten purpuratus* (Lamarck, 1819) EN UN CULTIVO SUSPENDIDO A DIFERENTES PROFUNDIDADES FRENTE A LOS EFECTOS DE LA TEMPERATURA ASOCIADO AL NIÑO COSTERO EN LA BAHÍA DE CA

INFORME DE ORIGINALIDAD

14%

INDICE DE SIMILITUD

11%

FUENTES DE INTERNET

7%

PUBLICACIONES

2%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

repositorio.unfv.edu.pe

Fuente de Internet

1%

2

Baca, Americo Alexander Sanchez Fernandez.
"La Maricultura de Concha de Abanico
(*Argopecten Purpuratus*) en el Perú y su
Relación Con el Biocomercio", Pontificia
Universidad Catolica del Peru (Peru), 2022

Publicación

1%

3

Dimitri Gutiérrez, Marilú Bouchon.
"EDITORIAL: El Niño Costero 2017 y sus
impactos en el ecosistema marino", Boletín
Instituto del Mar del Perú, 2022

Publicación

1%

4

vsip.info

Fuente de Internet

1%

5

www.coursehero.com

Fuente de Internet

1%

6

patents.google.com

Fuente de Internet

1%

7

Kevin Omar S.A.C.. "EIA-SD para el Desarrollo
de la Acuicultura de la Mediana y Gran
Empresa Mediante el Cultivo del Recurso
Hidrobiológico Concha de Abanico en el

<1%



Universidad Nacional
Federico Villarreal

VRIN | VICERRECTORADO
DE INVESTIGACIÓN

FACULTAD DE OCEANOGRAFÍA, PESQUERÍA, CIENCIAS ALIMENTARIAS Y
ACUICULTURA

EVALUACIÓN DEL CRECIMIENTO DE *ARGOPECTEN PURPURATUS* (LAMARK,
1819) EN UN CULTIVO SUSPENDIDO A DIFERENTES PROFUNDIDADES FRENTE A
LOS EFECTOS DE LA TEMPERATURA ASOCIADO AL NIÑO COSTERO EN LA
BAHÍA DE CASMA, REGIÓN ANCASH

Línea de investigación:

Desarrollo de productos de la acuicultura

Tesis para optar al Título Profesional de Ingeniero Pesquero Acuicultor

Autor:

Gutierrez Martinez, Daniel Christian

Asesor:

Figueroa Vargas Machuca, Manuel Eduardo

ORCID: 0000-0003-1099-446X

Jurado:

Rodenas Seytuque, Pedro José

Llontop Vélez, Carlos

Mogollón Ávila, Santos Valentín

Lima - Perú

2025

Dedicatoria

Con profundo agradecimiento, dedico este proyecto a mis padres, cuyo amor incondicional, guía inquebrantable y paciencia infinita han sido mi faro en cada paso de este camino. Sin su apoyo, este logro no habría sido posible.

A mi familia, mi pilar fundamental, gracias por estar siempre ahí, brindándome fortaleza y aliento en los momentos de mayor desafío. Su confianza en mí ha sido mi mayor motivación.

A mis profesores y mentores, por compartir generosamente su sabiduría, inspirarme a superar mis límites y mostrarme el valor del conocimiento y la perseverancia. Cada lección ha dejado una huella imborrable en mi formación.

A mis amigos, por su comprensión y ánimo constante, incluso en momentos difíciles. Sus risas y palabras de aliento fueron un refugio en los momentos de incertidumbre.

Finalmente, dedico este trabajo a quienes despiertan en mí el amor por la ciencia y la investigación. Espero que este esfuerzo contribuya, aunque sea modestamente, a un futuro más prometedor y sostenible para todos.

Agradecimientos

Quiero expresar mi más profundo agradecimiento a los ingenieros Carlos Real y Carlos Mendoza, quienes depositaron su confianza en mí al brindarme la oportunidad de realizar mi tesis en el Centro de Acuicultura La Arena de FONDEPES. Su apoyo y confianza fueron el punto de partida para este proyecto.

A mi asesor, el Ingeniero Manuel Figueroa, cuyo apoyo y orientación han sido fundamentales para el desarrollo de este trabajo.

Asimismo, extendiendo mi gratitud al Ingeniero Oswaldo Mayta y a la Ingeniera Elizabeth Urrutia, cuyo apoyo y consejos fueron invaluable durante este proceso. Su experiencia y disposición para colaborar enriquecieron significativamente este trabajo.

No podría dejar de mencionar al equipo técnico, encabezado por Rafael Armas, Juan Osorio, y Miguel Vargas, quienes, con su experiencia y compromiso, fueron pieza clave para el desarrollo práctico de este proyecto. Su dedicación y profesionalismo me inspiraron a dar lo mejor de mí en cada etapa de la investigación.

Quiero también expresar mi agradecimiento a Flavianna, por su apoyo durante esta etapa. Su presencia siempre serena y oportuna, brindó un respaldo invaluable en momentos de esfuerzo y dedicación.

Un agradecimiento especial a mi amigo, Marlon Vásquez, por su amistad, apoyo constante y motivación durante este proceso. Su presencia fue fundamental en momentos clave, demostrando siempre su calidad humana.

Finalmente, agradezco a todas las personas que, de una forma u otra, contribuyeron al logro de este trabajo, haciéndolo no solo un proyecto académico, sino también una experiencia de crecimiento personal y profesional que llevare conmigo siempre.

ÍNDICE

Resumen	viii
Abstract	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Descripción y formulación del problema.....	1
1.1.1 <i>Problema general</i>	2
1.1.2 <i>Problemas específicos</i>	2
1.2 Antecedentes.....	2
1.3 Objetivos	4
1.3.1 <i>Objetivo general</i>	4
1.3.2 <i>Objetivos específicos</i>	4
1.4 Justificación de la investigación	4
1.5 Hipótesis.....	5
1.5.1 Hipótesis general.....	5
II. MARCO TEORICO.....	5
2.1 Bases teóricas sobre el tema de investigación.....	5
2.1.1 <i>Características generales</i>	5
2.1.2 <i>Características biológicas</i>	6
2.1.3 <i>Alimentación</i>	9
2.1.4 Tasas de crecimiento.....	9
2.1.5 El Niño costero.....	10
2.2 Marco Conceptual.....	12
2.2.1 <i>La prueba de Kolmogorov-Smirnov</i>	12
2.2.2 <i>La prueba de Kruskal-Wallis</i>	12

2.2.3	<i>Infraestructura del cultivo</i>	12
2.2.4	<i>Etapas de cultivo</i>	13
2.2.4.1	<i>Cultivo intermedio</i>	13
III.	METODO	15
3.1	Tipo de investigación	15
3.2	Ámbito temporal y espacial	15
3.3	Variables	15
3.4	Población y muestra	15
3.5	Instrumentos	16
3.5.1	<i>Materiales</i>	16
3.5.2	<i>Equipos</i>	16
3.6	Procedimientos	16
3.7	Análisis de datos	17
IV.	RESULTADOS	18
4.1	Análisis de la temperatura del agua de mar	18
4.2	Análisis de mediciones de altura y grosor de la concha de abanico	21
4.2.1	<i>Análisis descriptivo de mediciones de altura y grosor de la concha de abanico</i>	21
4.2.2	<i>Análisis inferencial de mediciones de altura y grosor de la concha de abanico</i>	30
4.2.2.1	<i>Análisis inferencial para la altura de las conchas de abanico</i>	31
4.2.2.2	<i>Análisis inferencial del grosor de las conchas de abanico</i>	33
4.3.	Análisis de la mortalidad	35

4.3.1 Análisis de mortalidad en los pisos 1, 5 y 10 de cada profundidad	35
4.3.2 <i>Análisis de mortalidad entre pisos de cada profundidad</i>	37
V. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	40
VI. CONCLUSIONES	42
VII. RECOMENDACIONES	43
VIII. REFERENCIAS	44
IX. ANEXOS	48

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Taxonomía de la Concha de Abanico	6
Tabla 2. Promedios de altura (A) de conchas de abanico a 4 m de profundidad	22
Tabla 3. Promedios del espesor (E) de conchas de abanico a 4 m de profundidad	23
Tabla 4. Promedios de altura (A) de conchas de abanico a 8 m de profundidad	25
Tabla 5. Promedios del espesor (E) de conchas de abanico a 8 m de profundidad	26
Tabla 6. Promedios de altura (A) de conchas de abanico a 12 m de profundidad	28
Tabla 7. Promedios del espesor (E) de conchas de abanico a 12 m de profundidad	29
Tabla 8. Incrementos de altura de conchas de abanico luego de 61 días de cultivo (Mediana en %) %)	31
Tabla 9. Incrementos del grosor de conchas de abanico luego de 61 días de cultivo (Mediana en %) en %)	31
Tabla 10. Resultados de la comparación entre pares para la mediana de la altura	32
Tabla 11. Resultados de la comparación entre pares para las medianas del grosor	34

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Línea de cultivo de la Conchas de abanico	6
Figura 2. Anatomía externa de <i>Argopecten purpuratus</i>	8
Figura 3. Anatomía interna de <i>A. purpuratus</i>	8
Figura 4. Comportamiento de la temperatura de agua de mar medidos en diferentes horarios	18
Figura 5. Comportamiento de la temperatura de agua de mar medido a las 08:00 horas	19
Figura 6. Comportamiento de la temperatura de agua de mar medido a las 12:00 horas	19
Figura 7. Comportamiento de la temperatura de agua de mar medido a las 16:00 horas	21
Figura 8. Valores promedios de salinidad del agua de mar a diferentes profundidades al termino de 65 días de haber iniciado la investigación	22
Figura 9. Valores promedios de pH del agua de mar a diferentes profundidades al termino de 65 días de haber iniciado la investigación	22
Figura 10. Valores promedios de salinidad del agua de mar a diferentes profundidades al termino de 65 días de haber iniciado la investigación	23
Figura 11. Valores promedios de conductividad del agua de mar a diferentes profundidades al termino de 65 días de haber iniciado la investigación	23
Figura 12. Comportamiento del crecimiento de la altura de las conchas de abanico a 4 m de profundidad	25
Figura 13. Comportamiento del crecimiento del grosor de las conchas de abanico a 4 m de profundidad	27
Figura 14. Comportamiento del crecimiento de la altura de las conchas de abanico a 8 m de profundidad	28

Figura 15. Comportamiento del crecimiento del grosor de las conchas de abanico a 8 m de profundidad	30
Figura 16. Comportamiento del crecimiento de la altura de las conchas de abanico a 12 m de profundidad	31
Figura 17. Comportamiento del crecimiento del grosor de las conchas de abanico a 12 m de profundidad	33
Figura 18. Mortalidad de las conchas de abanico en los pisos 1, 5 y 10 a 4 m de profundidad	38
Figura 19. Mortalidad de las conchas de abanico en los pisos 1, 5 y 10 a 8 m de profundidad	39
Figura 20. Mortalidad de las conchas de abanico en los pisos 1, 5 y 10 a 12 m de profundidad	40
Figura 21. Mortalidad de conchas de abanico en el piso 1 de las linternas a 4, 8 y 12 m de profundidad	40
Figura 22. Mortalidad de conchas de abanico en el piso 5 de las linternas a 4, 8 y 12 m de profundidad	41
Figura 23. Mortalidad de conchas de abanico en el piso 10 de las linternas a 4, 8 y 12 m de profundidad	42

RESUMEN

La presente tesis tuvo como objetivo evaluar el crecimiento de la concha de abanico en diferentes niveles de profundidad, considerando los efectos de la temperatura asociados al fenómeno de El Niño costero. La investigación se llevó a cabo con un enfoque cuantitativo, no experimental, correlacional, causal y sincrónica. Durante el estudio, el cultivo de concha de abanico se desarrolló en tres tratamientos con profundidades de 4m, 8m y 12m, respectivamente, instalados en un sistema Long Line. En cada caso se analizaron los datos de la biometría de la concha de abanico como su altura valvar y espesor, cada 10 días por un periodo total de 10 semanas. Los resultados mostraron que el tratamiento T1 (4m) tuvo el mayor crecimiento, con incrementos de 23 mm (76.5%) en altura y 9 mm (82.9%) en espesor tras 65 días. En contraste, el T2 (8m) registró aumentos de 5.89 mm (20.43%) en altura y 1.07 mm (22.36%) en espesor, mientras que el T3 (12m) presentó los menores crecimientos: 3.81 mm (13.15%) en altura y 1.64 mm (14.9%) en espesor. Estos resultados concluyen que, conforme aumenta la profundidad, la supervivencia disminuye, lo que se atribuye a las variaciones en la temperatura superficial del mar, niveles bajos de oxígeno disuelto y escasa disponibilidad de fitoplancton debido a la baja productividad orgánica y a un desarrollo de condiciones cálidas moderadas durante los meses de estudio como efectos de la presencia del niño costero en el área de estudio.

Palabras clave: *Argopecten purpuratus*, crecimiento, El Niño costero, cultivo suspendido.

ABSTRACT

The objective of this thesis was to evaluate the growth of the Peruvian scallop (*Argopecten purpuratus*) at different depth levels, considering the temperature effects associated with the coastal El Niño phenomenon. The research was carried out using a quantitative, non-experimental, correlational, causal, and synchronous approach. During the study, the scallop cultivation was conducted under three treatments at depths of 4m, 8m, and 12m, respectively, using a longline system. In each case, biometric data of the scallops, such as shell height and thickness, were analyzed every 10 days over a total period of 10 weeks. The results showed that Treatment T1 (4m) exhibited the greatest growth, with increases of 23 mm (76.5%) in height and 9 mm (82.9%) in thickness after 65 days. In contrast, T2 (8m) recorded increases of 5.89 mm (20.43%) in height and 1.07 mm (22.36%) in thickness, while T3 (12m) showed the lowest growth: 3.81 mm (13.15%) in height and 1.64 mm (14.9%) in thickness. These results indicate that as depth increases, survival decreases. This is attributed to variations in sea surface temperature, low levels of dissolved oxygen, and limited availability of phytoplankton, due to low organic productivity and the development of moderately warm conditions during the study months, as effects of the coastal El Niño presence in the study area.

Keywords: *Argopecten purpuratus*, growth, coastal El Niño, suspended culture.

I. INTRODUCCIÓN

1.1 Descripción y formulación del problema

La concha de abanico *A. purpuratus* (Lamarck, 1819) es uno de los moluscos más relevantes en la costa del Pacífico, destacando no solo por su elevada productividad, sino también por su valor como producto de exportación. Según Peña (2001), esta especie se distribuye ampliamente en el Pacífico tropical, desde Corinto, Nicaragua, hasta la IV región del norte de Chile, con una mayor densidad poblacional entre Paita (5°S) en Perú y Valparaíso (33°S) en Chile (p. 25).

Además, las poblaciones de concha de abanico experimentan fluctuaciones significativas, las cuales están estrechamente relacionadas con el fenómeno de El Niño. Durante estos eventos, las condiciones ambientales favorecen el hábitat de la especie, lo que resulta en un aumento exponencial de la reproducción, la dispersión de larvas y la recolonización de bancos previamente extintos. No obstante, la mayoría de estas poblaciones no logran mantenerse a largo plazo (Wolff y Mendo, 2000).

Cabe destacar que los efectos positivos sobre las poblaciones de *A. purpuratus* solo se observan durante eventos de El Niño de gran intensidad, como los ocurridos en 1982-1983 y 1997-1998, que se extendieron por varios meses. Por el contrario, los eventos de menor intensidad no generan impactos significativos en las poblaciones de esta especie (Mendo y Wolff, 2003; Wolff y Mendo, 2000).

Respecto a la producción acuícola, el Fondo Nacional de Desarrollo Pesquero (FONDEPES, 2022) indica que la cosecha de concha de abanico alcanzó su máximo nivel en 2013, con 67 694 toneladas. Sin embargo, durante el Niño Costero de 2017, la producción disminuyó drásticamente a 11 927 toneladas. A partir de ese año, se ha observado una recuperación gradual, registrándose 54 204 toneladas en 2021 (p. 8).

En la actualidad, no se registra la evaluación de un cultivo suspendido de *A. purpuratus* con una estrecha relación con el Niño Costero. Esto se debe a numerosas empresas interrumpen sus operaciones ante eventos climatológicos extremos, los cuales provocan un aumento de la temperatura del mar por encima de sus valores ordinarios.

Cabe destacar que las poblaciones de *A. purpuratus* han mostrado un crecimiento favorable durante eventos de El Niño intensos, como los ocurridos entre 1982-1983 y 1997-1998, debido al aumento de la temperatura superficial del mar. No obstante, no se han realizado estudios que evalúen el cultivo suspendido de esta especie en relación directa con el Niño Costero. Por ello, este trabajo busca analizar cómo el crecimiento de la concha de abanico se ve influenciado por la temperatura a diferentes niveles de profundidad. Es importante mencionar que esta especie se distribuye entre los 3 y 30 metros de profundidad en la costa peruana, lo que resalta la relevancia de estudiar su comportamiento en distintos estratos de profundidad.

1.1.1 Problema general

¿Cómo influye la profundidad en el crecimiento de la concha de abanico (*Argopecten purpuratus*) frente a las variaciones de temperatura asociadas al fenómeno de El Niño costero?

1.1.2 Problemas específicos

¿Cómo afectan la variación de las temperaturas en diferentes niveles de profundidad la supervivencia de la concha de abanico durante el fenómeno de El Niño costero?

¿Cómo afectan las variaciones de temperatura asociadas al fenómeno de El Niño costero al crecimiento de la altura valvar en cada tratamiento experimental?

1.2 Antecedentes

La concha de abanico (*Argopecten purpuratus*) es una de las especies más cultivadas en la maricultura peruana, destacando las zonas productivas de Sechura, Ancash y Pisco. Sin embargo, su producción no ha mostrado un crecimiento sostenido en las últimas dos décadas, presentando fluctuaciones significativas. Según Sánchez (2021), esto se debe a la falta de medidas adecuadas en el manejo y gestión, así como a la necesidad de implementar enfoques que promuevan estrategias para un desarrollo sostenible. Además, se identifican riesgos como la alteración de las corrientes marinas, la producción primaria, los patrones climáticos extremos, la modificación genética en los bancos naturales y los cambios en los ecosistemas acuícolas.

Por otro lado, Romero (2019) llevó a cabo una investigación sobre el cultivo suspendido de *A. purpuratus* con el objetivo de evaluar las diferencias en el crecimiento de la altura valvar a distintas profundidades. Utilizando un diseño experimental-correlacional, los resultados mostraron que el crecimiento fue mayor en el nivel superior (6.52 cm), seguido del nivel medio (5.87 cm) y el nivel de fondo (5.51 cm). El crecimiento mensual promedio fue de 0.53 cm, con una mortalidad del 5%. La temperatura promedio registrada fue de 20.48 °C en el nivel superior y 19.48 °C en el fondo. El mayor crecimiento se observó en enero para el nivel superior, mientras que en los demás niveles disminuyó progresivamente, alcanzando los valores más bajos en abril. Se concluyó que existen diferencias significativas en el crecimiento según la profundidad, asociadas principalmente a la temperatura superficial del agua y la concentración de oxígeno disuelto.

En un estudio similar, Jacobo (2018) comparó el crecimiento de la altura valvar de *A. purpuratus* en la bahía de Sechura y la isla San Lorenzo. La población estudiada provenía del banco natural La Pampa (San Lorenzo) y de isla Lobos de Afuera, cultivándose en fondos de 13 y 10 metros de profundidad, respectivamente. Los resultados indicaron que la tasa de

crecimiento fue menos variable en la bahía de Sechura, mientras que en la isla San Lorenzo fue más lenta y fluctuante durante el período de estudio. Estos hallazgos sugieren que la temperatura superficial del mar y los eventos de hipoxia influyen significativamente en el crecimiento valvar, destacando la necesidad de profundizar en el estudio de los factores que afectan este proceso.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Determinar cómo influye la profundidad en el crecimiento de la concha de abanico (*Argopecten purpuratus*) frente a las variaciones de temperatura asociadas al fenómeno de El Niño costero.

1.3.2 Objetivos específicos

- Determinar la supervivencia de la concha de abanico en los tratamientos expuestos a los efectos de la temperatura asociado al niño costero.
- Calcular y comparar el crecimiento de la altura valvar de cada tratamiento ante los efectos de la temperatura asociado al niño costero.

1.4 Justificación de la investigación

La concha de abanico (*Argopecten purpuratus*), conocida internacionalmente como "scallop", es una especie marina de gran importancia económica para la acuicultura peruana debido a su rápido ciclo de crecimiento, alta tasa de reproducción y valor comercial en mercados nacionales e internacionales. Su cultivo se ha desarrollado principalmente en la bahía de Sechura, región que en 2013 aportó el 80% de la producción nacional, consolidando a Perú como uno de los principales exportadores de este recurso (Mendo et al., 2016). Esta industria no solo genera empleo directo e indirecto para miles de personas, sino que también representa

aproximadamente el 50% de la producción total de conchas de abanico en América Latina (Kluger et al., 2018), destacando su relevancia socioeconómica.

Sin embargo, el sector enfrenta múltiples desafíos que amenazan su sostenibilidad. Entre los más críticos se encuentran la variabilidad climática asociada a fenómenos como El Niño Costero, que provoca fluctuaciones abruptas en la temperatura del mar y la salinidad. A esto se suma la escasez periódica de semillas (larvas y juveniles), prácticas de cultivo inadecuadas, falta de capacitación técnica y la incidencia de enfermedades. Estos factores han generado crisis recurrentes, como los eventos de mortalidad masiva registrados durante El Niño 2017, que causaron pérdidas millonarias. Además, la competitividad del sector se ha visto afectada por la caída de precios en el mercado internacional y la falta de innovación en procesos y productos derivados, limitando su potencial (Cornejo, 2021).

Por lo tanto, es crucial investigar cómo las condiciones oceanográficas, especialmente los cambios de temperatura relacionados con el Niño Costero, afectan el crecimiento de *A. purpuratus*. Este conocimiento permitiría optimizar la productividad, mejorar la competitividad y garantizar la sostenibilidad del cultivo de concha de abanico.

1.5 Hipótesis

1.5.1 Hipótesis general

La profundidad influye significativamente en el crecimiento de la concha de abanico (*Argopecten purpuratus*), mitigando o intensificando los efectos negativos de las variaciones de temperatura asociadas al fenómeno de El Niño costero.

II. MARCO TEORICO

2.1 Bases Teóricas sobre el tema de investigación

2.1.1 Características generales

La concha de abanico habita en zonas protegidas del submareal, a profundidades que van desde los 3 hasta los 30 metros. En estas áreas, las temperaturas suelen fluctuar entre 14 y 20 °C, mientras que los niveles de oxígeno varían entre 0,2 y 8,0 ml/L (Bermúdez et al., 2004). Esta especie se adapta a diversos tipos de fondos marinos, como sustratos arenosos, conchuelas con presencia de algas, fangosos o incluso pedregosos (Alcázar y Mendo, 2008). Para su desarrollo óptimo, requiere una salinidad promedio que oscila entre 34.4 y 34.9 partes por mil, y prefiere zonas con corrientes de agua de baja velocidad.

Figura 1

Línea de cultivo de la Conchas de abanico



Nota. En la imagen se muestran las diferentes etapas de crecimiento de la concha de abanico.

Fuente: elaboración propia.

Tabla 1*Taxonomía de la concha de abanico*

	Taxonomía
Phylum	: Molusca
Clase	: Bivalva
Orden	: Pectinoida
Familia	: Pectinidae
Sub-familia	: Pedinae
Genero	: Argopecten
Especie	: <i>Argopecten purpuratus</i>

Nota. Fuente: World Register of Marine Species, 2023.

2.1.2 Características biológicas

La concha de abanico es una especie hermafrodita, lo que significa que posee una gónada que contiene tanto partes femeninas (ovocitos) como masculinas (espermatozoides). La parte femenina se distingue por su color naranja, mientras que la masculina es de color blanco. Esta gónada, llamada coral, permite a la especie producir gametos de ambos sexos de manera alternada, siguiendo un ciclo reproductivo continuo que se adapta a las condiciones ambientales.

En cuanto a su morfología, la concha de abanico tiene dos valvas de forma orbicular, siendo una más convexa que la otra. Estas valvas presentan expansiones laterales conocidas como "orejas" y están marcadas por entre 23 y 25 estrías, además de anillos de crecimiento representados por líneas concéntricas. En su interior, se encuentra el músculo aductor, denominado "callo" o "talo", que permite la apertura y cierre de las valvas. La especie también posee un par de branquias de color marrón claro, que cumplen funciones tanto respiratorias como alimenticias. A través del mucus, capturan partículas de fitoplancton, zooplancton y detritos, que son transportadas hacia la boca para su selección. Las partículas no utilizadas son

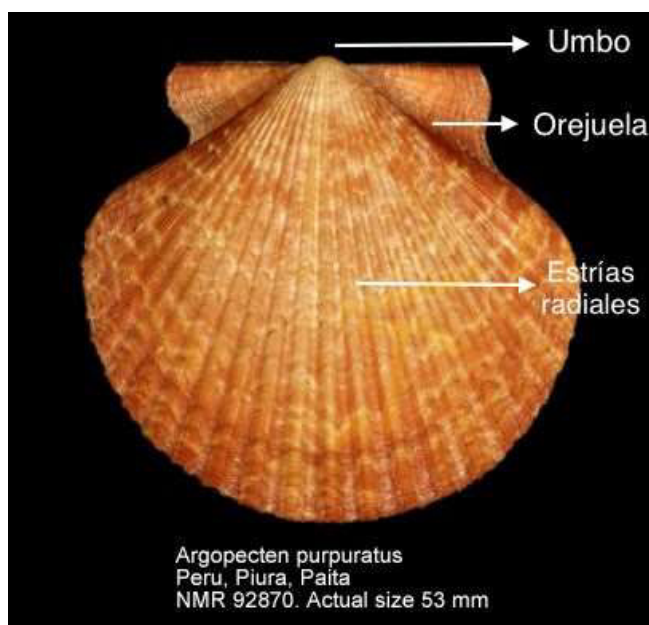
expulsadas en forma de pseudoheces, un mecanismo que ayuda a mantener un equilibrio nutricional.

La reproducción de la concha de abanico ocurre durante todo el año, pero se intensifica con desoves masivos en primavera y, especialmente, en verano. Este último período destaca por su mayor amplitud e intensidad, coincidiendo con condiciones ambientales favorables. Se ha observado que la temperatura influye directamente en el desove, acelerando la maduración y liberación de gametos. Durante eventos de El Niño, las altas temperaturas aumentan la frecuencia de desove, lo que acelera la madurez de las gónadas (Wolf, 1985). Este fenómeno demuestra la estrecha relación entre las condiciones oceanográficas y el ciclo reproductivo de la especie.

Durante la etapa juvenil, la concha de abanico desarrolla un pie con filamentos bisales, que funcionan como hilos pegajosos y le permiten adherirse al sustrato. Esta adaptación es crucial para su supervivencia en las primeras etapas de vida, ya que les proporciona estabilidad en un entorno dinámico. En la etapa adulta, la especie adquiere la capacidad de nadar, impulsándose mediante la apertura y cierre rápido de sus valvas. Este mecanismo no solo les permite desplazarse, sino también dispersarse y agruparse en respuesta a factores como la calidad del sustrato y la presencia de depredadores. El desarrollo sexual de *A. purpuratus*, es decir, la maduración de sus gónadas, está sujeto a la influencia de varios factores externos. Entre estos, destacan la luminosidad, la salinidad y, sobre todo, la temperatura y la disponibilidad de alimento. La fecundación en esta especie es generalmente externa y cruzada, lo que implica que los gametos son liberados al agua, donde ocurre la fertilización. Sin embargo, en ocasiones puede ocurrir la autofecundación, un mecanismo que asegura la reproducción incluso en condiciones desfavorables. Los gametos masculinos y femeninos maduran al mismo tiempo, y la liberación comienza con los espermatozoides, seguida de la liberación de los ovocitos a través del mismo conducto (Toro et al., 2010).

Figura 2

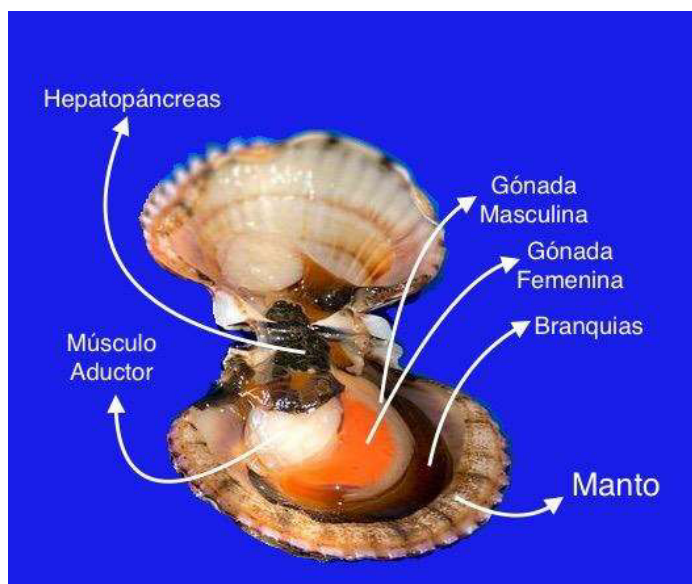
Anatomía externa de Argopecten purpuratus



Nota. Adaptado de *Argopecten purpuratus* (Lamarck, 1819), por Trausel y Slieker, 2001, Taxones de WoRMS.

Figura 3

Anatomía interna de A. purpuratus



Nota. La figura dos corresponde a un espécimen de concha de abanico en una etapa de cultivo intermedio.

2.1.3 Alimentación

La concha de abanico se alimenta principalmente de microalgas en todas las etapas de su desarrollo, las cuales obtiene al filtrar el agua de mar (Guerra, 2016). Este mecanismo de alimentación se lleva a cabo mediante los cilios ubicados en sus branquias, los cuales, al moverse, crean una corriente que transporta las partículas alimenticias a través del canal de inhalación hacia los palpos labiales, donde se realiza una selección de los nutrientes. Según Kanagusuku (2009), su dieta está compuesta en gran medida por diatomeas (microalgas pardas), siendo las especies más comunes en sus primeras fases de vida *Isochrysis sp.*, *Chaetoceros sp.*, *Diacronema lutheri* y *Nannochloropsis sp.* Las partículas de mayor tamaño son retenidas y posteriormente expulsadas como pseudoheces, mientras que las partículas menores a 10 micras son dirigidas hacia la boca para su ingestión. Durante este proceso, las partículas atraviesan el estilete cristalino, una estructura que las fragmenta en porciones más pequeñas con la ayuda de enzimas digestivas. Estos fragmentos son finalmente absorbidos en el intestino, donde se extraen los nutrientes necesarios para el crecimiento y desarrollo de la especie. La capacidad de los bivalvos, como la concha de abanico, para eliminar partículas suspendidas en el agua se conoce como "tasas de aclaramiento". Este término hace referencia al volumen de agua que un organismo puede filtrar y limpiar en un período de tiempo determinado, expresado en litros por hora (L/h) (Navarro, 2002).

2.1.4 Tasas de crecimiento

El crecimiento de *Argopecten purpuratus* ha sido ampliamente estudiado en Perú, con investigaciones que abarcan su hábitat natural, áreas de cultivo y experimentos controlados. Aunque se han realizado numerosos esfuerzos para estimar los parámetros de crecimiento de las poblaciones naturales, la diversidad en las metodologías utilizadas y los criterios de selección de ubicaciones y períodos de estudio han complicado la comparación de los resultados. Un estudio realizado por Tarazona et al. (2007), centrado en el crecimiento y la

producción somática de la concha de abanico, mostró una tasa de crecimiento significativamente alta durante el evento de El Niño, lo que coincide con hallazgos similares reportados por Yamashiro y Mendo (1988).

Investigaciones anteriores, como las de Wolff (1985, 1987), también documentaron un crecimiento acelerado y un aumento en la reproducción de *A. purpuratus* durante el evento de El Niño de 1982-83. Este fenómeno se atribuye a que la especie es un remanente de la fauna subtropical del Mioceno, por lo que las temperaturas elevadas durante El Niño favorecieron su desarrollo y capacidad reproductiva. Por otro lado, Aguirre et al. (2015) reportaron que, en cultivos ubicados en la Bahía de Paracas (13°S), la tasa de crecimiento varió entre 0.25 y 0.39 mm por día. Asimismo, estudios realizados por Arguelles et al. (2017) en el IMARPE, en la isla San Lorenzo, registraron tasas de crecimiento de 5.5 mm por mes en agosto de 2015, 5.1 mm por mes en octubre del mismo año, y 2.90 mm por mes en diciembre. En enero de 2016, la tasa de crecimiento alcanzó los 5.8 mm por mes.

2.1.5 El Niño costero

El evento climático extremo conocido como El Niño Costero 2017 (ENC 2017) fue uno de los fenómenos más significativos en la historia climática reciente del Perú. Su desarrollo rápido e inusual, en un contexto de condiciones neutrales y ligeramente frías en el Pacífico Ecuatorial central y occidental, desafió las predicciones convencionales, sorprendiendo a la comunidad científica tanto local como internacional. A diferencia de eventos de El Niño previos, el ENC 2017 se caracterizó por cambios en la circulación atmosférica regional, los cuales jugaron un papel determinante en su formación y evolución (Garreaud, 2018).

Según Quispe et al. (2021), el ENC 2017 se desarrolló en tres fases principales frente a la costa norte del Perú. En la primera fase, se observó una disminución inusual de los vientos del sudeste a principios del verano, seguida por un aumento en la estratificación térmica de la capa superficial del océano hacia finales de enero. Posteriormente, en febrero, se registró la advección de Aguas Tropicales Superficiales desde el norte frente a Paita y Aguas Ecuatoriales Superficiales frente a Chicama. En marzo, las temperaturas superficiales alcanzaron su punto máximo, con un incremento de hasta +5 °C, extendiéndose hacia la costa central y generando un calentamiento significativo en toda la columna de agua.

Estudios previos han documentado los efectos de El Niño en los ecosistemas bentónicos intermareales y submareales, destacando el aumento de la temperatura y las alteraciones en los niveles de oxígeno en el fondo marino (Tarazona et al., 1985, 1988; Arntz et al., 2006). Durante estos eventos, la oxigenación de áreas submareales y sublitorales, que normalmente presentan condiciones hipóxicas (bajas concentraciones de oxígeno), favorece la colonización por parte de la macrofauna bentónica. Esto resulta en un incremento tanto en la biomasa como en la diversidad de especies (Gutiérrez et al., 2008).

Por otro lado, el aumento de la temperatura ha sido identificado como un factor clave en la mortalidad de ciertos invertebrados. Como señala Cueto et al. (2021), se registraron episodios de mortalidad en áreas de cultivo de concha de abanico en las bahías de Sechura y Paracas, donde la hipoxia (bajos niveles de oxígeno) jugó un papel significativo. Sin embargo, el incremento de la temperatura también puede tener efectos positivos, como el aumento de la fecundidad y el reclutamiento, como se observó en los bancos naturales de *A. purpuratus* en la bahía Independencia durante el evento extraordinario de El Niño 1982-83 (Wolff, 1987).

2.2 Marco Conceptual

2.2.1 La prueba de Kolmogorov-Smirnov

La prueba de bondad de ajuste no paramétrica es una herramienta estadística utilizada para evaluar si una variable sigue una distribución teórica específica. Su propósito principal es contrastar la hipótesis nula, la cual plantea que los datos observados provienen de una población con la distribución teórica propuesta. Esta prueba se basa en una extensión del Teorema de Glivenko-Cantelli, el cual establece que, para muestras de gran tamaño, la función de distribución empírica $F_n(x)$ converge en probabilidad a la función de distribución poblacional $F(x)$ (Sánchez-Cortiñas et al., 2007, p. 263)

$$D_n = \text{Máx}_{-\infty < x < \infty} |F_n(x) - F(x)|$$

Ecuación 1. Modelo de Kolmogorov y Smirnov.

2.2.2 La prueba de Kruskal-Wallis

La prueba de Kruskal-Wallis (también conocida como prueba H) es una extensión de la prueba U de Mann-Whitney y representa una alternativa eficaz al ANOVA de un factor completamente aleatorizado. Esta prueba permite identificar diferencias en la distribución de una variable sin requerir el supuesto de normalidad en los datos. En este estudio, se empleó para comparar el efecto de tres tratamientos sobre el crecimiento de la concha de abanico, facilitando la detección de diferencias significativas en las medianas de los tratamientos y ofreciendo un análisis robusto en diversas condiciones (Gómez-Danglot et al., 2003).

2.2.3 Infraestructura del cultivo

El cultivo de moluscos ha experimentado una evolución significativa a lo largo del tiempo, incorporando diversos métodos y técnicas que han optimizado su desarrollo. En el caso específico de la "concha de abanico" (*Argopecten purpuratus*), uno de los sistemas más utilizados es el cultivo suspendido, el cual emplea una estructura denominada "long line". Este sistema permite la instalación

de múltiples unidades de cultivo, como colectores, Pearl net y linternas, adaptadas para las fases de precultivo, intermedia y final.

El "long line" consiste en una estructura flotante de forma trapezoidal, compuesta por un cable principal de polipropileno de 100 metros, conocido como "línea madre". Esta línea sirve como eje central para conectar todas las unidades de cultivo, las cuales se fijan mediante amarres o "orejas" espaciadas aproximadamente a un metro de distancia entre sí. Para mantener la línea madre en suspensión, se utiliza un sistema de flotación, mientras que sus extremos se anclan al lecho marino, garantizando estabilidad frente a condiciones adversas como corrientes y oleajes. En una línea de cultivo estándar, se instalan alrededor de 100 amarres u "orejas", de las cuales cuelgan las unidades de cultivo. Esto implica que, en un solo "long line", que puede variar en longitud según el caso, es posible manejar aproximadamente 100 unidades de cultivo (FONDEPES, 2022, p. 49).

2.2.4 Etapa de cultivo

2.2.4.1 Cultivo intermedio. Esta fase comienza después del desdoble de la etapa inicial de cultivo. En este proceso, se realiza el tamizado, que puede efectuarse de manera manual o mecánica, abriendo los sistemas de cultivo y trasladando los ejemplares a cajas plásticas equipadas con tamices. Este procedimiento permite clasificar las conchas de abanico según su longitud valvar, logrando un grupo de tallas uniformes y una densidad adecuada para la siembra posterior.

La siembra se lleva a cabo utilizando una jarra volumétrica para medir la cantidad de ejemplares que se colocarán en cada piso de las linternas, siguiendo la densidad preestablecida. Una vez completada la siembra, las linternas se estiban (apilan) hasta alcanzar la cantidad necesaria para su transporte en embarcación hacia la ubicación designada en la línea de cultivo.

Antes de realizar esta operación, es crucial verificar que la línea *Long Line* esté en óptimas condiciones. Esto incluye asegurarse de que las boyas indicadoras estén flotando, lo que confirma que no ha habido hundimientos, y que los cables de fondeo no estén desajustados debido a las corrientes o mareas (FONDEPES, 2022, p. 62).

Durante esta fase, los ejemplares se trasladan de las linternas de cultivo inicial a otras linternas, donde permanecerán aproximadamente 6 meses, con el objetivo de alcanzar una longitud valvar de 55 mm. Para esta etapa, se utilizan sistemas como las linternas L15 y L21, cuyas mallas tienen aberturas de 15 mm y 21 mm, respectivamente.

A. Desdoble de los sistemas. El proceso de desdoble de un lote identificado comienza con el izado de la línea de cultivo. Para ello, una embarcación se acerca lateralmente a la línea y utiliza un rizón de bola para asegurar la línea madre. Con la ayuda de una pluma o grúa hidráulica, se levanta la línea madre junto con los sistemas de cultivo, los cuales son trasladados a la cubierta de la embarcación. El desdoble consiste en reducir la cantidad de conchas de abanico dentro de las linternas de cultivo. Este proceso inicia con la identificación del lote y la revisión del tiempo que ha permanecido en cultivo. Además, se considera la temporada del año, ya que en ciertos periodos hay una mayor proliferación de *fouling* (organismos incrustantes), lo que puede acelerar la necesidad de realizar desdobles.

Para llevar a cabo este proceso, se emplea una embarcación especializada que iza y retira las líneas con los sistemas de cultivo, trasladándolos a una balsa o plataforma de trabajo. Una vez allí, se abren los sistemas y se vacían cuidadosamente los ejemplares en cajas de plástico, en un proceso conocido como "desactivación de los sistemas". Posteriormente, las conchas se clasifican mediante tamices con aberturas de diferentes tamaños, lo que permite separarlas por tallas y garantizar uniformidad en el proceso de siembra. Este paso es crucial para optimizar el crecimiento y supervivencia de los ejemplares, asegurando que cada linterna contenga una densidad adecuada para su desarrollo (FONDEPES, 2022, p. 60).

III. METODO

3.1 Tipo de investigación

El tipo de investigación para el presente estudio reúne las condiciones metodológicas de una investigación cuantitativa, no experimental, correlacional, causal y sincrónica.

3.2 Ámbito temporal y espacial

El presente trabajo de investigación se realizó en los meses de diciembre del 2023 a marzo del 2024 en el Centro de Acuicultura La Arena “FONDEPES” ubicado en la Región de Ancash provincia de Casma, Distrito Comandante Noel, 9.45°S/78.41°W.

3.3 Variables

3.3.1 Variable independiente

La temperatura asociada al niño costero presente en los diferentes niveles de profundidad en un cultivo suspendido de concha de abanico.

3.3.2 Variable dependiente

El crecimiento de la concha de abanico como efecto de la temperatura del niño costero en un cultivo suspendido.

El porcentaje de mortalidad debido a la temperatura en los diferentes niveles de profundidad en un cultivo suspendido.

3.4 Población y muestra

Para el presente proyecto de investigación se utilizó una población de concha de abanico en su etapa de cultivo intermedio con una talla de 45 a 55 mm con características homogéneas, procedentes de un cultivo controlado, seleccionados macroscópicamente y excluyendo a aquellos que presenten lesiones o alteraciones morfológicas.

La muestra para cada tratamiento fue tomada al azar y colocadas en una linterna de 10 pisos con una densidad de 100 conchas de abanico por piso, cada tratamiento tuvo 3 réplicas y fueron dispuestos a diferentes profundidades de 4 m, 8 m y 12 m por tratamiento.

3.5 Instrumentos

3.5.1 Materiales

- Malacómetro de acrílico con precisión de 1 mm
- Calibrador vernier.
- Sistemas suspendidos (linternas L21)
- Tablero
- Material de escritorio (Lapiceros, lápiz, corrector, etc.)
- Formularios de muestreo Biométrico
- Indumentaria dispuesta en Ley N°29783, Ley de seguridad y salud en el trabajo (botas, guantes, gorro, etc.)
- Disco Secchi

3.5.2 Equipos

- Balanza digital de precisión 0,1 g
- Multiparametro quality tester ez 9909sp
- Termómetro de alcohol

3.6 Procedimientos

El diseño del presente estudio de un cultivo de concha de abanico comprende 3 tratamientos en diferentes profundidades 4 m, 8 m y 12 m respectivamente, instalados en un sistema Long Line; en cada caso se analizaron los datos de la biometría de la concha de abanico como su altura valvar y espesor cada 10 días por un periodo de 10 semanas, los parámetros del medio acuático fueron tomados de manera continua hasta el término del experimento.

Cuando se inició el cultivo intermedio de *A. purpuratus* se seleccionan macroscópicamente los individuos a ser colocados en cada sistema (linterna L21) para luego ser instalados en el sistema Long Line y fueron evaluados en un muestreo biométrico el cual se hizo al azar simple, para la toma de temperatura se utilizó el termómetro de alcohol con ayuda de un buzo *in situ*.

3.7 Análisis de datos

El análisis de las mediciones de altura y grosor de la concha de abanico (*Argopecten purpuratus*) se llevó a cabo mediante métodos estadísticos descriptivos e inferenciales. En primer lugar, se realizó una prueba de normalidad sobre la base de datos total utilizando el software SPSS 26. Para esto, se aplicó la prueba de Kolmogorov-Smirnov, que es adecuada para muestras de 50 o más datos. Esta prueba se utilizó para contrastar los análisis, dado que al evaluar las muestras se observó que no se ajustan a una distribución normal. Por esta razón, se optó por aplicar la prueba de Kolmogorov-Smirnov, que se basa en métodos no paramétricos. La prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra es un procedimiento de "bondad de ajuste" que mide el grado de concordancia entre la distribución de un conjunto de datos y una distribución teórica específica. Su objetivo es determinar si los datos provienen de una población que se ajusta a la distribución teórica propuesta, es decir, evalúa si las observaciones podrían razonablemente derivar de dicha distribución. En la presente investigación al analizar el crecimiento de la concha de abanico a distintas profundidades, esta prueba resulta esencial para verificar si las mediciones de crecimiento siguen una distribución normal. Esto es fundamental para entender cómo las variaciones en profundidad influyen en el crecimiento de estos organismos y para asegurar que los métodos estadísticos aplicados en el análisis de los datos sean adecuados.

IV. RESULTADOS

4.1 Análisis de la temperatura del agua de mar

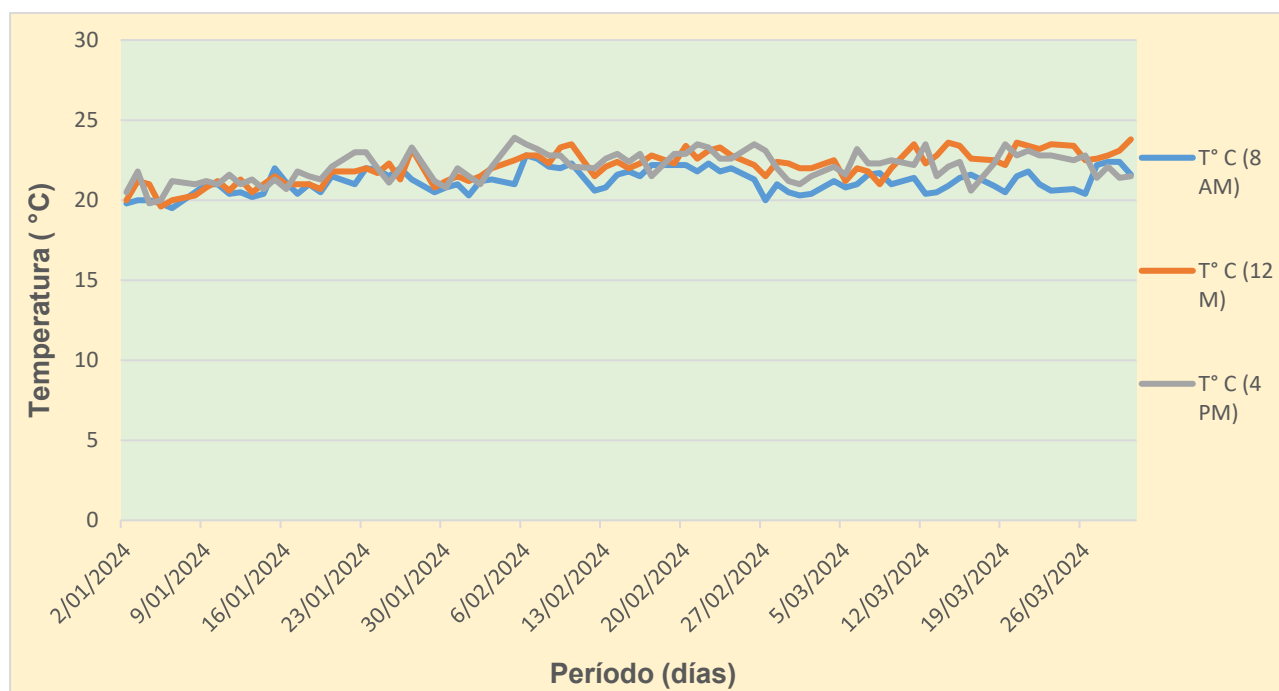
La temperatura del agua de mar se evaluó desde el 5 de enero al 10 de marzo del 2024, en cada uno de los días se realizó tres mediciones, a las 08:00 horas, a las 12 del mediodía y a las 16:00 horas utilizando un termómetro de alcohol

En el anexo 4 se presenta las mediciones de temperatura del agua de mar en los horarios indicados durante el periodo de investigación que duro tres meses.

En la figura 3 se presenta el comportamiento comparativo de la temperatura de agua de mar durante el periodo de enero a marzo en los horarios de medición.

Figura 4

Comportamiento de la temperatura de agua de mar medidos en diferentes horarios

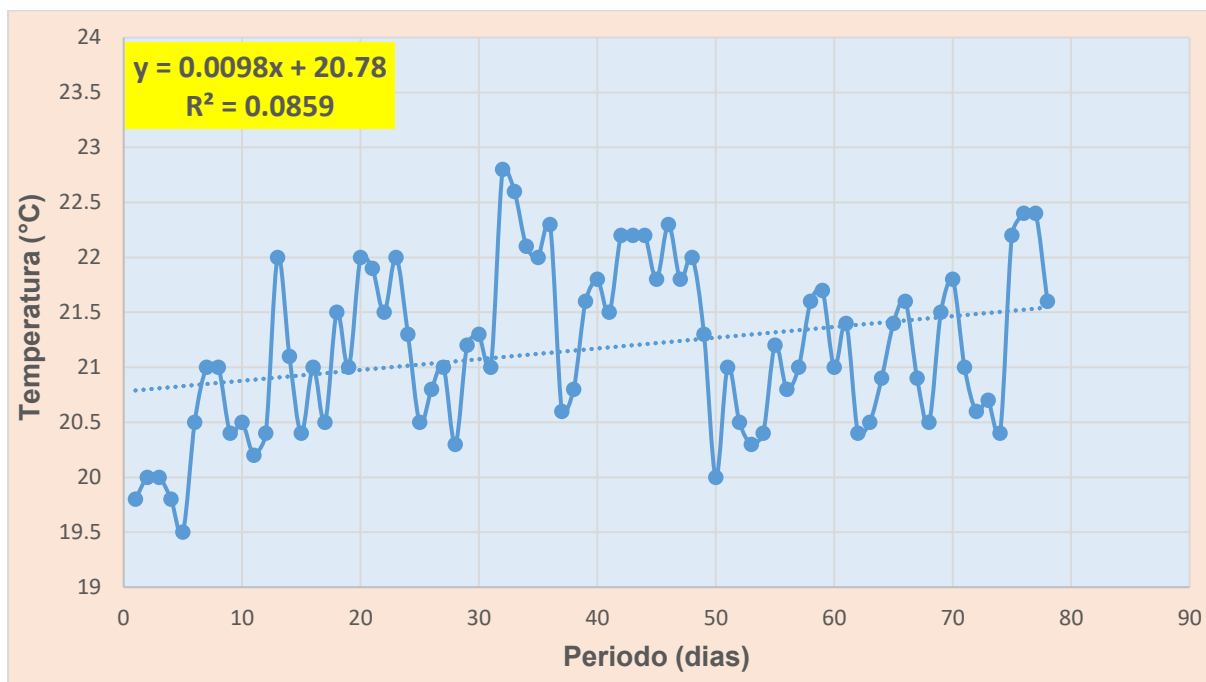


Nota. En la figura se observa ligero un ligero incremento de temperatura en el horario de las 12 del medio y las 16:00 horas respecto a las 08:00 hora. Dicho incremento se puede deber al calentamiento del agua de mar producto de la radiación solar.

En la figura 5 se presenta el comportamiento de la temperatura de agua de mar a las 08:00 horas durante el periodo enero a marzo de 2024

Figura 5

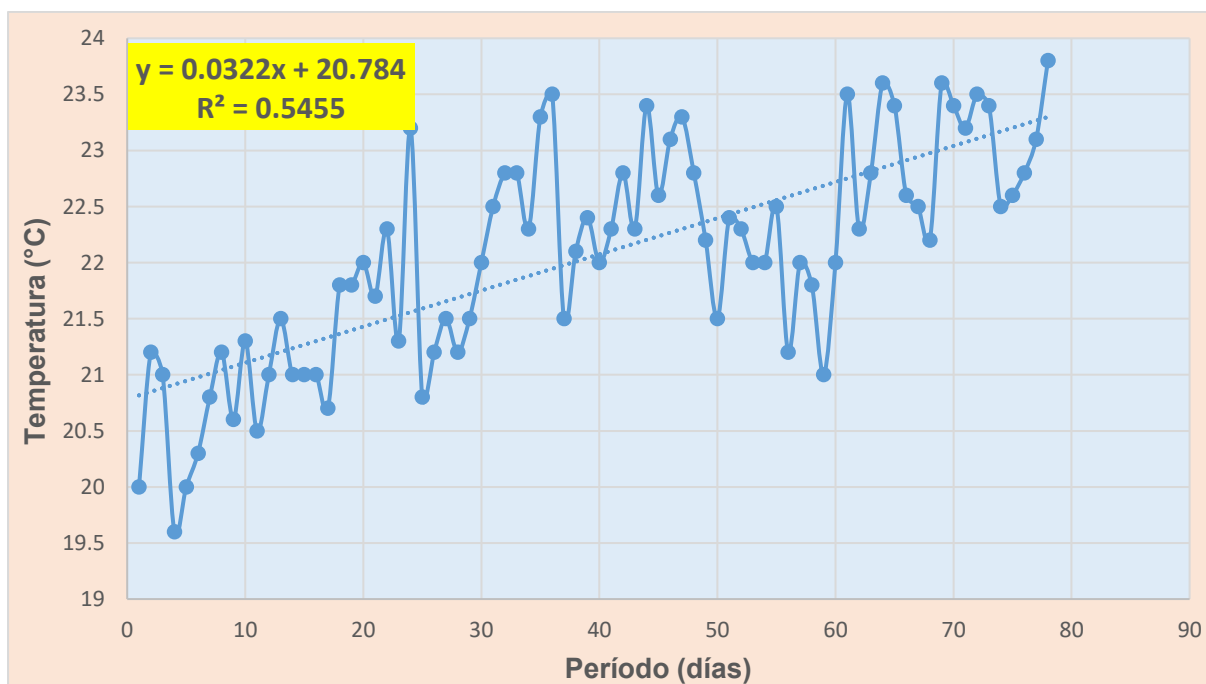
Comportamiento de la temperatura de agua de mar medido a las 08:00 horas



En la figura 6 se presenta el comportamiento de la temperatura de agua de mar a las 12:00 horas durante el periodo enero a marzo de 2024

Figura 6

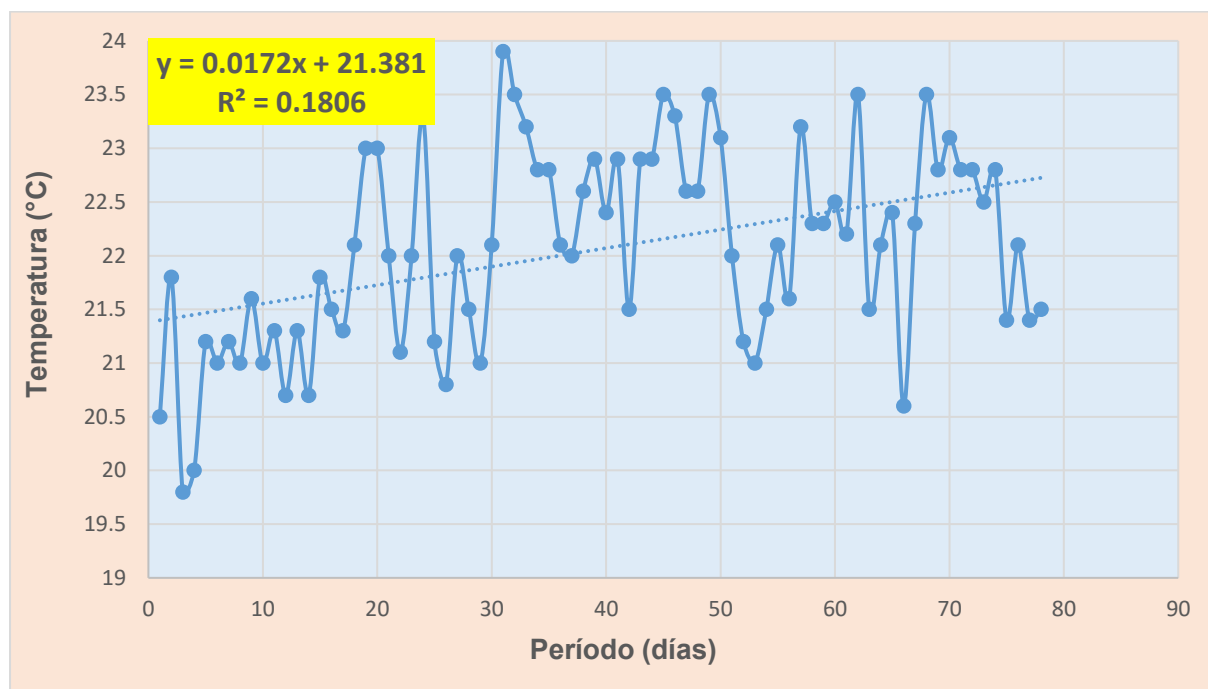
Comportamiento de la temperatura de agua de mar medido a las 12:00 horas



En la figura 7 se presenta el comportamiento de la temperatura de agua de mar a las 16:00 horas durante el periodo enero a marzo de 2024

Figura 7

Comportamiento de la temperatura de agua de mar medido a las 16:00 horas



En la figura 5 que corresponde a las mediciones realizadas a las 08:00 horas se puede deducir mediante el coeficiente de regresión que la temperatura se incrementa en 0.001 °C por cada día transcurrido durante el periodo de medición de enero a marzo de 2024.

En la figura 6 que corresponde a las mediciones realizadas a las 12:00 horas se puede deducir mediante el coeficiente de regresión que la temperatura se incrementa en 0.032 °C por cada día transcurrido durante el periodo de medición de enero a marzo de 2024.

En la figura 7 que corresponde a las mediciones realizadas a las 16:00 horas se puede deducir mediante el coeficiente de regresión que la temperatura se incrementa en 0.017 °C por cada día transcurrido durante el periodo de medición de enero a marzo de 2024.

Comparando los tres comportamientos de las temperaturas, se puede deducir que a las 08:00 horas la temperatura tiene un mínimo incremento, mientras que a las 12:00 horas (medio día) se observa un mayor incremento de temperatura y las 16:00 horas disminuye el incremento.

Figura 8

Valores promedios de salinidad del agua de mar a diferentes profundidades al termino de 65 días de haber iniciado la investigación

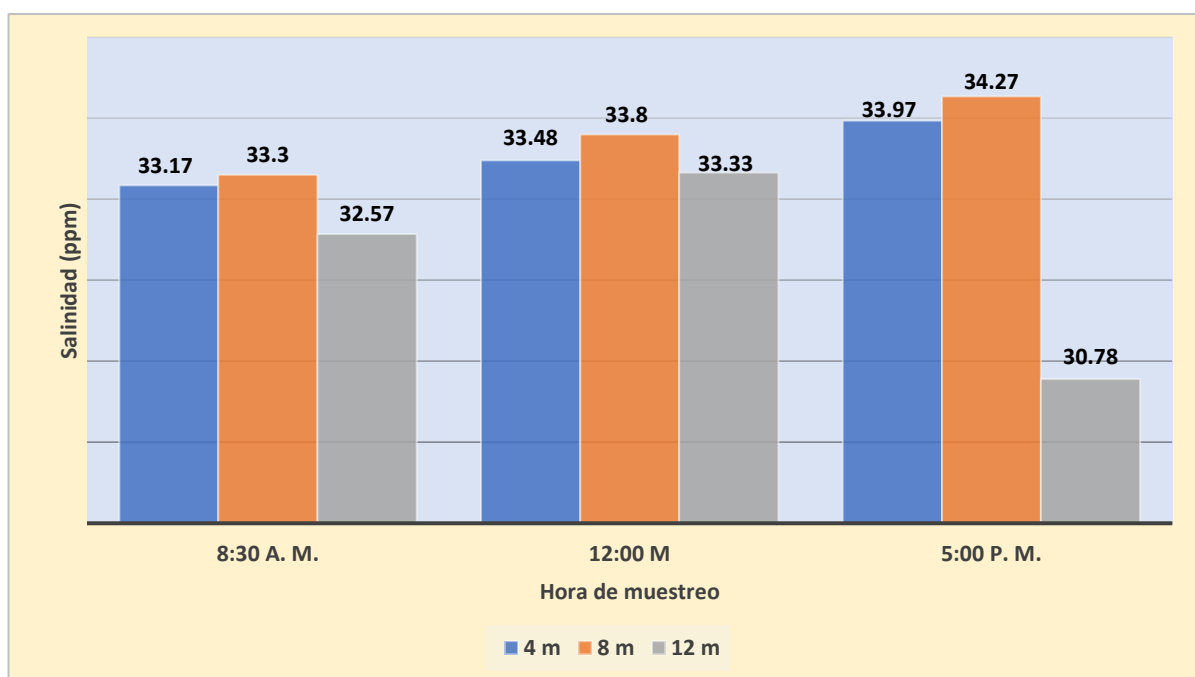


Figura 9

Valores promedios de pH del agua de mar a diferentes profundidades al termino de 65 días de haber iniciado la investigación

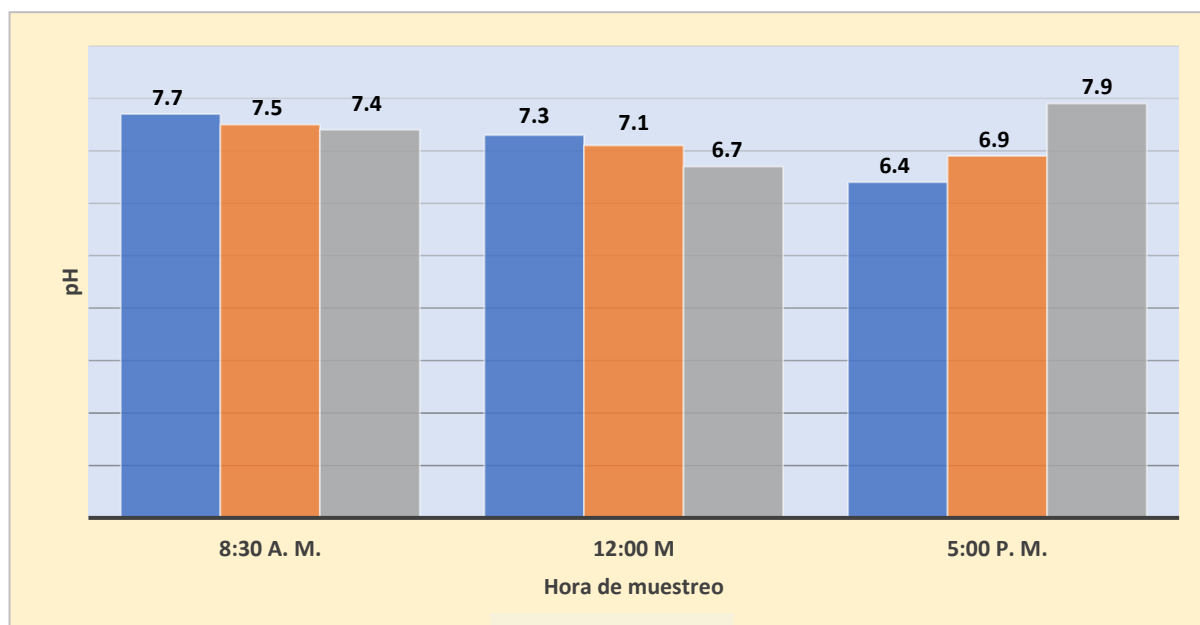
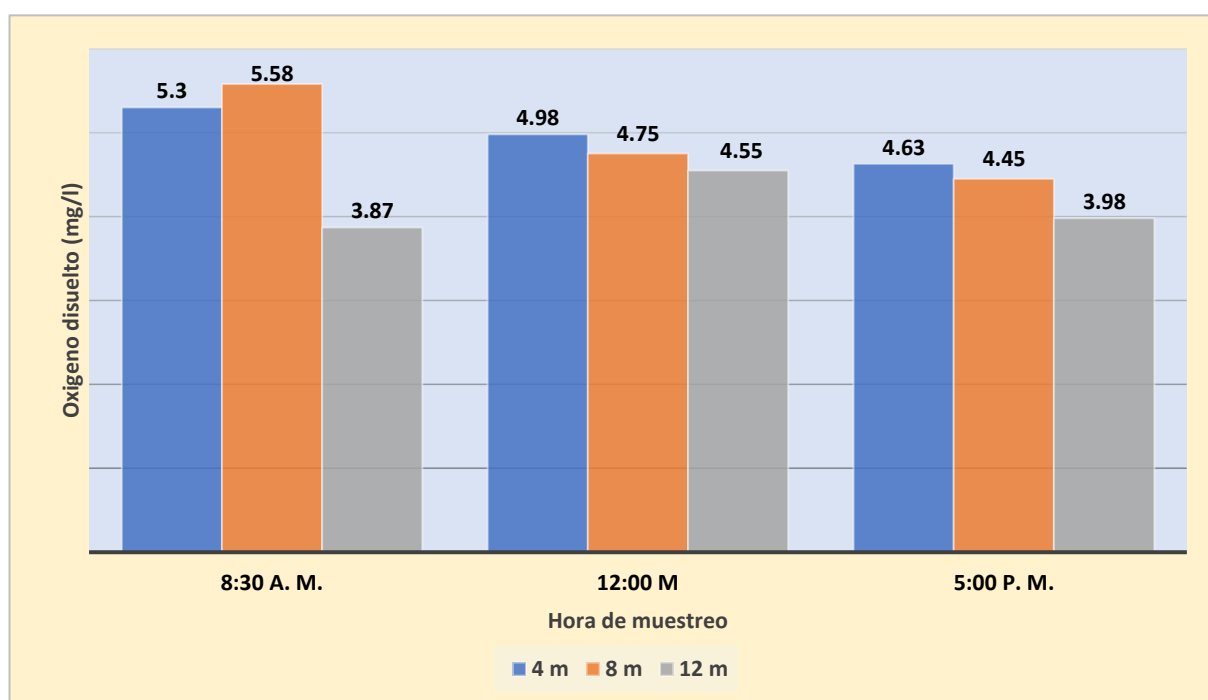
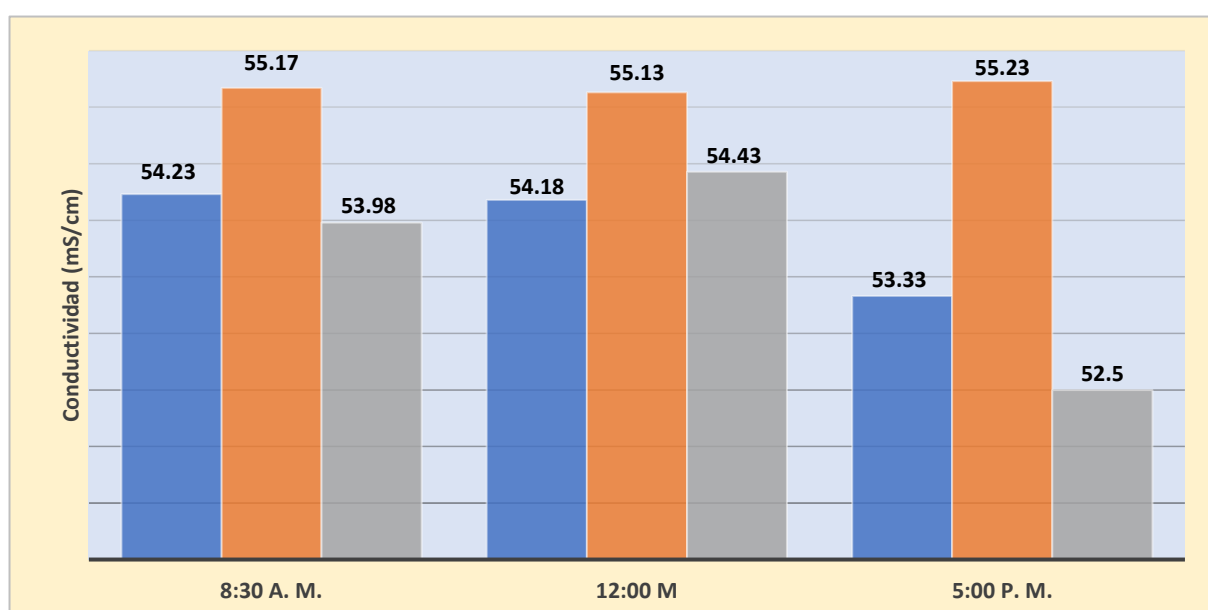


Figura 10

Valores promedios de salinidad del agua de mar a diferentes profundidades al termino de 65 días de haber iniciado la investigación

**Figura 11**

Valores promedios de conductividad del agua de mar a diferentes profundidades al termino de 65 días de haber iniciado la investigación



4.2 Análisis de mediciones de altura y grosor de la concha de abanico

El análisis de las mediciones de altura y grosor de la concha de abanico se realizó utilizando métodos estadísticos descriptivos e inferenciales.

El primer análisis estadístico fue a nivel total sometiendo toda la base de datos obtenida a la prueba de normalidad utilizando como herramienta el software SPSS 26 bajo los siguientes parámetros:

- Prueba a aplicar: Kolmogorov-Smirnov para muestras que tienen de 50 a más datos
- Hipótesis Nula (H_0): los datos de las muestras tienen tendencia normal
- Hipótesis Alterna (H_a): los datos de las muestras no tienen tendencia normal
- Nivel de significancia: $\alpha = 0.05$
- En el Anexo A se presenta el reporte de la prueba de normalidad aplicado a las 18 muestras en estudio en la cual se observan dos columnas principales y se trabajó con la columna correspondiente a Kolmogorov-Smirnov dentro del cual se observa para todas las muestras un valor de Sig. = 0,000
- Tabla de decisión para las 18 muestras: Sig. (0,000) < α (0.05), por lo tanto, se rechaza la hipótesis principal (H_0)
- Entonces se puede afirmar que los datos de las 18 muestras evaluadas no siguen una distribución normal, en consecuencia, para el análisis de datos tiene que aplicarse métodos estadísticos no paramétricos.

4.2.1 Análisis descriptivo de mediciones de altura y grosor de la concha de abanico

Análisis de la altura de la concha de abanico a 4 m de profundidad

Las mediciones de altura de las conchas de abanico a 4 m de profundidad se realizaron en el piso 1, 5 y 10 de cada linterna de cultivo y se ejecutaron para los tiempos indicados

En tabla 1 se muestra los promedios de la altura (A) de las conchas de abanico a 4 m de profundidad en el piso 1, 5 y 10 de la linterna con siete periodos de medición.

Tabla 2

Promedios de altura (A) de conchas de abanico a 4 m de profundidad

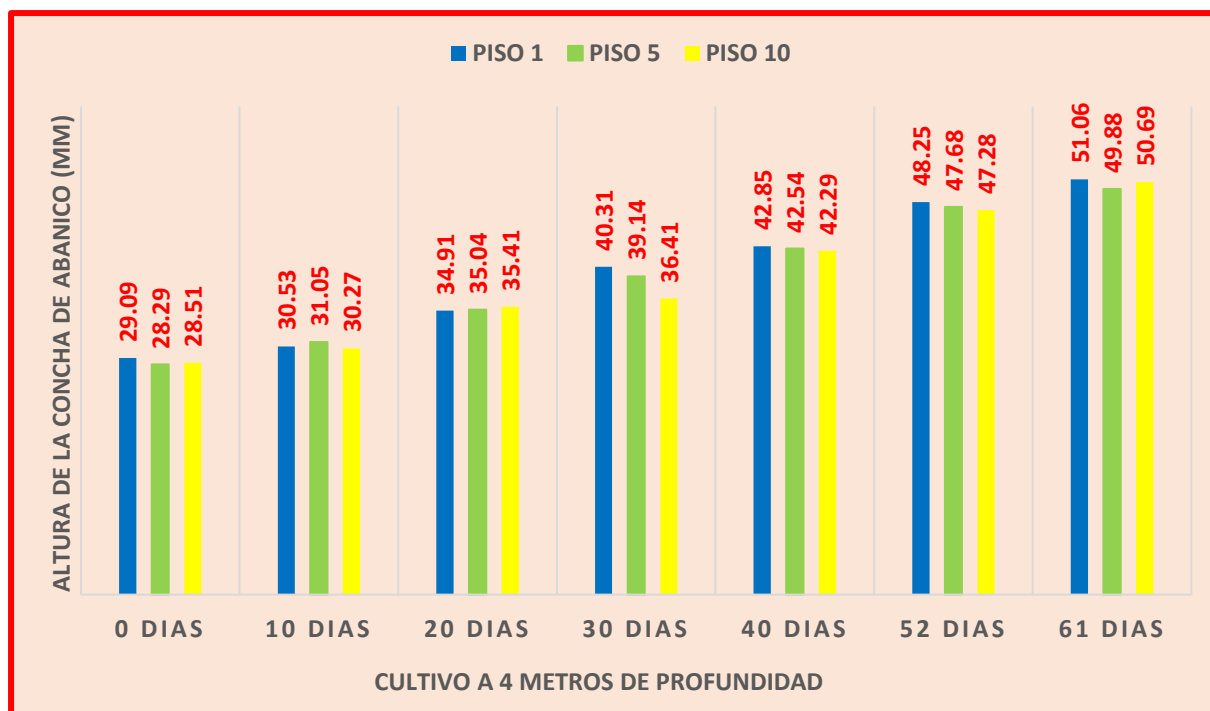
Ubicación	0 días	10 días	20 días	30 días	40 días	52 días	61 días
Piso 1	29.09	30.53	34.91	40.31	42.85	48.25	51.06
Piso 5	28.29	31.05	35.04	39.14	42.54	47.68	49.88
Piso 10	28.51	30.27	35.41	36.41	42.29	47.28	50.69
Promedio	28.63	30.62	35.12	38.62	42.56	47.74	50.54
Desv. Esta.	0.413	0.397	0.259	2.001	0.280	0.487	0.603
CV (%)	1.443	1.297	0.738	5.182	0.659	1.021	1.194

Nota. Las mediciones de altura en los pisos 1, 5 y 10 de cada periodo de tiempo son cercanos.

En la figura 12 se muestra el comportamiento del crecimiento de la altura de las conchas de abanico para las mediciones realizadas al inicio del trabajo y a los 10, 20, 30, 40, 52 y 61 días de cultivo después de la siembra.

Figura 12

Comportamiento del crecimiento de la altura de las conchas de abanico a 4 m de profundidad



Nota. Los promedios de la altura en los pisos 1, 5 y 10 al inicio del estudio están muy cercanos unos de otros, e igual comportamiento se observa para los diferentes periodos de medición.

En la figura 12 los resultados de los promedios hacen suponer que no hay diferencias entre los pisos 1, 5 y 10. Por otro lado se observa que a medida que transcurre el tiempo la altura se incrementa, en el caso del primer mes de cultivo la altura se ha incrementado en 10 mm y al final del estudio a los 61 días de cultivo el incremento en el 2do mes ha sido de 13 mm; totalizando en 61 días de cultivo la altura de la concha de abanico creció 23 mm lo que representa un 76,5% de incremento.

Análisis del espesor de la concha de abanico a 4 m de profundidad

Las mediciones del crecimiento del grosor de las conchas de abanico a los 4 m de profundidad se realizaron en el piso 1, 5 y 10 de cada linterna de cultivo y se ejecutaron al inicio del estudio y luego a los 10, 20, 30, 40, 52 y 61 días después de la siembra.

En tabla 3 se muestra los promedios del espesor (E) de las conchas de abanico a 4 m de profundidad en el piso 1, 5 y 10 de la linterna con siete periodos de medición.

Tabla 3

Promedios del espesor (E) de conchas de abanico a 4 m de profundidad

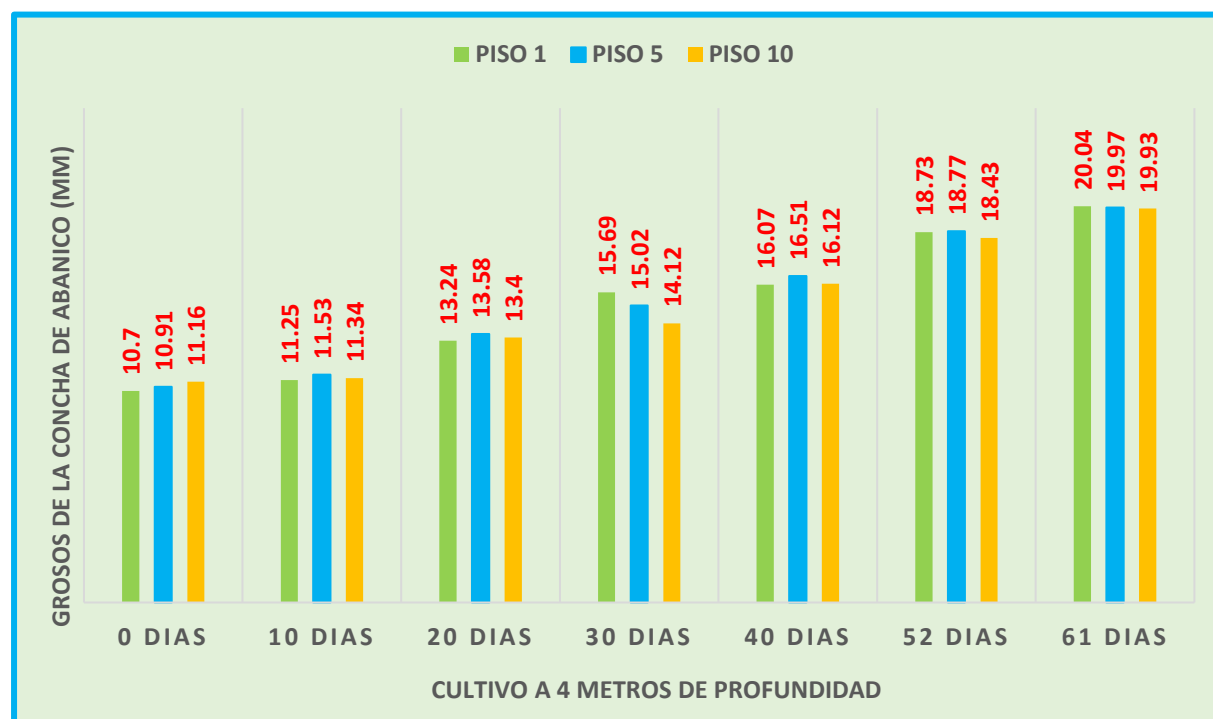
Ubicación	0 días	10 días	20 días	30 días	40 días	52 días	61 días
Piso 1	10.7	11.25	13.24	15.69	16.07	18.73	20.04
Piso 5	10.91	11.53	13.58	15.02	16.51	18.77	19.97
Piso 10	11.16	11.34	13.4	14.12	16.12	18.43	19.93
Promedio	10.923	11.373	13.406	14.943	16.233	18.643	19.98
Desv. Esta.	0.230	0.143	0.170	0.788	0.241	0.186	0.055
CV (%)	2.108	1.257	1.269	5.272	1.484	0.997	0.279

Nota. Las mediciones del grosor en los pisos 1, 5 y 10 en cada periodo de tiempo son cercanos, haciendo suponer que son iguales. A medida que transcurre el tiempo. Así mismo se observa un CV con valores inferiores al 10%, con lo cual se puede establecer que los datos son homogéneos y brindan confianza a los resultados.

En la figura 13 se muestra el crecimiento del grosor de las conchas de abanico para las mediciones realizadas al inicio del trabajo y a los 10, 20, 30, 40, 52 y 61 días de cultivo

Figura 13

Comportamiento del crecimiento del grosor de las conchas de abanico a 4 m de profundidad



Nota. Las mediciones del grosor en los pisos 1, 5 y 10 están muy cercanos unos de otros, lo que permite suponer que no hay diferencias en las mediciones realizadas entre los pisos 1, 5 y

10. En cada uno de los periodos de control. Así mismo se observa que a medida que transcurre el tiempo el grosor se incrementa, en el caso del primer mes de cultivo el grosor se ha incrementado en 4 mm, en el 2do mes se ha incrementado 5 mm, totalizando en 61 días de cultivo la altura de la concha de abanico se ha incrementado en 9 mm lo que representa un 82,9% de incremento.

Análisis de la altura de la concha de abanico a 8 m de profundidad

Las mediciones del crecimiento de altura de las conchas de abanico a los 8 m de profundidad se realizaron en el piso 1, 5 y 10 de cada linterna de cultivo y se ejecutaron al inicio del estudio y luego a los 10, 20, 30, 40, 52 y 61 días después de la siembra, donde las condiciones de cultivo fueron iguales.

En tabla 4 se muestra los promedios de la altura (A) de las conchas de abanico a 8 m de profundidad en el piso 1, 5 y 10 de la linterna con siete periodos de medición.

Tabla 4

Promedios de altura (A) de conchas de abanico a 8 m de profundidad

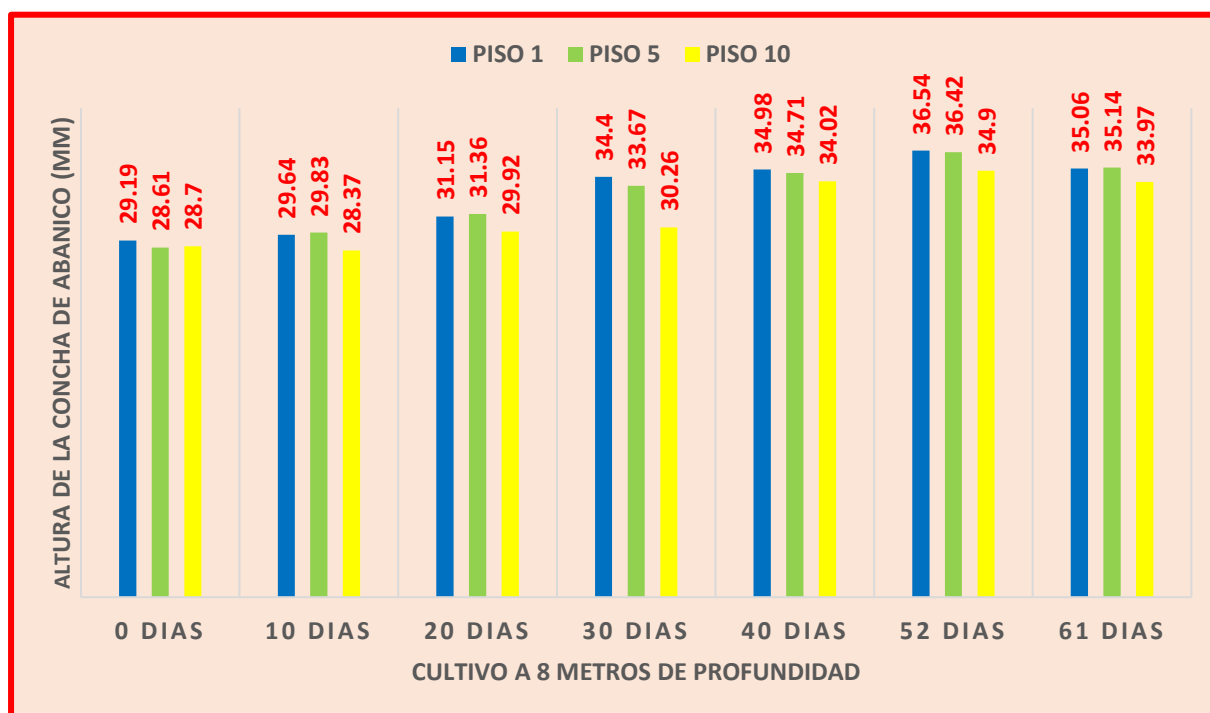
Ubicación	0 días	10 días	20 días	30 días	40 días	52 días	61 días
Piso 1	29.19	29.64	31.15	34.4	34.98	36.54	35.06
Piso 5	28.61	29.83	31.36	33.67	34.71	36.42	35.14
Piso 10	28.7	28.37	29.92	30.26	34.02	34.9	33.97
Promedio	28.833	29.28	30.81	32.77	34.57	35.95	34.72
Desv. Esta.	0.312	0.794	0.778	2.209	0.495	0.914	0.654
CV (%)	1.082	2.711	2.525	6.742	1.432	2.542	1.882

Nota. Las mediciones de altura en los pisos 1, 5 y 10 de cada periodo de tiempo son cercanos.

En la figura 14 se muestra el comportamiento del crecimiento de la altura de las conchas de abanico para las mediciones realizadas al inicio del trabajo y a los 10, 20, 30, 40, 52 y 61 días de cultivo después de la siembra.

Figura 14

Comportamiento del crecimiento de la altura de las conchas de abanico a 8 m de profundidad



Nota. Los promedios de la altura en los pisos 1, 5 y 10 al inicio del estudio están muy cercanos unos de otros, e igual comportamiento se observa para los diferentes periodos de medición.

En la figura 14 los resultados permiten suponer que no hay diferencias entre los pisos 1, 5 y 10. Por otro lado se observa que a medida que transcurre el tiempo la altura se incrementa, en el caso del primer mes de cultivo la altura se ha incrementado en 3,94 mm y en el 2do mes de cultivo el incremento fue de 1,95 mm, totalizando en los 61 días de cultivo la altura de la concha de abanico creció 5.89 mm lo que representa un 20,43% de incremento.

Análisis del espesor de la concha de abanico a 8 m de profundidad

Las mediciones del crecimiento del grosor de las conchas de abanico a los 8 m de profundidad se realizaron en el piso 1, 5 y 10 de cada linterna de cultivo y se ejecutaron al inicio del estudio y luego a los 10, 20, 30, 40, 52 y 61 días después de la siembra.

En la tabla 5 se muestra los promedios del grosor (E) de las conchas de abanico a 8 m de profundidad en el piso 1, 5 y 10 de la linterna cuyas mediciones se han realizado durante siete periodos de tiempo.

Tabla 5

Promedios del espesor (E) de conchas de abanico a 8 m de profundidad

Ubicación	0 días	10 días	20 días	30 días	40 días	52 días	61 días
Piso 1	11.13	11.19	11.74	13.1	13.06	13.79	13.86
Piso 5	10.94	11.22	11.95	12.8	13.68	13.95	13.49
Piso 10	11.15	10.69	11.12	11.53	12.96	13.2	13.3
Promedio	11.073	11.033	11.603	12.476	13.233	13.646	13.55
Desv. Esta.	0.115	0.297	0.431	0.833	0.390	0.395	0.285
CV (%)	1.046	2.698	3.719	6.680	2.947	2.894	2.102

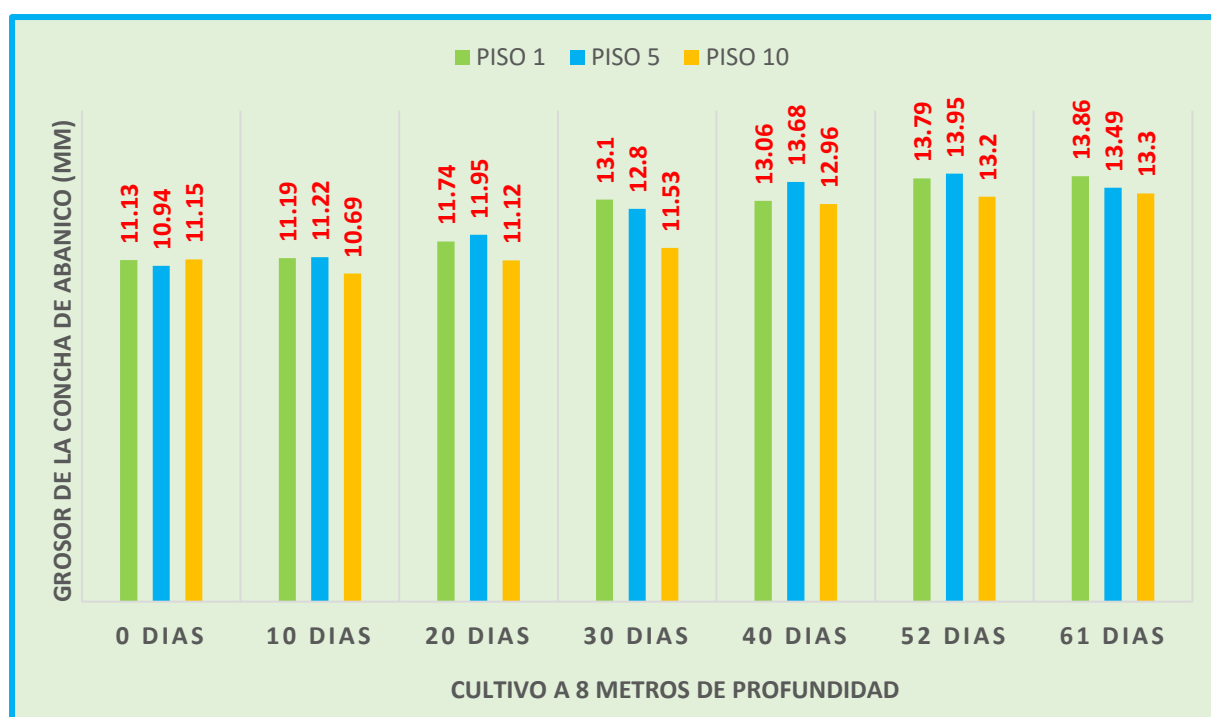
Nota. Las mediciones del grosor en los pisos 1, 5 y 10 de cada periodo de tiempo son cercanos,

lo que hace suponer que son iguales. El grosor se va incrementando a medida que transcurre el tiempo. También se observa que el coeficiente de variación de cada una de las muestras es bajo, lo cual permite afirmar que los datos son homogéneos y brindan cierta confiabilidad para poder hacer inferencias válidas.

En la figura 15 se muestra el comportamiento del crecimiento del grosor de las conchas de abanico para las mediciones realizadas al inicio del trabajo y a los 10, 20, 30, 40, 52 y 61 días de cultivo después de la siembra.

Figura 15

Comportamiento del crecimiento del grosor de las conchas de abanico a 8 m de profundidad



Nota. Las mediciones del grosor en los pisos 1, 5 y 10 al inicio del estudio están muy cercanos unos de otros, igual comportamiento se observa para los diferentes periodos de medición, lo que hace suponer que no hay diferencias en las mediciones realizadas entre los pisos 1, 5 y 10. Así mismo se observa que a medida que transcurre el tiempo el grosor se incrementa, en el caso del primer mes de cultivo el grosor se ha incrementado en 1.40 mm, en el 2do mes se incrementó 1.07 mm y totalizando en 61 días de cultivo el grosor de la concha de abanico se ha incrementado en 2.48 mm lo que representa un 22.36 % de incremento.

Análisis de la altura de la concha de abanico a 12 m de profundidad

Las mediciones del crecimiento de altura de las conchas de abanico a los 12 m de profundidad se realizaron en el piso 1, 5 y 10 de cada linterna de cultivo y se ejecutaron al inicio del estudio y luego a los 10, 20, 30, 40, 52 y 61 días después de la siembra, donde las condiciones de cultivo fueron iguales.

En tabla 3 se muestra los promedios de la altura (A) de las conchas de abanico a 12 m de profundidad en el piso 1, 5 y 10 de la linterna con siete periodos de medición.

Tabla 6

Promedios de altura (A) de conchas de abanico a 12 m de profundidad

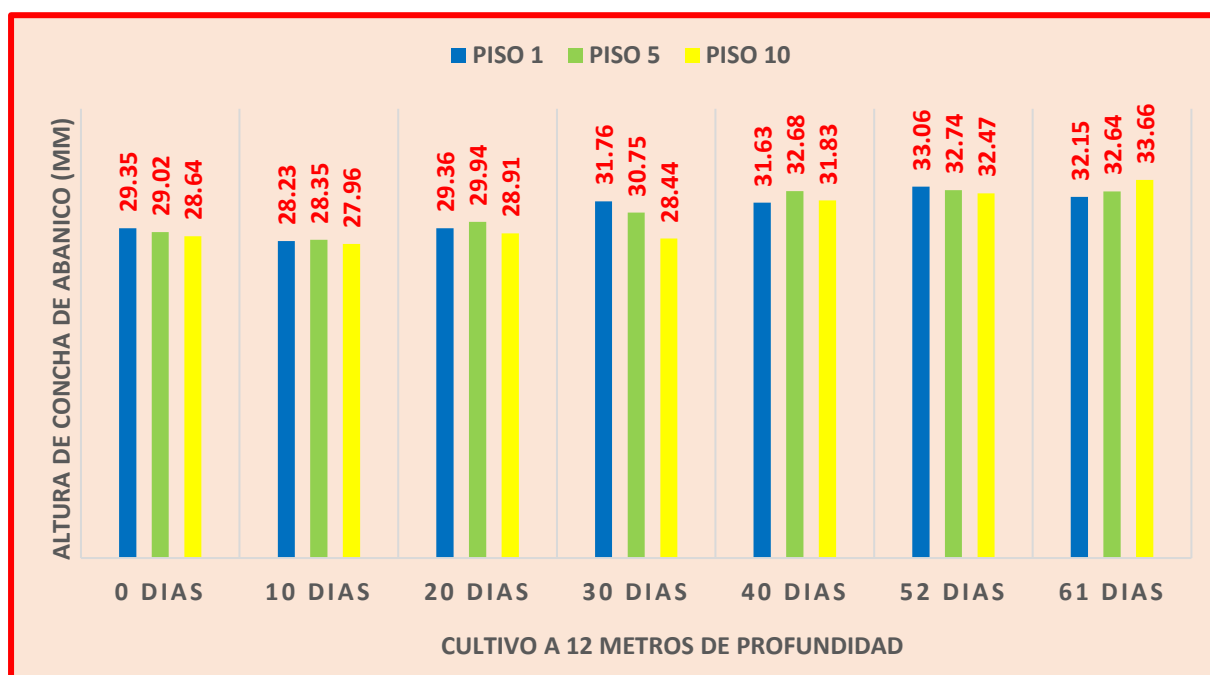
Ubicación	0 días	10 días	20 días	30 días	40 días	52 días	61 días
Piso 1	29.35	28.23	29.36	31.76	31.63	33.06	32.15
Piso 5	29.02	28.35	29.94	30.75	32.68	32.74	32.64
Piso 10	28.64	27.96	28.91	28.44	31.83	32.47	33.66
Promedio	29.003	28.18	29.403	30.316	32.046	32.756	32.816
Desv. Esta.	0.355	0.199	0.516	1.702	0.557	0.295	0.770
CV (%)	1.225	0.708	1.756	5.614	1.739	0.901	2.347

Nota. Las mediciones de altura en los pisos 1, 5 y 10 de cada periodo de tiempo son cercanos.

En la figura 16 se muestra el comportamiento del crecimiento de la altura de las conchas de abanico a 12 m de profundidad para las mediciones realizadas al inicio del trabajo y a los 10, 20, 30, 40, 52 y 61 días de cultivo después de la siembra.

Figura 16

Comportamiento del crecimiento de la altura de las conchas de abanico a 12 m de profundidad



Nota. Los promedios de la altura en los pisos 1, 5 y 10 al inicio del estudio están muy cercanos unos de otros, e igual comportamiento se observa para los diferentes periodos de medición, lo que permite suponer que no hay diferencias entre los pisos 1, 5 y 10

En la figura 16 se observa que a medida que transcurre el tiempo la altura se incrementa, en el caso del primer mes de cultivo la altura se ha incrementado en 1,31 mm y en el 2do mes de cultivo el incremento fue de 2,5 mm, totalizando en los 61 días de cultivo la altura de la concha de abanico creció 3.81 mm lo que representa un 13,15% de incremento.

Análisis del espesor de la concha de abanico a 12 m de profundidad

Las mediciones del crecimiento del grosor de las conchas de abanico a los 12 m de profundidad se realizaron en el piso 1, 5 y 10 de cada linterna de cultivo y se ejecutaron al

inicio del estudio y luego a los 10, 20, 30, 40, 52 y 61 días después de la siembra bajo las mismas condiciones para todos los especímenes

En la tabla 6 se muestra los promedios del espesor (E) de las conchas de abanico a 12 m de profundidad en el piso 1, 5 y 10 de la linterna cuyas mediciones se han realizado durante siete periodos de tiempo.

Tabla 7

Promedios del espesor (E) de conchas de abanico a 12 m de profundidad

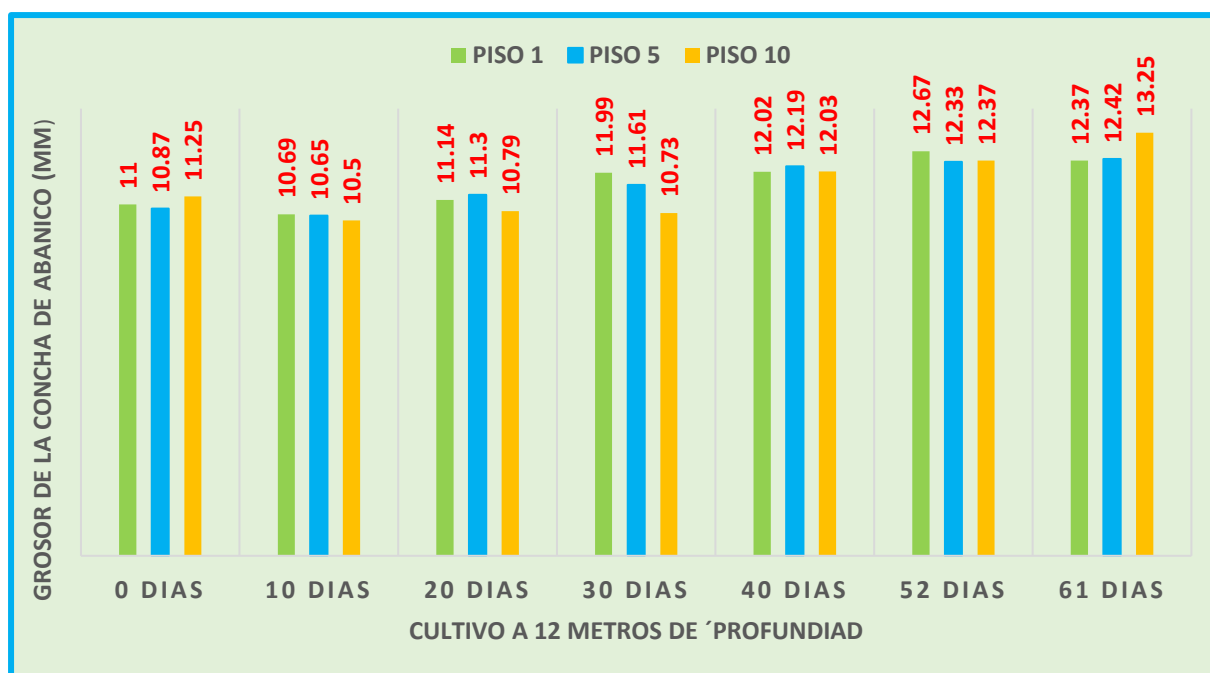
Ubicación	0 días	10 días	20 días	30 días	40 días	52 días	61 días
Piso 1	11	10.69	11.14	11.99	12.02	12.67	12.37
Piso 5	10.87	10.65	11.3	11.61	12.19	12.33	12.42
Piso 10	11.25	10.5	10.79	10.73	12.03	12.37	13.25
Promedio	11.04	10.613	11.076	11.443	12.08	12.456	12.68
Desv. Esta.	0.193	0.100	0.261	0.646	0.095	0.186	0.494
CV (%)	1.749	0.944	2.355	5.648	0.789	1.492	3.898

Nota. Las mediciones del grosor en los pisos 1, 5 y 10 de cada periodo de tiempo son cercanos, lo que hace suponer que son iguales. El espesor se va incrementando a medida que transcurre el tiempo. También se observa que el coeficiente de variación de cada una de las muestras es bajo, lo cual permite afirmar que los datos son homogéneos y brindan cierta confiabilidad para poder hacer inferencias válidas.

En la figura 17 se muestra el comportamiento del crecimiento del grosor de las conchas de abanico para las mediciones realizadas al inicio del trabajo y a los 10, 20, 30, 40, 52 y 61 días de cultivo después de la siembra.

Figura 17

Comportamiento del crecimiento del grosor de las conchas de abanico a 12 m de profundidad



Nota. Las mediciones del grosor en los pisos 1, 5 y 10 al inicio del estudio están muy cercanos unos de otros, igual comportamiento se observa para los diferentes periodos de medición, lo que hace suponer que no hay diferencias en las mediciones realizadas entre los pisos 1, 5 y 10. Así mismo se observa que a medida que transcurre el tiempo el grosor se incrementa, en el caso del primer mes de cultivo el grosor se ha incrementado en 0.40 mm, en el 2do mes se incrementó 1.24 mm y totalizando en 61 días de cultivo el grosor de la concha de abanico se ha incrementado en 1.64 mm lo que representa un 14.9 % de incremento.

4.2.2 Análisis inferencial de mediciones de altura y grosor de la concha de abanico

La prueba de normalidad aplicada anteriormente a los datos de la altura y el grosor de la concha de abanico dio como resultado que los datos no siguen una distribución normal, por lo tanto, se ha seleccionado la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis, considerando que las muestras a comparar son independientes.

El análisis inferencial se desarrolló en base a una comparación de incremento de altura y grosor entre las tres profundidades de cultivo marino a nivel de medianas.

En la tabla 7 se presenta los incrementos de altura de la concha de abanico cultivados a 4, 8 y 12 m de profundidad luego de un periodo de 61 días.

Tabla 8

Incrementos de altura de conchas de abanico luego de 61 días de cultivo (Mediana en %)

Tratamientos		
T1 (4 m de profundidad)	T2 (8 m de profundidad)	T3 (12 m de profundidad)
77.476	20.897	10.862
78.461	25.5	14.526
79.561	20.333	19.362

En la tabla 8 se presenta los incrementos del grosor de la concha de abanico cultivados a 4, 8 y 12 m de profundidad luego de un periodo de 61 días.

Tabla 9

Incrementos del grosor de conchas de abanico luego de 61 días de cultivo (Mediana en %)

Tratamientos		
T1 (4 m de profundidad)	T2 (8 m de profundidad)	T3 (12 m de profundidad)
85.185	25	9.091
81.818	18.182	12.727
81.818	18.182	20

4.2.2.1 Análisis inferencial para la altura de las conchas de abanico

El análisis estadístico consiste en comparar el incremento de altura de la concha de abanico luego de 61 días de crianza, cultivados a 4, 8 y 12 m de profundidad, todos ellos bajo las mismas condiciones de cultivo.

La prueba no paramétrica utilizada para conocer si existen o no diferencias entre los tratamientos T1, T2 y T3 fue la de Kruskal-Wallis a un nivel de significancia del 5% debido a que las muestras son independientes y existe tres tratamientos en comparación. Así mismo para la comparación entre pares se utilizó la prueba Post Hoc de Bonferroni.

Planteamiento de las hipótesis:

Ho: Las medianas de las alturas de los tratamientos son iguales

Ha: A menos dos medianas de las alturas de los tratamientos no son iguales

Nivel de significancia: $\alpha = 0.05$

Resultados de la prueba de Kruskal-Wallis utilizando el SPSS (Anexo 2)

Sig. asintótica = 0,027

Decisión: Sig. (0,027) < α (0.05) entonces se rechaza Ho y se acepta Ha.

Por lo tanto, a un nivel de significancia del 5% se rechaza Ho y la prueba es significativa. Las medianas de los tratamientos no son iguales.

Siendo la prueba Kruskal-Wallis significativa para la ALTURA se requiere realizar la prueba de comparación entre pares para lo cual se aplicó la prueba Post Hoc de Bonferroni.

Prueba de Bonferroni

Ho: Mediana de la altura (i) = Mediana de la altura (j)

Ha: Mediana de la altura (i) $\neq$ Mediana de la altura (j)

Se formulan tres comparaciones: T3 vs T2, T3 vs T1 y T2 vs T1

Nivel de significancia: $\alpha = 0.05$

En la tabla 9 se presenta los resultados de la prueba de comparación entre pares de Bonferroni utilizando el SPSS.

Tabla 10

Resultados de la comparación entre pares para la mediana de la altura

Muestras		Sig.
T3 vs T2	12 m vs 8 m	0.180
T3 vs T1	12 m vs 4 m	0.007
T2 vs T1	8 m vs 4 m	0.180

Interpretando los resultados se tiene lo siguiente:

-Comparación de T3 vs T2:

Valor de Sig (0.180) > α (0.05) por lo tanto se acepta Ho.

La mediana de las mediciones de altura de las conchas de abanico es igual a los 12 y 8 m de profundidad.

-Comparación de T3 vs T1:

Valor de Sig (0.007) < α (0.05) por lo tanto se rechaza Ho.

La mediana de las mediciones de altura de las conchas de abanico es diferente a los 12 y 4 m de profundidad. Por lo tanto, a una profundidad de 4 m la concha de abanico alcanza mayor altura respecto al cultivo de 12 de profundidad.

-Comparación de T2 vs T1:

Valor de Sig (0.180) > α (0.05) por lo tanto se acepta Ho.

La mediana de las mediciones de altura de las conchas de abanico es igual a los 4 y 8 m de profundidad.

4.2.2.2 Análisis inferencial del grosor de las conchas de abanico

El análisis estadístico consiste en comparar el incremento del grosor de la concha de abanico luego de 61 días de crianza, cultivados a 4, 8 y 12 m de profundidad, todos ellos bajo las mismas condiciones de cultivo.

La prueba no paramétrica utilizada para conocer si existen o no diferencias entre los tratamientos T1, T2 y T3 fue la de Kruskal-Wallis a un nivel de significancia del 5% debido a que las muestras son independientes y existe tres tratamientos en comparación. Así mismo para la comparación entre pares se utilizó la prueba Post Hoc de Bonferroni.

Planteamiento de las hipótesis:

Ho: Las medianas del grosor de los tratamientos son iguales

Ha: A menos dos medianas del grosor de los tratamientos no son iguales

Nivel de significancia: $\alpha = 0.05$

Resultados de la prueba de Kruskal-Wallis utilizando el SPSS (Anexo 2)

Sig. asintótica = 0,048

Decisión: Sig. (0.048) < α (0.05) entonces se rechaza Ho y se acepta Ha.

Por lo tanto, a un nivel de significancia del 5% se rechaza Ho y la prueba es significativa. Las medianas de los tratamientos no son iguales.

Siendo la prueba Kruskal-Wallis significativa para el GROSOR se requiere realizar la prueba de comparación entre pares para lo cual se aplicó la prueba Post Hoc de Bonferroni.

Prueba de Bonferroni

Ho: Mediana del grosor (i) = Mediana del grosor (j)

Ha: Mediana del grosor (i) $\neq$ Mediana del grosor (j)

Se formulan tres comparaciones: T3 vs T2, T3 vs T1 y T2 vs T1

Nivel de significancia: $\alpha = 0.05$

En la tabla 10 se presenta los resultados de la prueba de comparación entre pares de Bonferroni utilizando el SPSS.

Tabla 11

Resultados de la comparación entre pares para las medianas del grosor

Muestras		Sig.
T3 vs T2	12 m vs 8 m	0.452
T3 vs T1	12 m vs 4 m	0.016
T2 vs T1	8 m vs 4 m	0.098

Interpretando los resultados se tiene lo siguiente:

-Comparación de T3 vs T2:

Valor de Sig. (0.452) > α (0.05) por lo tanto se acepta Ho.

Las medianas de las mediciones del grosor de las conchas de abanico son iguales a los 12 y 8 m de profundidad.

-Comparación de T3 vs T1:

Valor de Sig. (0.016) < α (0.05) por lo tanto se rechaza Ho.

Las medianas de las mediciones del grosor de las conchas de abanico son diferentes a los 12 y 4 m de profundidad. Por lo tanto, a una profundidad de 4 m la concha de abanico alcanza mayor grosor respecto al cultivo de 12 de profundidad.

-Comparación de T2 vs T1:

Valor de Sig. (0.098) > α (0.05) por lo tanto se acepta H_0 .

Las medianas de las mediciones del grosor de las conchas de abanico son iguales a los 4 y 8 m de profundidad.

4.3. Análisis de la mortalidad

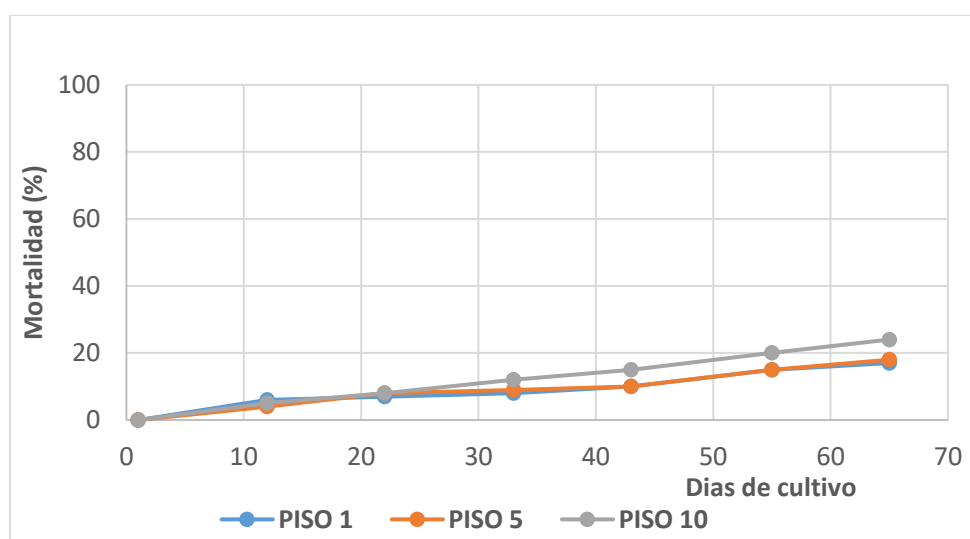
La mortalidad se analiza en dos categorías, el 1ero analiza la mortalidad que ocurre en los pisos 1, 5 y 10 de cada profundidad, y el segundo analiza la mortalidad que ocurre a nivel de pisos entre las tres profundidades de cultivo

4.3.1 Análisis de mortalidad en los pisos 1, 5 y 10 de cada profundidad

En la figura 18 se presenta la mortalidad de las conchas de abanico cultivadas en los pisos 1, 5 y 10 de las linternas a 4 m de profundidad

Figura 18

Mortalidad de las conchas de abanico en los pisos 1, 5 y 10 a 4 m de profundidad



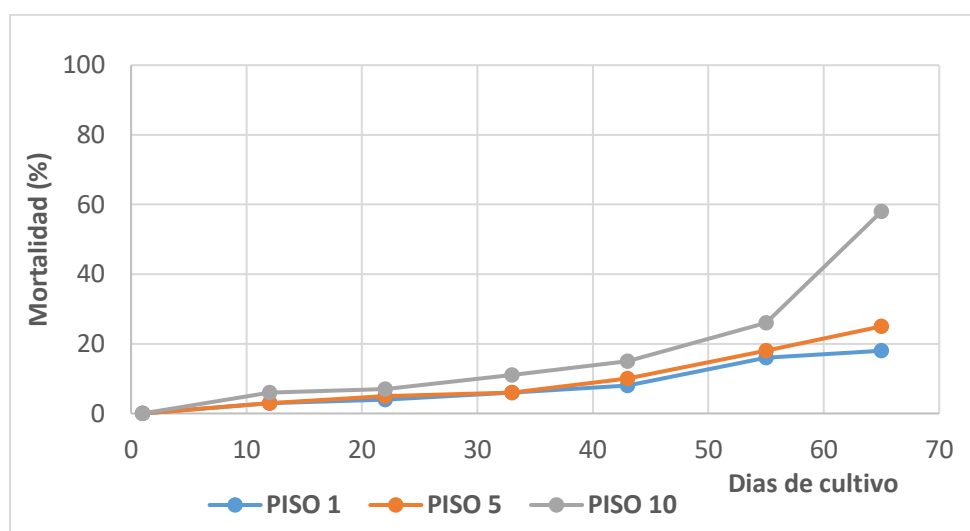
En la figura 18 se observa que a los 65 días de cultivo la mortalidad en el piso 1 de la linterna (menor profundidad) es de 17%, en el piso 5 (profundidad intermedia) aumenta a 18

% y en el piso 10 (mayor profundidad) alcanza el 24%, lo cual indica una tendencia creciente de la mortalidad a medida que la profundidad de cultivo aumenta.

En la figura 19 se presenta la mortalidad de las conchas de abanico cultivadas en los pisos 1, 5 y 10 de las linternas a 8 m de profundidad

Figura 19

Mortalidad de las conchas de abanico en los pisos 1, 5 y 10 a 8 m de profundidad

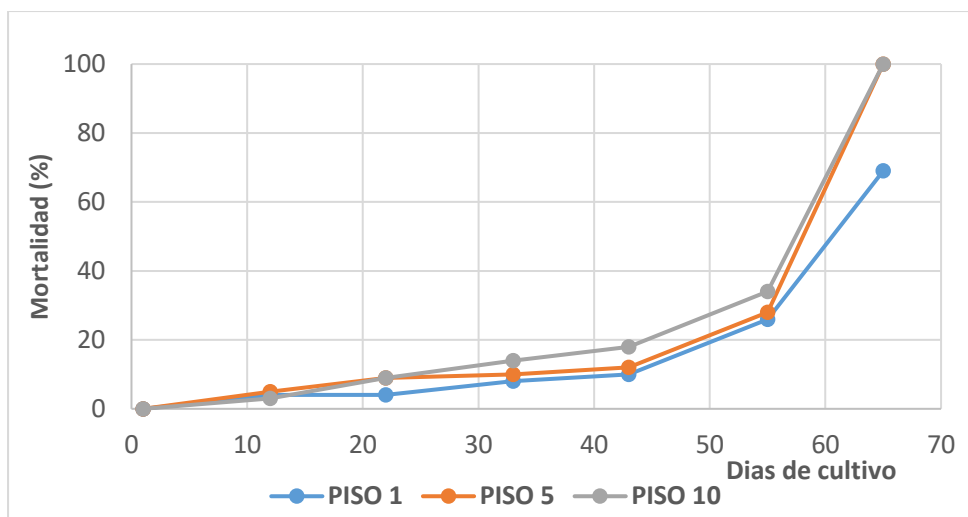


En la figura 19 se observa que a los 65 días de cultivo la mortalidad en el piso 1 de la linterna (menor profundidad) es de 18%, en el piso 5 (profundidad intermedia) es de 25 % y en el piso 10 (mayor profundidad) es de 58%, lo cual indica una tendencia creciente de mortalidad a medida que la profundidad de cultivo aumenta. Los resultados de mortalidad que se han determinado a 8 m de profundidad son mayores que los determinados a 4 m de profundidad. También se observa que en el piso 1 que está a menor profundidad la mortalidad es menor, mientras que en el piso 10 que se encuentra a mayor profundidad la mortalidad es mayor, lo cual puede deberse principalmente al contenido de oxígeno disuelto y el ingreso de la luz solar

En la figura 20 se presenta la mortalidad de las conchas de abanico cultivadas en los pisos 1, 5 y 10 de las linternas a 12 m de profundidad

Figura 20

Mortalidad de las conchas de abanico en los pisos 1, 5 y 10 a 12 m de profundidad



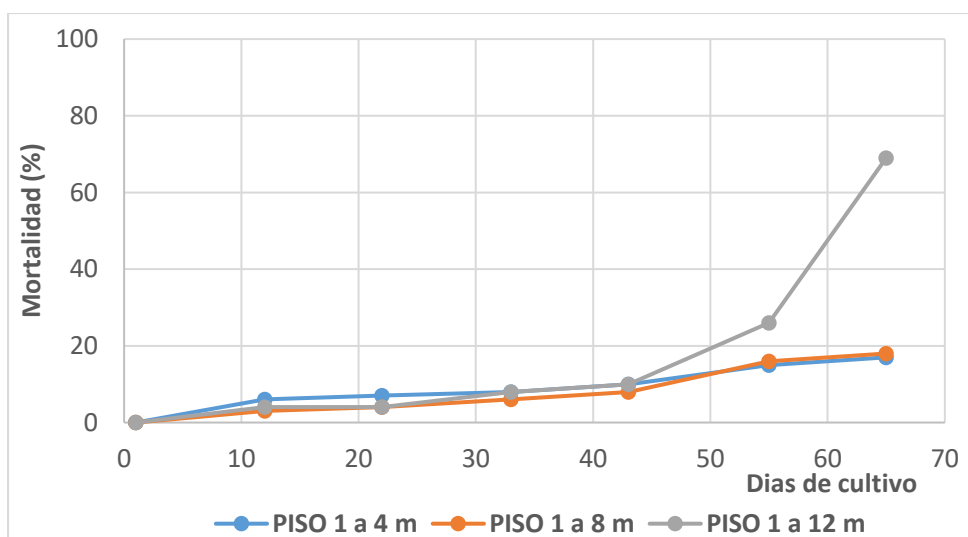
En la figura 20 se observa que a los 65 días de cultivo la mortalidad en el piso 1 de la linterna es de 69% y en los pisos 5 y 10 es del 100 % lo cual confirma la tendencia de las conchas de abanico que a mayor profundidad de cultivo hay mayor mortalidad.

4.3.2 Análisis de mortalidad entre pisos de cada profundidad.

La figura 21 presenta la mortalidad de las conchas cultivadas en el piso 1 de las linternas a 4, 8 y 12 m de profundidad

Figura 21

Mortalidad de conchas de abanico en el piso 1 de las linternas a 4, 8 y 12 m de profundidad



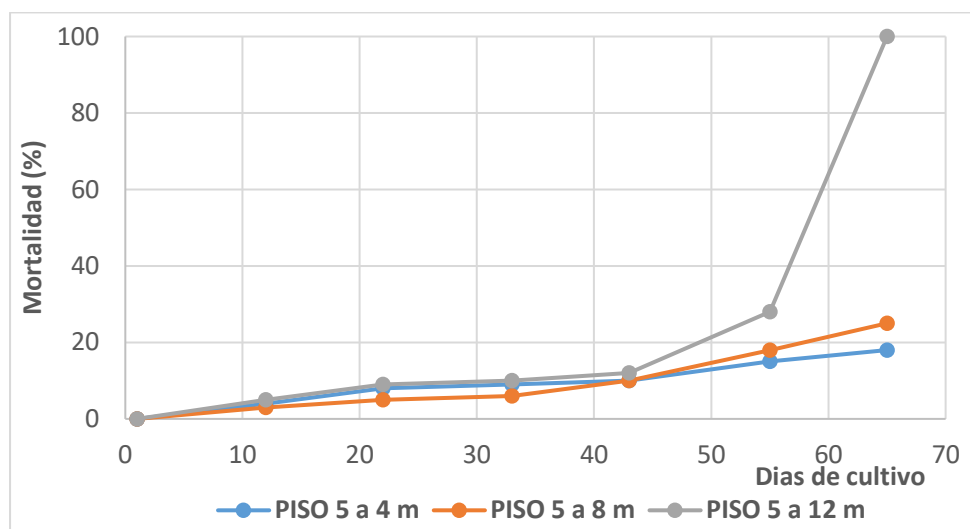
En la figura 21 se observa que a los 65 días de cultivo en el piso 1 de la linterna a 4 m de profundidad la mortalidad es de 17%, en el piso 1 de la linterna a 8 m de profundidad la

mortalidad es de 18 % y en el piso 1 de la linterna a 12 m de profundidad la mortalidad es de 69%, lo cual indica una tendencia creciente de la mortalidad a medida que la profundidad de cultivo aumenta.

La figura 22 presenta la mortalidad de las conchas cultivadas en el piso 5 de las linternas a 4, 8 y 12 m de profundidad

Figura 22

Mortalidad de conchas de abanico en el piso 5 de las linternas a 4, 8 y 12 m de profundidad

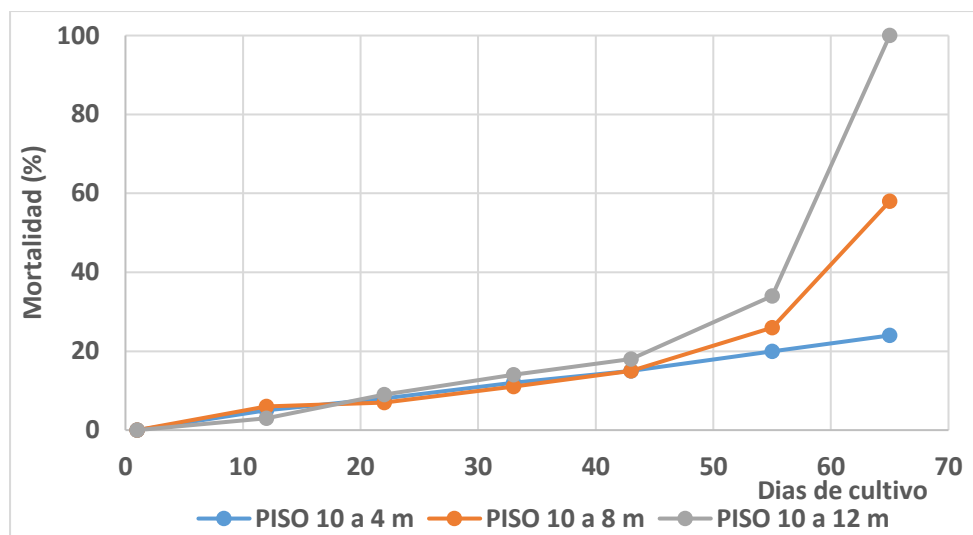


En la figura 22 se observa que a los 65 días de cultivo en el piso 5 de la linterna a 4 m de profundidad la mortalidad es de 18%, en el piso 5 de la linterna a 8 m de profundidad la mortalidad es de 25 % y en el piso 5 de la linterna a 12 m de profundidad la mortalidad es de 100%, lo cual indica una tendencia creciente de la mortalidad a medida que la profundidad de cultivo aumenta. Es importante destacar que el piso 5 de la linterna a 12 m de profundidad la mortalidad es del 100%

En la figura 23 se presenta la mortalidad de las conchas de abanico cultivadas en el piso 10 de las linternas a 4, 8 y 12 m de profundidad, en este caso son aquellas que se cultivan en la parte más profunda de cada linterna.

Figura 23

Mortalidad de conchas de abanico en el piso 10 de las linternas a 4, 8 y 12 m de profundidad



En la figura 23 se observa que a los 65 días de cultivo en el piso 10 de la linterna a 4 m de profundidad la mortalidad es de 24%, en el piso 10 de la linterna a 8 m de profundidad la mortalidad es de 58 % y en el piso 10 de la linterna a 12 m de profundidad la mortalidad es de 100%, lo cual indica una tendencia creciente de la mortalidad a medida que la profundidad de cultivo aumenta. Es importante destacar que el piso 10 de la linterna a 12 m de profundidad la mortalidad es del 100%

V. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

A partir de los resultados obtenidos, se acepta la hipótesis general, ya que el crecimiento de *Argopecten purpuratus* fue significativamente mayor en el tratamiento T1 en comparación con los tratamientos T2 y T3, tanto en altura valvar como en espesor. Al cabo de 65 días de cultivo, el T1 registró un incremento de 23 mm en altura valvar y 9 mm en espesor, lo que representa un aumento del 76,5% y 82,9%, respectivamente. Por su parte, el T2 mostró un crecimiento de 5,89 mm en altura valvar y 1,07 mm en espesor, equivalentes a un 20,43% y 22,36% de incremento. Finalmente, el T3 alcanzó un aumento de 3,81 mm en altura valvar y 1,64 mm en espesor, correspondientes a un 13,15% y 14,9% de crecimiento. Estos resultados indican que el crecimiento óptimo de la concha de abanico está asociado al incremento de la temperatura y los niveles de oxígeno disuelto, los cuales se registraron en condiciones ideales para el T1 a una profundidad de 4 metros, permitiendo un crecimiento promedio mensual de 11 mm en altura valvar y 5 mm en espesor.

Estos hallazgos coinciden con lo reportado por Romero (2019), quien encontró diferencias significativas en el crecimiento a distintas profundidades, con incrementos mensuales de 0,62 cm en el nivel superior, 0,51 cm en el nivel medio y 0,45 cm en el nivel de fondo, siendo el nivel superior el que mostró el mayor crecimiento. Estos resultados son consistentes con los obtenidos en el presente estudio, lo que refuerza la importancia de las condiciones ambientales, como la temperatura y el oxígeno disuelto, en el desarrollo de *A. purpuratus*. Además, estos datos resaltan la influencia de la profundidad en el crecimiento de la especie, sugiriendo que las condiciones en aguas menos profundas favorecen un desarrollo más rápido y eficiente.

En esta investigación, al evaluar la supervivencia de la concha de abanico en los tratamientos expuestos a los efectos de la temperatura asociada al Niño Costero, se observó un

incremento de la temperatura en la zona de cultivo durante los meses de enero, febrero y marzo. El mayor aumento se registró en el tratamiento T1 al mediodía, con un promedio de 21,33 °C y una tasa de incremento de 0,032 °C por día. En contraste, los tratamientos T2 y T3 presentaron temperaturas promedio de 19,3 °C y 19,25 °C, respectivamente, con variaciones mínimas registradas a las 8:00 y 16:00 horas. Estos resultados coinciden con los reportados por Estudio Nacional Fenómeno del Niño, (ENFEN, 2024), quienes indican que el Niño Costero generó condiciones cálidas moderadas en febrero y débiles en marzo, con una transición a condiciones normales en abril, registrando un incremento de 1,23 °C (p. 58). Este aumento de temperatura tuvo un impacto directo en el metabolismo y la supervivencia de los organismos.

En cuanto a la supervivencia de las conchas de abanico en la etapa de cultivo intermedio, se observó que, a los 65 días, el T1 presentó una mortalidad del 17% en el piso 1 de la linterna a 4 metros de profundidad. En el T2, la mortalidad fue del 18% en el piso 1 a 8 metros, mientras que en el T3, a 12 metros, la mortalidad alcanzó el 69%. Estos resultados indican una tendencia creciente de la mortalidad con el aumento de la profundidad. Esta tendencia se corroboró en los pisos 5 y 10, donde el T3 registró una mortalidad del 100% en el piso 10, el T2 del 58% y el T1 del 24%. Estos hallazgos contrastan parcialmente con los de Romero (2019), quien reportó una mortalidad del 8% en el cultivo de fondo, 3,5% en el nivel medio y 4% en el nivel superior, asociados a temperaturas elevadas, bajos niveles de oxígeno disuelto y escasa presencia de fitoplancton durante los meses de febrero y abril. Estas diferencias pueden atribuirse a que el presente estudio se realizó a mayor profundidad y densidad, utilizando linternas en lugar del sistema de Reynales empleado por Romero. Además, la mayor mortalidad en los pisos inferiores de las linternas sugiere que factores como la acumulación de sedimentos y la menor circulación de agua pueden haber influido negativamente en la supervivencia de los organismos.

VI. CONCLUSIONES

En esta investigación se determinó la supervivencia de la concha de abanico en los diferentes tratamientos expuestos a los efectos de la temperatura asociado al niño costero luego de 65 días de cultivo registrándose una supervivencia en los tres primeros pisos de las linternas de cada tratamiento correspondiente los cuales fueron de 83% en el T1 a 4 m de profundidad, en el T2 a 8 m de profundidad la supervivencia fue de 82% y en el T3 a 12 m de profundidad la supervivencia fue de 31%. Estos resultados indican que, conforme aumenta la profundidad, la supervivencia disminuye, lo que se atribuye a las variaciones en la temperatura superficial del mar, niveles bajos de oxígeno disuelto y escasa disponibilidad de fitoplancton debido a la baja productividad orgánica.

Se calculó y comparo el crecimiento de la concha de abanico en altura valvar y espesor en cada tratamiento, considerando los efectos de la temperatura asociado al niño costero, donde se observó que los tratamientos presentan variaciones en su crecimiento, el T1 a 4 m de profundidad desarrollo el mejor crecimiento tanto en altura como espesor durante los 65 días de cultivo alcanzando así una tasa de crecimiento de 11 mm por mes de altura y 5 mm de espesor, T2 a 8 m profundidad desarrollo una tasa de crecimiento de 2.72 mm por mes de altura y 1.15 mm de espesor y el T3 a 12 m de profundidad logro una tasa de crecimiento de 1.76 mm por mes de altura y 0.76 mm por mes de espesor. Los resultados evidencian que el crecimiento en los tres tratamientos presenta diferencias notables, influencias directamente por la profundidad y las consecuencias abióticas que esto conlleva. Cabe mencionar que, en la práctica, estas diferencias se hicieron visibles a partir de veinte días de iniciado el cultivo suspendido. Además, la influencia de la temperatura superficial del mar, como efecto del niño costero, solo genero condiciones cálidas que fueron débiles a normales en el área de estudio.

VII. RECOMENDACIONES

- 6.1 Se recomienda la implementación de tecnología de monitoreo en tiempo real ya que incluye el uso de sensores y dispositivos que permiten medir continuamente diversos parámetros ambientales, como la temperatura del agua, la salinidad, el oxígeno disuelto y otros factores abióticos. Estos sensores pueden instalarse en los cultivos y transmitir datos a un sistema central, facilitando así la gestión y la toma de decisiones. Además, estos dispositivos permiten a los acuicultores adaptarse rápidamente a las variaciones ambientales que puedan surgir, respondiendo de manera eficiente y promoviendo la sostenibilidad de la producción. De esta manera, los productores estarán mejor preparados para enfrentar las adversidades y los impactos negativos que puedan presentar eventualmente el medio marino como de la presencia de floraciones algales nocivas, fenómeno del Niño o El Niño Costero.
- 6.2 Una técnica que puede ser de gran utilidad es el uso de marcadores químicos en las conchas de abanico. Esta estrategia permitirá comparar las líneas de crecimiento a lo largo del tiempo, facilitando el estudio del crecimiento con relación a los factores ambientales. El seguimiento de las tasas de crecimiento mediante estos marcadores proporcionará información valiosa sobre la efectividad de diferentes prácticas de manejo en la acuicultura.
- 6.3 Se sugiere a los productores de *Argopecten purpuratus* optimizar la profundidad de sus sistemas de cultivo, manteniéndolos en rangos de 4 a 8 metros. Ya que los resultados indican que a estas profundidades se observa una mayor supervivencia y un crecimiento favorable. Al evitar profundidades mayores, se puede minimizar el impacto negativo de factores ambientales, como la disminución de oxígeno disuelto y las fluctuaciones de temperatura, que influyen directamente con la mortalidad de los organismos. Esta práctica no solo maximizará el rendimiento del cultivo, sino que también contribuirá a la sostenibilidad del ecosistema acuático en el que se desarrolla.

VIII. REFERENCIAS

- Aguirre, A., Flye-Sainte-Marie, J., Mendo, J., & Jean, F. (2015). Sclerochronological records and daily microgrowth of the Peruvian scallop (*Argopecten purpuratus*, Lamarck, 1819) related to environmental conditions in Paracas Bay, Pisco, Peru. *Journal of Sea Research*, 99, 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.seares.2015.01.002>.
- Alcázar, J, y Mendo, J. (2008). Crecimiento y supervivencia de juveniles de *Argopecten purpuratus* en sistemas de fondo y suspendido en la zona de Casma, Perú. *Ecología Aplicada*, 7 (1-2), 71-80. Recuperado en 03 de febrero de 2025, de http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-22162008000100010&lng=es&tlng=es.
- Arntz, E., Gallardo A., Gutiérrez, D., Isla, E., Levin, A., Mendo, J, Neira, C., Rowe T., Tarazona J., Wolff, M. (2006). El Niño and similar perturbation effects on the benthos of the Humboldt, California, and Benguela Current upwelling ecosystems. *Advances in Geosciences*, 6, 243–265.
- Bermudez, P., Maidana Cuadros, J., Aquino Bravo, H., & Palomino Ramos, A. (2004). Manual de Cultivo Suspendido de Concha de Abanico. [Report]. Fondo Nacional de Desarrollo Pesquero - FONDEPES. y Agencia Española de Cooperación Internacional - AECI Proyecto de Apoyo al Desarrollo del Sector Pesca y Acuícola del Perú - PADESPA. <https://aquadocs.org/handle/1834/8302>
- Cornejo, R. V. (2021). *La Cadena de Valor de la Concha de Abanico*. PNIPA, 01(2020) https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/3891725/Conchaabanico_compressed.pdf.pdf?v=1669830945
- Cueto-Vega, R., Flye-Sainte-Marie, J., Aguirre-Velarde, J., Jean, F., Gil-Kodaka P., Thouzeau, G. (2021). Sizebased survival of cultured *Argopecten purpuratus* (L, 1819) under severe hypoxia. *J. World Aquac. Soc.* 2021;1–23. DOI: 10.1111/jwas.12777

- Estudio Nacional Fenómeno del Niño [ENFEN] (2024). Comisión Multisectorial Encargada del Estudio Nacional Del Fenómeno “El Niño”. ENFEN. enfen.imarpe.gob.pe/download/informe-tecnico-enfen-ano-10-n05-al-13-de-marzo-de-2024/?wpdmdl=1863&ind=1710538138759
- Fondo Nacional de Desarrollo Pesquero [FONDEPES] (2022). *Manual para una acuicultura sostenible cultivo de concha de abanico. Sistema nacional de acuicultura*. <http://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://rnia.produce.gob.pe/wp-content/uploads/2022/09/Manual-de-Concha-de-Abanico.pdf>
- Garreaud, R. D. (2018). A plausible atmospheric trigger for the 2017 coastal El Niño. *Int. J. Climatol.* doi:10.1002/joc.5426.
- Gómez-Gómez, M., Danglot-Banck, C., & Vega-Franco, L. (2003). Sinopsis de pruebas estadísticas no paramétricas. Cuándo usarlas. *Revista mexicana de pediatría*, 70(2).
- Guerra A. (2016). *Tecnología*. <http://www.fundame.org/cientificas/pdfs/ostricultura/capitulo4.pdf> [Consultado el día 10 de Agosto del 2017].
- Gutiérrez, D., Enríquez, E., Purca, S., Quipúzcoa, L., Marquina, R., Flores, G., Graco, M. (2008). Oxygenation episodes on the continental shelf of central Peru: Remote forcing and benthic ecosystem response. *Progress in Oceanography*, 79, 177-189
- Jacobo, C. (2018). *Análisis comparativo del crecimiento de argopecten purpuratus (Lamarck, 1819) en las zonas de sechura (5°S) y callao (12°S) durante el 2016*. [Tesis de maestría, Universidad Peruana Cayetano Heredia]. Repositorio institucional UPCH. <https://hdl.handle.net/20.500.12866/3821>
- Kanagusuku, K. (2009). *Evaluación de los bioincrustantes presentes en sistemas de cultivo suspendido de Argopecten purpuratus (Lamarck, 1819) “concha de abanico” en la bahía de Samanco – Chimbote*. [Tesis de pregrado, Universidad Ricardo Palma].

Repositorio institucional URP. <https://docplayer.es/38088761-Keny-kanagusukugondo.html>

Kluger C, Taylor H, Mendo J, Wolff M, Stotz, W, and Mendo J. (2018). From an open-access fishery to a regulated aquaculture business: the case of the most important Latin American bay scallop (*Argopecten purpuratus*). *Reviews in Aquaculture* (2018) 0, 1–17

Mendo, J. y Wolff, M. (2003). El impacto de El Niño sobre la producción de concha de abanico (*Argopecten purpuratus*) en bahía Independencia, Pisco, Perú. *Ecología Aplicada*, 2(1): 51-57.

Mendo J., Wolff, M., Mendo T. e Ysla L. (2016). Scallop fishery and culture in Peru. In: Shumway SE, Parsons J (eds) *Scallops – Biology, Ecology, Aquaculture, and Fisheries*, 3rd edn, pp. 1089–1109. Elsevier Science, Oxford.

Navarro, J. 2002. *Fisiología energética de pectínidos iberoamericanos. Los Moluscos Pectínidos de Iberoamérica: Ciencia y Acuicultura*. Cap. 3: 61-76. 92.

Peña B. J. 2001. Taxonomía, morfología, distribución y hábitat de los pectínidos iberoamericanos. En: Maeda-Martinez. *Los moluscos pectínidos de iberoamérica: ciencia y acuicultura. Mexico*. Cap 1: 1-25 pp.

Quispe, J., Vásquez, L., García, W., Correa, D., Pizarro, L., Tello, E., Domínguez, N., Morón O., Flores, R. (2021). *Efectos de El Niño Costero 2017 en la estructura termohalina y flujos geostróficos frente a la costa norte del Perú*. Bol Inst Mar Perú, 36(2): 385 - 408.

Romero, M. J. (2019). *Crecimiento de la concha de abanico argopecten purpuratus, (lamarck, 1819), en cultivo suspendido, a diferentes profundidades en bolsas, frente a la caleta san lucas de colán, piura – Perú*, 2017. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Piura].

Repositorio institucional
<http://repositorio.unp.edu.pe/handle/20.500.12676/2279>

- Sánchez, A. (2021). *La maricultura de concha de abanico (Argopecten purpuratus) en el Perú y su relación con el biocomercio*. [Tesis de pregrado, Pontificia Universidad Católica Del Perú]. Repositorio institucional PUCP. <http://hdl.handle.net/20.500.12404/21764>
- Sánchez Figueroa, C., Cortiñas Vázquez, P. y Tejera Martín, Í. (2007). Kolmogorov y sus aportaciones fundamentales. En IV Congreso Internacional de Historia de la Estadística y de la Probabilidad (257-264), Sevilla: Universidad de Huelva. <https://hdl.handle.net/11441/84105>
- Tarazona, J., Espinoza, R., Solís, M., & Arntz, W. (2007). Crecimiento y producción somática de la concha de abanico (*Argopecten purpuratus*) en Bahía Independencia, Pisco (Perú) comparados entre eventos El Niño y La Niña. *Revista de Biología Marina Y Oceanografía*, 42(3), 275–285.
- Tarazona, J., Paredes, C., Romero, L., Blaskovich, V., Guzman, S., Sanchez, S. (1985). *Características de la vida planctónica y colonización de los organismos bentónicos epilíticos durante el fenómeno El Niño*. Bol Inst Mar Perú, Volumen Extraordinario, 41-49.
- Toro J. M. Montoya, V. Martinez, D. Gutierrez y A. Vergara. 2010. Consecuencias de la autofecundación sobre la tasa de crecimiento y supervivencia de *Argopecten purpuratus*. *Arch Med Vet* 42, 63-70.
- Trausel J. y Sliker F. (2001). Compendium of molluscs preserved in museum collections photographs and layout. World register of marine species. [https://malacopics.nl/showimage.php?malacopicname=Pectinidae&image=Argopecten%20purpuratus%20\(6\).jpg](https://malacopics.nl/showimage.php?malacopicname=Pectinidae&image=Argopecten%20purpuratus%20(6).jpg)
- Wolff, M. y J. Mendo. (2000). Management of the Peruvian bay scallop (*Argopecten purpuratus*) metapopulation with regard to environmental change. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 10: 117-126

- Wolf M. 1985. Abundancia masiva y crecimiento de pre-adultos de la concha de abanico peruana (*Argopecten purpuratus*) en la zona de Pisco bajo condiciones de “El Niño” 1983. Pp. 87-90. En: Arntz, W., A. Landa y J. Tarazona (eds.). “*El Niño*” y su impacto en la fauna marina. Bol. Inst. Mar Perú – Callao, Vol. Ext
- Wolff, M. (1987). Population dynamics of the Peruvian scallop *Argopecten purpuratus* during the El Niño phenomenon of 1983, *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 44, 1684–1691. h c
- World Register of Marine Species [WORMS]. 2023 MolluscaBase eds. (2023). *Base de moluscos. Argopecten purpuratus (Lamarck, 1819)*. Accedido a través de: Registro Mundial de Especies Marinas en: <https://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=394269> el 2023-10-29
- Yamashiro C. y Mendo J. 1988. Crecimiento de la concha de abanico (*Argopecten purpuratus*) en la Bahía Independencia, Pisco, Perú. pp. 163-168. En: Salzwedel H. y A. Landa (eds.) Recursos y dinámica del ecosistema de afloramiento peruano. Bol. Inst. Mar Perú-Callao, Vol. extr.

IX. ANEXOS

Anexo A. Reporte de prueba de normalidad de mediciones utilizando SPSS

Prueba de normalidad para mediciones a 4 m de profundidad

Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Piso1_4M_A	,355	86	,000	,297	86	,000
Piso1_4M_E	,399	86	,000	,660	86	,000
Piso5_4M_A	,442	86	,000	,589	86	,000
Piso5_4M_E	,396	86	,000	,663	86	,000
Piso10_4M_A	,414	86	,000	,645	86	,000
Piso10_4M_E	,348	86	,000	,699	86	,000

a. Corrección de la significación de Lilliefors

Prueba de normalidad para mediciones a 8 m de profundidad

Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Piso1_8M_A	,360	90	,000	,696	90	,000
Piso1_8M_E	,311	90	,000	,336	90	,000

a. Corrección de la significación de Lilliefors

Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Piso5_8M_A	,411	98	,000	,651	98	,000
Piso5_8M_E	,417	98	,000	,640	98	,000

a. Corrección de la significación de Lilliefors

Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Piso10_8M_A	,375	94	,000	,677	94	,000
Piso10_8M_E	,352	94	,000	,712	94	,000

a. Corrección de la significación de Lilliefors

Prueba de normalidad para mediciones a 12 m de profundidad

Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Piso1_12M_A	,416	100	,000	,639	100	,000
Piso1_12M_E	,376	100	,000	,684	100	,000
Piso5_12M_A	,395	100	,000	,658	100	,000
Piso5_12M_E	,404	100	,000	,661	100	,000
Piso10_12M_A	,429	100	,000	,637	100	,000
Piso10_12M_E	,414	100	,000	,635	100	,000

a. Corrección de la significación de Lilliefors

Anexo B. Reportes de la prueba de Kruskal-Wallis, y prueba Post Hoc de Bonferroni.

NPAR TESTS

/K-W=Altura Grosor BY Profundidad(1 3)

/MISSING ANALYSIS.

Pruebas no paramétricas

[Conjunto_de_datos1] C:\Users\admin\Desktop\ DANIEL\Sin título\BS 13. junio 2024.sav

→ Prueba de Kruskal-Wallis

Rangos

	Profundidad	N	Rango promedio
Altura	4 m	3	8,00
	8 m	3	5,00
	12 m	3	2,00
	Total	9	
Grosor	4 m	3	8,00
	8 m	3	4,33
	12 m	3	2,67
	Total	9	

Estadísticos de contraste^{a,b}

	Altura	Grosor
Chi-cuadrado	7,200	6,056
gl	2	2
Sig. asintót.	,027	,048

a. Prueba de Kruskal-Wallis

b. Variable de agrupación:
Profundidad

Resumen de prueba de hipótesis

	Hipótesis nula	Test	Sig.	Decisión
1	La distribución de Altura es la misma entre las categorías de Profundidad.	Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes	,027	Rechazar la hipótesis nula.

Se muestran las significancias asintóticas. El nivel de significancia es ,05.

Cada nodo muestra el rango de media de muestras de Profundidad.

Muestra1-Muestra2	Prueba estadística	Error típico	Desv. Prueba estadística	Sig.	Sig. ady.
12 m-8 m	3,000	2,236	1,342	,180	,539
12 m-4 m	6,000	2,236	2,683	,007	,022
8 m-4 m	3,000	2,236	1,342	,180	,539

Cada fila prueba la hipótesis nula que las distribuciones de la Muestra 1 y la Muestra 2 son las mismas.

Se muestran las significancias asintóticas (pruebas de 2 caras). El nivel de significancia es ,05.

Resumen de prueba de hipótesis

	Hipótesis nula	Test	Sig.	Decisión
1	La distribución de Grosor es la misma entre las categorías de Profundidad.	Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes	,048	Rechazar la hipótesis nula.

Se muestran las significancias asintóticas. El nivel de significancia es ,05.

Cada nodo muestra el rango de media de muestras de Profundidad.

Muestra1-Muestra2	Prueba estadística	Error típico	Desv. Prueba estadística	Sig.	Sig. ady.
12 m-8 m	1,667	2,217	,752	,452	1,000
12 m-4 m	5,333	2,217	2,405	,016	,048
8 m-4 m	3,667	2,217	1,654	,098	,295

Cada fila prueba la hipótesis nula que las distribuciones de la Muestra 1 y la Muestra 2 son las mismas.
Se muestran las significancias asintóticas (pruebas de 2 caras). El nivel de significancia es ,05.

Anexo D. Mediciones de temperatura del agua durante el periodo de investigación

		1 LINEA DE CULTIVO A2	2 LINEA DE CULTIVO A3	3 LINEA DE CULTIVO A4
FECHA	Hora	1 T agua (c°)	2 T agua (c°)	3 T agua (c°)
15/01/2024	08:30	20.5	18.2	17.5
	12:00	21	19.6	20.8
	17:00	20.7	19	16
25/01/2024	08:30	21.2	17.5	18
	12:00	21.8	18.2	19.2
	17:00	22	18.5	16.7
5/02/2024	08:30	20.1	18.1	18.5
	12:00	22.5	19.2	19
	17:00	23.2	19.3	17.6
15/02/2024	08:30	21	19.2	19.2
	12:00	22.3	20.2	20.1
	17:00	22.4	20.8	18.4
27/02/2024	08:30	20.1	19.1	18.9
	12:00	20.2	19.4	18.6
	17:00	22.4	20.4	17.5
8/03/2024	08:30	18.9	18	17.5
	12:00	20.2	19.2	17.8
	17:00	22.1	20.3	16

Anexo E. Sistema de cultivo L21 a 4m de profundidad a los 32 días de iniciado la siembra



Anexo F. Sistema de cultivo L21 a 8m de profundidad a los 32 días de iniciado la siembra



Anexo G. Sistema de cultivo L21 a 12m de profundidad a los 32 días de iniciado la siembra



Anexo H. Sistema de cultivo L21 a 4m de profundidad a los 65 días de iniciado la siembra



Anexo I. Sistema de cultivo L21 a 8m de profundidad a los 65 días de iniciado la siembra



Anexo J. Sistema de cultivo L21 a 12m de profundidad a los 65 días de iniciado la siembra



Anexo K. Toma de datos durante la biometría de los sistemas L21