



**UTMACH**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**

**CARRERA DE ACUICULTURA**

**Evaluación de la tasa de crecimiento de la concha prieta "Anadara tuberculosa" cultivada en los efluentes de una piscina camaronera**

**VALVERDE BENITEZ ANGIE ANTONELLA  
INGENIERA ACUICOLA**

**MACHALA  
2024**



**UTMACH**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**

**CARRERA DE ACUICULTURA**

**Evaluación de la tasa de crecimiento de la concha prieta "Anadara tuberculosa" cultivada en los efluentes de una piscina camaronera**

**VALVERDE BENITEZ ANGIE ANTONELLA  
INGENIERA ACUICOLA**

**MACHALA  
2024**



**UTMACH**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**

**CARRERA DE ACUICULTURA**

**PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN**

**Evaluación de la tasa de crecimiento de la concha prieta “Anadara tuberculosa” cultivada en los efluentes de una piscina camaronera**

**VALVERDE BENITEZ ANGIE ANTONELLA  
INGENIERA ACUICOLA**

**VELASQUEZ LOPEZ PATRICIO COLON**

**MACHALA  
2024**

# Evaluación de la tasa de crecimiento de la concha prieta "Anadara tuberculosa" cultivada en los efluentes de una piscina camaronera

## INFORME DE ORIGINALIDAD

6%

INDICE DE SIMILITUD

10%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

0%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="http://dc.revistaespacios.com">dc.revistaespacios.com</a> Fuente de Internet	5%
2	<a href="http://paperity.org">paperity.org</a> Fuente de Internet	1%
3	<a href="http://www.researchgate.net">www.researchgate.net</a> Fuente de Internet	<1%
4	<a href="http://1library.co">1library.co</a> Fuente de Internet	<1%
5	<a href="http://repositorio.unimagdalena.edu.co">repositorio.unimagdalena.edu.co</a> Fuente de Internet	<1%
6	<a href="http://www.coursehero.com">www.coursehero.com</a> Fuente de Internet	<1%
7	<a href="http://www.locus.ufv.br">www.locus.ufv.br</a> Fuente de Internet	<1%
8	<a href="http://mail.polodelconocimiento.com">mail.polodelconocimiento.com</a> Fuente de Internet	<1%

## **CLÁUSULA DE CESIÓN DE DERECHO DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL**

La que suscribe, VALVERDE BENITEZ ANGIE ANTONELLA, en calidad de autora del siguiente trabajo escrito titulado Evaluación de la tasa de crecimiento de la concha prieta “Anadara tuberculosa” cultivada en los efluentes de una piscina camaronera, otorga a la Universidad Técnica de Machala, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tiene potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

La autora declara que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Técnica de Machala. Se autoriza a transformar la obra, únicamente cuando sea necesario, y a realizar las adaptaciones pertinentes para permitir su preservación, distribución y publicación en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad Técnica de Machala.

La autora como garante de la autoría de la obra y en relación a la misma, declara que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que asume la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

Aceptando esta licencia, se cede a la Universidad Técnica de Machala el derecho exclusivo de archivar, reproducir, convertir, comunicar y/o distribuir la obra mundialmente en formato electrónico y digital a través de su Repositorio Digital Institucional, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico.



**VALVERDE BENITEZ ANGIE ANTONELLA**

**0704610484**

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar, quiero agradecer a Dios, su guía ha sido mi luz en los momentos de incertidumbre, y su amor me ha acompañado en cada paso del camino.

A mis padres quienes, con su amor incondicional y su apoyo inquebrantable, han sido el motor que me ha impulsado a alcanzar mis metas. Gracias por creer en mí, por cada sacrificio, por ser mi pilar y ejemplo que me inspira a seguir adelante.

A mis hermanos Ashley y James, por ser mis compañeros de vida, gracias por estar siempre a mi lado, brindándome ánimo y alegría cuando más los necesitaba.

A mis abuelos, quienes con su cariño y sabiduría me han enseñado el valor de la perseverancia y el esfuerzo.

A mi novio Carlitos, cuyo cariño y apoyo incondicional han hecho que cada paso de este camino sea más llevadero. Gracias por tu amor y tu paciencia.

A mis amigos Hans y Julio, gracias por cada momento compartido, su amistad ha sido un apoyo fundamental durante todo este proceso.

Finalmente, a ti Totito, este logro es el fruto de tu constancia, de tu pasión, de tu determinación y perseverancia. Hoy, te doy las gracias por creer en ti, por mantener la fe en que podías alcanzar esta meta a pesar de las pruebas y por ser fiel a tus sueños.

Este es solo el comienzo de todo lo que puedes lograr. Gracias por nunca rendirte.

Su cariño es un tesoro que llevo conmigo en cada etapa de mi vida, este logro es de todos ustedes, con amor, Angie.

## CONTENIDOS

I.	INTRODUCCIÓN.....	12
1.1	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	13
1.2	JUSTIFICACION.....	13
1.3	OBJETIVOS .....	13
1.3.1	1.3.1 OBJETIVO GENERAL .....	13
1.3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	14
1.4	MARCO TEORICO .....	14
1.4.1	NOMBRE CIENTÍFICO, NOMBRES VULGARES Y DISTRIBUCIÓN 14	
1.4.2	FISIOLOGÍA.....	14
1.4.3	DESCRIPCIÓN ANATÓMICA DE “ <i>Anadara tuberculosa</i> ” .....	16
1.5	BIOLOGÍA Y ECOLOGÍA DE “ <i>Anadara tuberculosa</i> ” .....	18
1.5.1	CICLO DE VIDA Y CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS DEL BIVALVO .....	18
1.5.2	SALINIDAD Y CONDICIONES MÍNIMAS DE CALIDAD DE AGUA 19	
1.6	MORTALIDAD Y SUPERVIVENCIA .....	20
1.7	CULTIVO DE BIVALVOS.....	21
1.7.1	CRECIMIENTO Y DESARROLLO DE “ <i>Anadara tuberculosa</i> ” EN CONDICIONES DE CULTIVO .....	21

1.7.2	CARACTERÍSTICAS DE LOS EFLUENTES DE PISCINAS CAMARONERAS .....	21
1.7.3	CALIDAD FÍSICO-QUÍMICA DE LOS EFLUENTES DE PISCINAS CAMARONERAS .....	22
1.7.4	CONCENTRACIÓN Y COMPOSICIÓN DE FITOPLANCTON DEL AGUA	23
1.8	SEGURIDAD ALIMENTARIA .....	24
II.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	26
2.1.1	UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	26
2.1.2	MATERIALES Y EQUIPOS.....	26
2.1.3	METODOLOGIA .....	27
2.1.4	MÉTODO DE CULTIVO DE “ <i>Anadara tuberculosa</i> ” .....	27
2.1.5	DISEÑO EXPERIMENTAL.....	28
2.1.6	ANÁLISIS DEL CRECIMIENTO .....	29
2.1.7	ANÁLISIS DE CALIDAD DE AGUA.....	29
2.1.8	ANÁLISIS DE NUTRIENTES .....	29
2.1.9	ANÁLISIS DE MICROBIOLOGÍA DEL PRODUCTO FINAL .....	29
2.1.10	COMPARACION VISUAL DE LA ANATOMIA INTERNA DEL PRODUCTO FINAL .....	31
III.	RESULTADOS .....	31
3.1	TASA DE CRECIMIENTO (TCS) .....	31
3.1.1	TCS - TAMAÑO (cm).....	31

3.1.2	TCS - PESO (g).....	33
3.1.3	PARAMETROS DE CALIDAD DE AGUA .....	35
3.1.4	pH.....	35
3.1.5	TEMPERATURA .....	36
3.1.6	7.2.3 TURBIDEZ.....	36
3.1.7	SALINIDAD.....	37
3.2	NUTRIENTES EN EL AGUA.....	38
3.2.1	AMONIO.....	38
3.2.2	NITRITOS.....	39
3.2.3	NITRATOS.....	40
3.3	ANALISIS MICROBIOLÓGICO DEL PRODUCTO FINAL.....	41
3.3.1	CONCENTRACIONES OBTENIDAS DEL ANALISIS MICROBIOLÓGICO DEL PRODUCTO FINAL.....	42
IV.	DISCUSIÓN .....	43
4.1	TASA DE CRECIMIENTO – TAMAÑO .....	43
4.1.1	8.1.1 TASA DE CRECIMIENTO – PESO .....	44
4.1.2	ANALISIS DE CORRELACIÓN ENTRE LAS VARIABLES TALLA Y PESO	45
4.2	PARAMETROS DE CALIDAD DE AGUA .....	46
4.2.1	pH.....	46
4.2.2	TEMPERATURA .....	47
4.2.3	TURBIDEZ.....	48

4.2.4	SALINIDAD.....	48
4.2.5	AMONIO.....	49
4.2.6	NITRITOS.....	50
4.2.7	NITRATOS.....	50
4.3	CONCENTRACIONES OBTENIDAS DEL ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DEL PRODUCTO FINAL.....	51
4.4	IMPLICACIONES DEL SISTEMA DE SOSTENIMIENTO DE “ <i>Anadara tuberculosa</i> ” EN PISCINAS CAMARONERAS SOBRE LA CALIDAD DEL PRODUCTO FINAL.....	53
V.	CONCLUSIONES.....	60
VI.	RECOMENDACIONES.....	61
VII.	BIBLIOGRAFÍA.....	62
VIII.	ANEXOS.....	69

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1:</b> Taxonomía de "Anadara tuberculosa" .....	14
<b>Tabla 2</b> Descripción de los tratamientos y sus tallas.....	27
<b>Tabla 3</b> Descripción de los tratamientos y sus densidades .....	27
<b>Tabla 4</b> Tasa de crecimiento semanal de tamaño (cm) - Adulto Inicial.....	31
<b>Tabla 5</b> Tasa de crecimiento semanal de tamaño (cm) - Adulto Intermedio.....	32
<b>Tabla 6</b> Tasa de crecimiento semanal de tamaño (cm) - Adulto Avanzado.....	32
<b>Tabla 7</b> Tasa de crecimiento semanal en peso (g) - Adulto Inicial .....	33
<b>Tabla 8</b> Tasa de crecimiento semanal en peso (g) - Adulto Intermedio.....	34
<b>Tabla 9</b> Tasa de crecimiento semanal en peso (g) - Adulto Avanzado.....	34
<b>Tabla 10</b> pH promedio semanal en horarios de 6 A.M. y 6 P.M.....	35
<b>Tabla 11</b> Promedio semanal de la temperatura del agua en horarios de 6 A.M. y 6 P.M. .....	36
<b>Tabla 12</b> Promedio semanal de la turbidez (cm) en 3 momentos del día 6 A.M, post- recambio y 6 P.M. ....	36
<b>Tabla 13</b> Promedio semanal de salinidad (%) durante 8 semanas de cultivo.....	37
<b>Tabla 14</b> Promedios semanales de amonio (NH <sub>4</sub> ) registrados durante 8 semanas de cultivo .....	39
<b>Tabla 15</b> Promedios semanales de Nitritos (NO <sub>2</sub> ) registrados durante 8 semanas de cultivo .....	40
<b>Tabla 16</b> Promedios semanales de Nitratos (NO <sub>3</sub> ) registrados durante 8 semanas de cultivo .....	40
<b>Tabla 17</b> Comparación de la carga de coliformes totales en agar Macconkey.....	41
<b>Tabla 18</b> Concentraciones de coliformes totales en muestras de diferente procedencia	42
<b>Tabla 19</b> Muestras de "Anadara tuberculosa" de diferentes procedencias.....	55

<b>Tabla 20</b> Contraste de coloración de la cavidad interna de “Anadara tuberculosa” .....	56
<b>Tabla 21</b> Tamaño de órganos internos de “Anadara tuberculosa” .....	59

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Vista exterior e interior de <i>Anadara tuberculosa</i> mostrando los tubérculos ...	17
<b>Figura 2</b> Vista exterior e interior de <i>Anadara tuberculosa</i> mostrando los tubérculos ...	17
<b>Figura 3</b> Características internas y externas de las valvas de una concha típica de un molusco bivalvo .....	17
<b>Figura 4</b> Morfología de las colonias en agar MacConkey .....	25
<b>Figura 5</b> Camaronera SERTURSA S.A, Isla Calavera .....	26
<b>Figura 6</b> Diseño gráfico de la linterna .....	28
<b>Figura 7</b> pH promedio semanal en horarios de 6 A.M. y 6 P.M. ....	35
<b>Figura 8</b> Promedio semanal de la temperatura del agua en horarios de 6 A.M. y 6 P.M. ....	36
<b>Figura 9</b> Promedio semanal de la turbidez (cm) en 3 momentos del día 6 A.M, post-recambio y 6 P.M. ....	37
<b>Figura 10</b> Promedio semanal de salinidad (%) durante 8 semanas de cultivo .....	38
<b>Figura 11</b> Variación de la concentración de amonio (NH <sub>4</sub> ) durante 8 semanas de cultivo .....	39
<b>Figura 12</b> Variación de la concentración de Nitritos (NO <sub>2</sub> ) durante 8 semanas de cultivo .....	40
<b>Figura 13</b> Variación de la concentración de Nitratos (NO <sub>3</sub> ) durante 8 semanas de cultivo .....	41
<b>Figura 14</b> TCS en tamaño (cm) de “ <i>Anadara tuberculosa</i> ” durante 8 semanas .....	43
<b>Figura 15</b> TCS en peso(g) de “ <i>Anadara tuberculosa</i> ” durante 8 semanas .....	44
<b>Figura 16</b> Concentración de coliformes totales de “ <i>Anadara tuberculosa</i> ” de diferentes procedencias .....	51

## I. INTRODUCCIÓN

En la provincia de El Oro la seguridad alimentaria de las conchas *Anadara tuberculosa* es un tema de constante preocupación, generalmente estos moluscos cuando se los recoge de su entorno natural suelen llegar contaminadas hasta el consumidor. Este bivalvo es ampliamente distribuido en las costas del Pacífico, juega un papel importante en los ecosistemas acuáticos y en la economía de zonas costeras donde sirve como una fuente de sustento y alimentación para diversas comunidades. Factores como la sobrepesca y la contaminación ambiental han causado que disminuyan las poblaciones naturales de este molusco bivalvo tan apreciado en el país, esto amenaza la disponibilidad de este recurso valioso.

En el presente estudio, como alternativa a esta problemática, se ha realizado el cultivo de esta especie en linternas en aguas provenientes de piscinas de camarón, esta es una manera sostenible de reducir la presión sobre poblaciones silvestres de *Anadara tuberculosa* y de generar ingresos extras a los productores camaroneros, que enfrentan desafíos económicos tras la creciente crisis en los precios del camarón ecuatoriano. El objetivo principal de este trabajo de titulación es evaluar las tasas de crecimiento de *Anadara tuberculosa* cultivada en los efluentes de piscinas camaroneras, analizando cómo los parámetros físico-químicos del agua influyen en su desarrollo, y cómo la presencia de estos bivalvos puede reducir el impacto que se generan en los efluentes acuícolas. Este trabajo de titulación contribuye al desarrollo de prácticas más sostenibles en el sector acuícola ecuatoriano y a buscar nuevas alternativas de producción de moluscos en el país.

## **1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

La concha prieta “*Anadara tuberculosa*” tiene una gran relevancia tanto ecológica como económica en los ecosistemas estuarinos de las regiones estuarinas y en las costas del país donde existe manglar. Sin embargo, existen escasos estudios desarrollados para entender la capacidad de crecimiento y el mejoramiento de la calidad del organismo para la alimentación humana. Por esta razón, se plantea la necesidad de desarrollar estrategias efectivas de cultivo de *Anadara tuberculosa* que sean sostenibles y capaces de garantizar un suministro constante y seguro de este recurso alimentario esencial.

## **1.2 JUSTIFICACION**

Debido a los precios reducidos del camarón, existe una tendencia a explorar sistemas de policultivos sostenibles con el fin de generar ingresos económicos adicionales.

Además, se observa que los organismos de “*Anadara tuberculosa*” capturados por la comunidad conchera, al ser filtradores no selectivos presentan problemas relacionados con enfermedades debido a que el ambiente en el que se desarrollan está contaminado por diferentes sustancias como metales pesados, toxinas, virus y bacterias que constituyen un riesgo para la salud del consumidor.

Por esta razón, surge la importancia de implementar estrategias que permitan generar resultados sobre métodos de cultivo tendientes a mejorar la calidad del producto y entender el ritmo de crecimiento de “*Anadara tuberculosa*” cultivadas en sistemas camaroneros.

## **1.3 OBJETIVOS**

### **1.3.1 1.3.1 OBJETIVO GENERAL**

Evaluar el crecimiento de la concha prieta “*Anadara tuberculosa*” cultivada en los efluentes de una piscina camaronera.

### 1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar el crecimiento de la concha prieta “*Anadara tuberculosa*”.
- Analizar la influencia de los parámetros físico-químicos en el crecimiento del bivalvo “*Anadara tuberculosa*”.
- Determinar la influencia de la “*Anadara tuberculosa*” sobre la calidad de agua de los efluentes camaroneros.

### 1.4 MARCO TEORICO

#### 1.4.1 NOMBRE CIENTÍFICO, NOMBRES VULGARES Y DISTRIBUCIÓN

Según Nasevilla et al. (2022), “*Anadara tuberculosa*” (Sowerby 1833) es un molusco bivalvo de la familia Arcidae, cuya distribución geográfica abarca desde Punta Telégrafo, en el norte de Perú, hasta la Laguna San Ignacio en Baja California Sur, México. Este bivalvo ha sido registrado en diversos países como Perú, Ecuador, Colombia, Panamá, Nicaragua, Costa Rica, Guatemala, El Salvador, Honduras, y México.

**Tabla 1:** Taxonomía de “*Anadara tuberculosa*”

<b>Phylum</b>	Mollusca
<b>Clase</b>	Pelecipoda
<b>Clase</b>	Bivalvia Linnaeus
<b>Subclase</b>	Autobranchia
<b>Orden</b>	Arcoida
<b>Familia</b>	Arcidae
<b>Género</b>	<i>Anadara</i>
<b>Especie</b>	<i>tuberculosa</i>

**Fuente:** Elaboración por Keen (1971) y Marín Abanto (2013)

#### 1.4.2 FISIOLÓGÍA

“*Anadara tuberculosa*” se caracteriza por tener una concha equivalente, inequilateral, de forma ovalada y gruesa, con una estructura robusta y ligeramente alargada. Su tamaño varía entre 30 y 70 mm de longitud, con un diámetro que oscila entre

27 y 48 mm, aunque algunos ejemplares pueden llegar hasta los 110 mm. En la provincia de El Oro, la talla promedio registrada para los individuos muestreados de esta especie es de 43,2 mm (Nasevilla et al., 2022).

La concha de *Anadara tuberculosa* está adornada con entre 33 y 37 costillas radiales redondeadas y relativamente cercanas, que presentan un borde dorsal ligeramente angulado en ambos extremos. Estas costillas a menudo muestran nódulos o tubérculos, especialmente en el borde anterior. La concha, de color blanco, está cubierta por una capa de perióstraco de color marrón o negro, que es gruesa y arrugada, y suele estar desgastada en la región de los umbos (Ardila, Navas y Reyes, 2002). La chamela es larga, delgada y bastante recta, con bordes internos que presentan marcadas crenulaciones alineadas con las costillas externas. La cavidad umbonal de la concha, que es de color blanco, frecuentemente muestra un leve matiz púrpura claro (Mendoza & Alvitres, 2013).

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2006), los términos anatómicos utilizados para describir las partes de los bivalvos son los mismos que se emplean para otros animales, a pesar de que estos moluscos no presentan una cabeza ni una cola claramente definidas. El umbo, que es la zona de la charnela donde se conectan las valvas, se ubica en la parte dorsal del animal, mientras que la región contraria corresponde al margen ventral.

En especies con sifones, como las almejas, el pie está situado en la parte anterior-ventral, mientras que los sifones se encuentran en la región posterior. En las ostras, la región anterior se ubica en la chamela, y en las vieiras, la boca y el pie rudimentario se encuentran en esta misma área. Al retirar cuidadosamente una de las valvas, es posible observar las partes blandas o pulpa, que son valiosas tanto comercial como culinariamente. Entre las principales partes blandas se incluyen el manto, el músculo

aductor, las branquias, el pie, así como los sistemas digestivo, circulatorio, nervioso y urogenital (FAO, 2006).

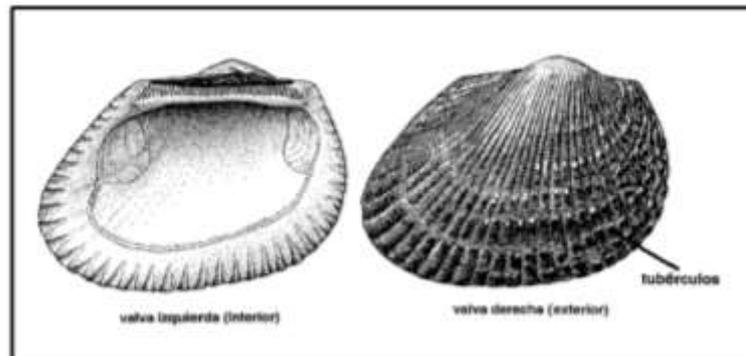
Los organismos de esta especie son dioicos, lo que significa que hay machos y hembras con sexos separados. En individuos maduros, el tejido gonadal cubre la región interna distal del pie y envuelve la parte dorsal del cuerpo. Según Cruz (1984), las gónadas se encuentran en la región supero-lateral de las vísceras, rodeando casi por completo el intestino y el estómago, y están delimitadas dorsalmente por los riñones y el hepatopáncreas (García-Domínguez et al., 2008).

Determinar el sexo de los ejemplares sexualmente maduros y en proceso de maduración es relativamente sencillo debido al color de los productos sexuales: los machos presentan productos sexuales de color blanquecino y una consistencia pegajosa, mientras que las hembras tienen productos sexuales de apariencia granular y color anaranjado. Entre los indicadores utilizados para la caracterización morfométrica de estos organismos se incluyen la longitud (largo, ancho y alto), el peso de la concha, el peso de la carne o pulpa, el rendimiento y la proporción de sexos.

#### **1.4.3 DESCRIPCIÓN ANATÓMICA DE “*Anadara tuberculosa*”**

El color externo de la concha es generalmente oscuro a negro, mientras que su interior es más claro, frecuentemente blanco. En la parte superior de la concha se encuentra el umbo, que es prominente y curvado hacia adelante. Además, se pueden observar líneas de crecimiento concéntricas en la concha, que indican las etapas de crecimiento del molusco (Vega et al., 2021).

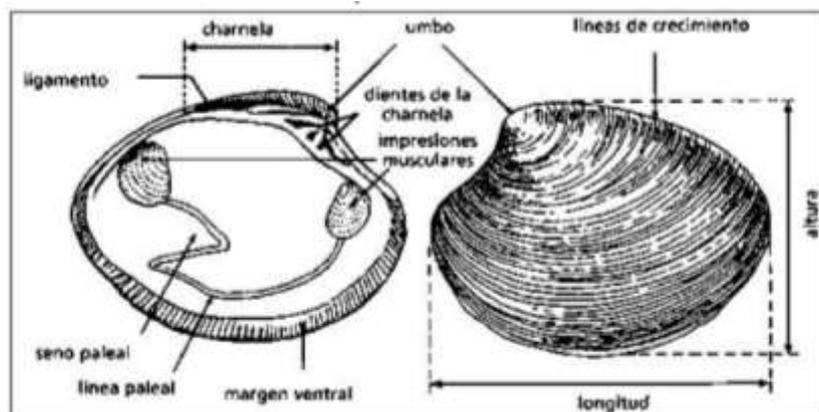
**Figura 1** Vistas externa e interna de *Anadara tuberculosa* destacando los tubérculos en la concha



**Fuente:** Modificado de Fischer, Krupp, Schneider, Sommer, Carpenter y Niem (1995)

En cuanto a morfología interna, *Anadara tuberculosa* posee dos músculos aductores que permiten la apertura y cierre de la concha. Su sistema respiratorio incluye branquias bien desarrolladas que facilitan el intercambio de gases y la filtración de alimentos del agua circundante. El sistema digestivo de esta especie comprende una boca, un esófago, un estómago y un intestino que desemboca en un ano, situado cerca del sifón exhalante. Asimismo, presenta dos sifones, el inhalante y el exhalante, utilizados para la circulación de agua dentro y fuera del cuerpo del molusco (Robles P. et al., 2022).

**Figura 3** Aspectos internos y externos de las valvas en una concha típica de molusco bivalvo



**Fuente:** Cesari y Pellizzato (1990) y FAO (2006).

Habita en las zonas intermareales y submareales poco profundas de las costas del Pacífico Oriental, extendiéndose desde Baja California hasta Perú. Prefiere los fondos fangosos o arenosos, donde se entierra parcialmente en el sedimento, adaptándose a su entorno marino (Vega et al., 2021).

## **1.5 BIOLOGÍA Y ECOLOGÍA DE “*Anadara tuberculosa*”**

### **1.5.1 CICLO DE VIDA Y CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS DEL BIVALVO**

El ciclo de vida del género *Anadara* se distingue por varios aspectos importantes: estos moluscos presentan un hábito sedentario, una tasa de crecimiento lenta y fecundación externa. La larva planctónica, que tiene una vida corta, se adhiere a un sustrato o a conchas adultas, y el desove ocurre durante todo el año (Sanmartin Freire et al., 2022).

En un estudio de Vera et al. (2022), llevado a cabo en el Pacífico colombiano, proporcionan una iconografía que ilustra el ciclo de vida de *Anadara tuberculosa*, destacando la secuencia espacial y temporal de las diferentes fases de vida de esta especie. De acuerdo con los autores, el ciclo de vida de *Anadara tuberculosa* abarca las siguientes etapas: huevo, larva (trocófora, velíger, con umbo, oculada o pedivelíger), juvenil y adulto. La reproducción inicia cuando los individuos alcanzan una talla de 44 mm, lo cual puede suceder aproximadamente a los 12 meses de edad. A partir de ese punto, se consideran adultos y tienen una vida útil de 4 años en la pesquería. Aunque la reproducción ocurre durante todo el año, la principal época de maduración puede variar en función de las condiciones ambientales de cada región.

Las condiciones ambientales del hábitat en el que se desarrollan los moluscos bivalvos influyen en su composición bioquímica, tanto en términos de nutrientes

esenciales como de composición proximal, lo que genera variaciones estacionales, geográficas y de profundidad. Además, estas variaciones están asociadas con las distintas etapas de desarrollo, así como con el manejo y la dieta (Prado et al., 2022).

Un estudio realizado en Costa Rica analizó la composición proximal en base seca de *Anadara tuberculosa*, encontrando que contiene un 61,6% de proteínas, un 21,6% de carbohidratos, un 8,8% de cenizas y un 7,9% de lípidos, con un valor calórico de 5,2 kcal/g. Estas características hacen que *Anadara tuberculosa* sea un alimento ideal para el consumo humano, debido a su alto contenido proteico y energético, además de su bajo contenido en grasas (Gamboa, 2019) .

### **1.5.2 SALINIDAD Y CONDICIONES MÍNIMAS DE CALIDAD DE AGUA**

Silva-Benavides y Bonilla-Carrión (2001) coinciden en que a salinidades elevadas (10-34 ppt) se observa una mayor abundancia de *Anadara tuberculosa*. En un estudio realizado por Campos et al. (1990), se identificó que en los ecosistemas de manglar con salinidades bajas (8-11 ppt) no se encontraba esta especie, mientras que en salinidades de 16-29 ppt sí se registró su presencia, con mayores densidades poblacionales. Estos hallazgos son respaldados por Vega (1994), quien indicó que los picos de desove están asociados con salinidades elevadas. Silva-Benavides y Bonilla-Carrión (2001) también informan que las altas concentraciones de salinidad favorecen el proceso reproductivo de *Anadara tuberculosa*, confirmando así estos resultados.

En un estudio realizado en Perú, Mendoza y Alvitres (2013) reportaron que la concentración mensual promedio de fitoplancton, esencial para el crecimiento y la supervivencia de *Anadara tuberculosa*, alcanzó 814,135 células por litro.

Según García-Domínguez et al. (2008), existe una correlación significativa ( $r = 0.72$ ,  $P < 0.05$ ) entre la frecuencia de individuos en fase de desarrollo gonadal de *Anadara*

*tuberculosa* y la disponibilidad de alimento. Los autores sugieren que el desarrollo gametogénico de estos moluscos depende del alimento ingerido directamente del entorno, mientras que el desove puede mantenerse mediante reservas energéticas almacenadas.

Por otro lado Lucero et al. (2012), indica que el desarrollo gonadal de *Anadara tuberculosa* que se obtiene tanto del alimento consumido en el entorno como de las reservas acumuladas. Además, señala que los períodos de mayor disponibilidad de alimento coinciden con el desarrollo gonadal y que la estacionalidad de este proceso está relacionada con el uso de las reservas almacenadas durante épocas de abundancia.

## **1.6 MORTALIDAD Y SUPERVIVENCIA**

En el medio natural, los moluscos bivalvos experimentan una alta mortalidad en sus fases juveniles, alcanzando tallas comerciales en porcentajes muy bajos (Zapata-Vívenes et al., 2023). En el estudio realizado por Mendoza (2013), se observó que la supervivencia fue mayor en el tratamiento T1 (20 individuos/m<sup>2</sup>), alcanzando un 60,7%. Este resultado concuerda con el de Rincón et al. (2021), quienes demostraron que en corrales ubicados dentro del manglar, con una densidad de 20 individuos/m<sup>2</sup>, se puede lograr una supervivencia del 60 al 70%.

Por su parte, Romero-Estévez et al. (2020) reportaron que el cultivo en canastas alcanzó una supervivencia del 85%. A partir de estos datos, se concluye que es necesario profundizar en los estudios sobre los requerimientos nutricionales y ambientales de *A. tuberculosa*, con el objetivo de establecer un plan de manejo más efectivo. La conservación del manglar, la extracción en condiciones naturales, y el manejo acuícola de *A. tuberculosa* requieren el desarrollo continuo de procesos de investigación y desarrollo en todas las áreas para lograr una sostenibilidad a largo plazo.

## **1.7 CULTIVO DE BIVALVOS**

### **1.7.1 CRECIMIENTO Y DESARROLLO DE “*Anadara tuberculosa*” EN CONDICIONES DE CULTIVO**

Al analizar las características principales del ciclo de vida de las especies del género *Anadara*, se destacan varios aspectos: estas especies tienen un hábito sedentario y una tasa de crecimiento lenta. La fecundación es externa, generando larvas planctónicas de vida corta que posteriormente se fijan en el sustrato o sobre conchas adultas. El desove ocurre durante todo el año. En el caso de *Anadara* (específicamente *A. tuberculosa* y *A. similis*), su existencia está estrechamente vinculada al ecosistema de manglares en el Pacífico sudamericano. Estas especies presentan conchas de morfología muy similar y forman bancos naturales multiespecíficos. Dichos bancos están sujetos a la misma presión pesquera y se comercializan como una sola especie, lo que facilita su evaluación conjunta (Lucero et al., 2023).

### **1.7.2 CARACTERÍSTICAS DE LOS EFLUENTES DE PISCINAS CAMARONERAS**

La investigación sobre la calidad del agua en efluentes de granjas camaroneras ha sido abordada por varios estudios (Barraza-Guardado et al., 2014; Ramos, 2010; Zaldívar-Jiménez et al., 2012). Estos estudios destacan que los efluentes de estas granjas pueden tener un impacto significativo debido a las altas cargas de sólidos en suspensión y materia orgánica.

VARIABLES como el volumen de agua, los sólidos en suspensión, los nutrientes, las cargas bacterianas, las algas y el contenido de proteína en los alimentos balanceados es un factor clave que influye en la calidad de los efluentes (Zaldívar-Jiménez et al., 2012). Además, el tipo de cultivo (dulceacuícola, estuarino o marino) y la ubicación geográfica también son determinantes significativos (Castine et al., 2013). Según los estudios, la

salinidad del agua juega un papel crucial, afectando el porcentaje de sedimentación debido a una mayor asociación iónica de sales disueltas como ácidos húmicos y arcillas (Castine et al., 2013; Ramos, 2010).

La variabilidad en la contaminación de los efluentes de las granjas camaroneras varía según el sistema de cultivo y la ubicación geográfica, ya sea continental o insular. Estas diferencias están estrechamente relacionadas con las condiciones actuales de los cuerpos de agua, incluyendo la carga de nutrientes, sólidos en suspensión, materia orgánica, y los niveles de fósforo y nitrógeno (Barraza-Guardado et al., 2014; Ngo et al., 2017; Ramos, 2010; Zaldívar-Jiménez et al., 2012).

### **1.7.3 CALIDAD FÍSICO-QUÍMICA DE LOS EFLUENTES DE PISCINAS CAMARONERAS**

Según Guerrero (2000) , los efluentes pueden aumentar considerablemente la carga de nutrientes en el entorno costero. Por ello, es esencial diseñar sistemas de tratamiento para estos efluentes con el fin de disminuir los contaminantes, proteger el medio ambiente y prevenir el deterioro del ecosistema.

Los principales componentes del agua que son alterados por los efluentes de granjas acuícolas incluyen nitrógeno y fósforo, tanto en sus fracciones orgánicas como inorgánicas, materia orgánica (principalmente en forma particulada de diverso origen) y sólidos suspendidos (Queiroz et al., 2020). Algunos de estos indicadores, como los relacionados con la productividad primaria (clorofila y oxígeno disuelto) y los nutrientes (nutrientes inorgánicos disueltos), han sido utilizados para crear índices que determinan el estado trófico de los ecosistemas y su tendencia ambiental (Vollenweider et al., 1988).

La calidad del sedimento es un factor crucial en los estudios sobre el impacto ambiental de los efluentes. El sedimento puede servir como destino final o temporal para

numerosos contaminantes, como materia orgánica, metabolitos nitrogenados y fosforados, y metales pesados. Algunos de estos componentes pueden ser capturados y enterrados, permaneciendo en el sedimento durante largos periodos. El deterioro de la calidad del sedimento afecta significativamente a las comunidades bióticas asociadas, como la fauna bentónica, las macroalgas y los pastos marinos (Navarrete Álava et al., 2022).

Varios procesos biológicos y biogeoquímicos facilitan el intercambio entre los componentes del sedimento y la columna de agua, afectando a otras comunidades bióticas, como el fitoplancton y el zooplancton (Bui et al., 2012). Entre los efectos más significativos de las granjas marinas de peces sobre el sedimento en áreas adyacentes se incluyen la creación de condiciones altamente reducidas y anóxicas, una alta demanda bioquímica de oxígeno, la producción de ácido sulfhídrico y la disminución o desaparición de la fauna bentónica (Muñoz Oré & Paco Alarcón, 2021; Pardo et al., 2006).

#### **1.7.4 CONCENTRACIÓN Y COMPOSICIÓN DE FITOPLANCTON DEL AGUA**

Al incrementarse la diversidad del fitoplancton, se observa una mayor producción de biomasa, incluso cuando la proporción de nutrientes limitantes en el sistema, como la relación N:P, se mantiene constante. No obstante, aunque esto puede aumentar la cantidad de biomasa disponible, también puede disminuir la calidad nutricional de los productores primarios al reducir las proporciones de nutrientes en relación con el carbono. Esto podría llevar a los consumidores a experimentar un crecimiento limitado por la disponibilidad de nutrientes (P o N), afectando la calidad nutricional de las presas para los consumidores. En resumen, esto subraya la importancia de considerar los nutrientes minerales como factores cruciales para la calidad nutricional de los alimentos (Wacker et al., 2015).

La proliferación excesiva de ciertas especies puede causar floraciones de algas, lo que puede liberar toxinas perjudiciales para el medio acuático, generando problemas en los ecosistemas acuáticos. Esto subraya la importancia de monitorear y controlar las poblaciones de estas especies problemáticas para mantener la salud del ecosistema y garantizar la seguridad alimentaria en la acuicultura (Zhang et al., 2021).

Además, durante la noche, la concentración de OD en el agua disminuye debido a la respiración del fitoplancton, que consume oxígeno en lugar de producirlo. Este proceso puede causar estrés o incluso la muerte de los organismos acuáticos cultivados. Asimismo, los estanques sin aireación y con floraciones de microalgas pueden reducir la profundidad de la turbidez (Lüring, 2021).

## **1.8 SEGURIDAD ALIMENTARIA**

*Anadara tuberculosa*, al ser un molusco bivalvo que se entierra en fondos fangosos o arenosos, está expuesta a la contaminación del entorno marino. Puede acumular en sus tejidos sustancias tóxicas, incluyendo metales pesados (como mercurio y cadmio), contaminantes orgánicos persistentes (como pesticidas y bifenilos policlorados) y biotoxinas producidas por florecimientos algales nocivos (Ghanavati et al., 2020) .

Estos bivalvos también pueden actuar como vectores de patógenos, incluyendo bacterias, virus y parásitos, que pueden provocar enfermedades en los seres humanos. Entre los patógenos bacterianos más comunes se encuentran *Vibrio spp.*, *Escherichia coli* y *Salmonella spp.*. Además, virus entéricos como la norovirus pueden estar presentes en las conchas negras, especialmente en áreas con contaminación fecal (Ghanavati et al., 2020).

El análisis de patógenos y metales en *Anadara tuberculosa* es fundamental para asegurar su seguridad alimentaria. Para detectar patógenos, se recolectan muestras de conchas negras de diversas ubicaciones y se transportan en condiciones refrigeradas al laboratorio. Una vez allí, los tejidos comestibles se homogenizan y se siembran en medios de cultivo específicos como agar MacConkey, agar EMB y agar TCBS, diseñados para aislar bacterias patógenas como *E. coli*, *Salmonella spp.*, y *Vibrio spp.*. Las placas de cultivo se incuban bajo condiciones controladas y las colonias resultantes son contabilizadas.

El agar MacConkey es un medio de cultivo crucial para el análisis de coliformes totales y *Escherichia coli* en *Anadara tuberculosa*. Este medio selectivo y diferencial emplea sales biliares y cristal violeta para inhibir el crecimiento de bacterias grampositivas, favoreciendo así el desarrollo de las bacterias gramnegativas. Su capacidad diferencial se basa en la presencia de lactosa y el indicador de pH rojo neutro, que permite distinguir entre bacterias fermentadoras de lactosa, como *E. coli*, que generan colonias de color rosado o rojo debido a la acidificación del medio, y bacterias no fermentadoras de lactosa, que producen colonias incoloras o translúcidas (Verma, 2023).

**Figura 4** Morfología de las colonias en agar MacConkey



**Fuente:** Finney et al. (2003)

## II. MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.1.1 UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El proyecto se llevó a cabo en la camaronera **SERTURSA S.A** ubicada en las Islas Calavera, Machala, Ecuador.



*Figura 5 Camaronera SERTURSA S.A, Isla Calavera*

3°20'18.4"S 80°02'46.6"W -3.338448, -80.046286

**Fuente:** Google Maps

### 2.1.2 MATERIALES Y EQUIPOS

- Conchas/Semovientes
- Linternas
- Escalímetro digital
- Balanza
- Salt Water Master Test Kit
- Multiparámetro
- Disco Secchi

### 2.1.3 METODOLOGIA

Con el apoyo de la comunidad de concheros de la zona de Puerto Bolívar se realizó la captura de especímenes de *Anadara tuberculosa* en el área de manglar aledaña a la Isla Calavera, El Oro, Ecuador.

Se recolectaron 180 conchas las cuales fueron seleccionadas según el rango de tamaño permitido por cada etapa específicamente.

<b>Tratamientos</b>	<b>Estadio</b>	<b>Rango de tamaño (cm)</b>	<b>Tamaño promedio (cm)</b>
<b>Tratamiento 1</b>	Adulto inicial	4,10 ~ 4,3 ~ 4,5	4,31
<b>Tratamiento 2</b>	Adulto intermedio	4,3 ~ 4,5 ~ 4,7	4,57
<b>Tratamiento 3</b>	Adulto avanzado	4,5 ~ 4,7 ~ 4,9	4,71

*Tabla 2 Descripción de los tratamientos y sus tallas*

Una vez culminado este proceso establecimos una densidad de bivalvos por linterna equivalente al 40% del diámetro de cada linterna donde tuvimos:

<b>Tratamientos</b>	<b>Estadio</b>	<b>Nº de “<i>Anadara tuberculosa</i>”</b>
<b>Tratamiento 1</b>	Adulto inicial	25 bivalvos x linterna
<b>Tratamiento 2</b>	Adulto intermedio	20 bivalvos x linterna
<b>Tratamiento 3</b>	Adulto avanzado	15 bivalvos x linterna

*Tabla 3 Descripción de los tratamientos y sus densidades*

### 2.1.4 MÉTODO DE CULTIVO DE “*Anadara tuberculosa*”

Los organismos bivalvos se ubicaron en linternas de un piso realizadas de manera artesanal reutilizando comederos convencionales de piscinas camaroneras.

Dimensiones de cada linterna

$$D = 35 \text{ cm}$$

$$A = 20 \text{ cm}$$

$$A_c = 1 \text{ m}$$

Donde:

- $D$  = diámetro del anillo
- $A$  = Altura de la linterna
- $A_c$  = Altura de la cuerda

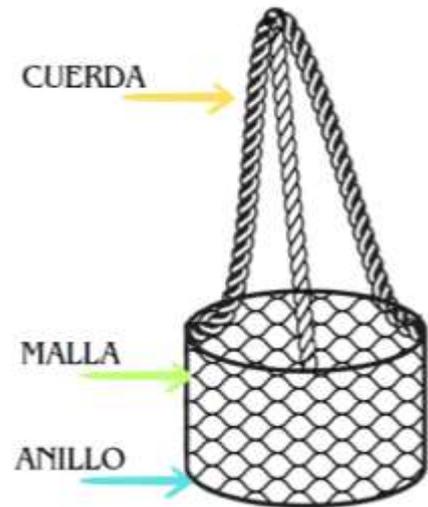


Figura 6 Diseño gráfico de la linterna

La biomasa de cada tratamiento ocupó el 40% del espacio de la base

### 2.1.5 DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño de este experimento consistió en tres grupos de jaulas en las cuales se sembraron organismos bivalvos de “*Anadara tuberculosa*” obtenidas del ecosistema de manglar las cuales fueron distribuidas de la siguiente manera:

A	B	C
B	C	A
C	A	B

Siendo (A) el tratamiento con individuos en estadio Adulto Inicial, (B) Adulto Intermedio y (C) Adulto avanzado.

Los datos se analizaron utilizando estadística descriptiva, así como análisis de regresión y correlación.

### 2.1.6 ANALISIS DEL CRECIMIENTO

La tasa de crecimiento en longitud y peso de los bivalvos de “*Anadara tuberculosa*” fue calculada mediante el uso del Modelo De Crecimiento de Von Bertalanffy.

**Fórmula general:**

$$L(t)=L_{\infty} (1- e^{-k (t-t_0)})$$

**Donde:**

- $L(t)$  = longitud o talla del organismo en el tiempo  $t$ .
- $L_{\infty}$  = longitud teórica máxima que el organismo puede alcanzar.
- $k$  = tasa de crecimiento.
- $t$  = tiempo.
- $t_0$  = tiempo inicial.

### 2.1.7 ANALISIS DE CALIDAD DE AGUA

Se tomaron dos muestras de agua diarias, durante la mañana (6 am) y la tarde (6pm). Muestras en las cuales con el uso de un multiparámetro determinamos valores de pH, T°, S% del cultivo durante un periodo de 8 semanas.

El parámetro de turbidez fue medido mediante el uso del disco secchi, tres veces al día, en la mañana (6 am), después del recambio y por la tarde (6 pm).

### 2.1.8 ANALISIS DE NUTRIENTES

Las muestras de agua fueron analizadas con el Salt Water Master Test Kit para determinar valores de amonio, nitritos y nitratos.

La frecuencia del análisis fue diaria, dos muestras por día, 6 am y 6 pm respectivamente.

### 2.1.9 ANALISIS DE MICROBIOLOGÍA DEL PRODUCTO FINAL

El análisis microbiológico se llevó a cabo en el laboratorio de Sanidad Vegetal, ubicado en la Facultad de Ciencias Agropecuarias.

Se recolectaron cinco muestras diferentes de producto final:

**Muestra A:** Conchas frescas de Manglar

**Muestra B:** Conchas frescas del Mercado de Mariscos Pto. Bolivar

**Muestra C:** Conchas frescas Tratamiento 1

**Muestra D:** Conchas frescas Tratamiento 2

**Muestra E:** Conchas frescas Tratamiento 3

Se seleccionaron cinco especímenes de cada muestra de manera aleatoria, posteriormente realizamos una disección completa en la cual se extrajo toda la cavidad interna de cada organismo de "*Anadara tuberculosa*" incluyendo los tejidos blandos y los componentes vasculares.

Una vez realizada la disección, maceramos los productos obtenidos de cada muestra y los ubicamos en tubos de ensayo previamente esterilizados en la autoclave.

Subsecuentemente, realizamos diluciones de cada muestra en solución salina al 95% para luego proceder a la siembra.

#### **Siembra Directa**

**Dilución | 1:**  $1 \times 10$

**Dilución | 2:**  $1 \times 10^2$

El cultivo o siembra en placa fue la técnica que empleamos en este trabajo de investigación inoculando cada muestra y dilución en Agar MacConkey el cual es un medio selectivo el cual permite el crecimiento de bacterias G (-), especialmente coliformes y enterobacterias.

Después de realizar la siembra, las placas se incubaron durante de 48h a 30°C y luego se procedió al conteo de colonias.

Después de contabilizar las colonias, aplicamos la siguiente fórmula para calcular la concentración en cada muestra.

$$\text{Concentración} = \frac{\text{Número de colonias} \cdot \text{Factor de dilución}}{\text{Volúmen de siembra}}$$

## 2.1.10 COMPARACION VISUAL DE LA ANATOMIA INTERNA DEL PRODUCTO FINAL

Las imágenes presentadas en este trabajo de investigación nos permiten tener una percepción visual acerca de la coloración y tamaño de la cavidad interna de organismos de “*Anadara tuberculosa*” tomados de tres muestras diferentes:

- **Muestra A | Conchas frescas de Manglar**
- **Muestra B | Conchas frescas de Mercado de Mariscos Puerto Bolívar**
- **Muestra C | Conchas frescas Cultivadas en efluente de una piscina camaronera**

### III. RESULTADOS

#### 3.1 TASA DE CRECIMIENTO (TCS)

##### 3.1.1 TCS - TAMAÑO (cm)

ESTADIO		ADULTO INICIAL							
SEMANAS	Inicial	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8
<b>PROM</b>	4,31	4,40	4,44	4,47	4,50	4,54	4,58	4,63	4,70
<b>SD</b>	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,03	0,03	0,02	0,00
<b>TCS</b>		<b>S1</b>	<b>S2</b>	<b>S3</b>	<b>S4</b>	<b>S5</b>	<b>S6</b>	<b>S7</b>	<b>S8</b>
		0,09	0,04	0,03	0,03	0,04	0,04	0,05	0,07

*Tabla 4 TCS de tamaño (cm) - Adulto Inicial*

Los resultados muestran que al inicio el tamaño inicial del grupo de organismos en estadio adulto inicial fue de 4,31 cm. Los resultados de la tasa de crecimiento (TCS) descritos en la misma tabla indican que el valor de crecimiento semanal en centímetros durante la primera semana (S1) fue de 0.08cm, 0.04cm en la semana 2 (S2), (S3) de 0.03 cm, (S4) 0.03 cm, (S5) 0.04 cm, (S6) 0.04 cm, (S7) 0.05 cm, (S8) 0.07 cm. El incremento de tamaño durante un periodo de 8 semanas de cultivo en los efluentes de una piscina camaronera fue de 0.39 cm lo que equivale a un 8,30% de ganancia en el crecimiento de los organismos. El mínimo crecimiento de crecimiento se registró fue en la semana S4.

Por lo contrario, el máximo crecimiento estuvo en la semana S1 y S8. El promedio de la tasa de crecimiento semanal de este tratamiento fue  $0.05 \pm 0.02$  cm.

<b>ESTADIO</b>		<b>ADULTO INTERMEDIO</b>							
<b>SEMANAS</b>	<b>Inicial</b>	<b>S1</b>	<b>S2</b>	<b>S3</b>	<b>S4</b>	<b>S5</b>	<b>S6</b>	<b>S7</b>	<b>S8</b>
<b>PROM</b>	4,57	4,65	4,68	4,71	4,73	4,76	4,78	4,81	4,85
<b>SD</b>	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
<b>TCS</b>		<b>S1</b>	<b>S2</b>	<b>S3</b>	<b>S4</b>	<b>S5</b>	<b>S6</b>	<b>S7</b>	<b>S8</b>
		0,08	0,03	0,03	0,02	0,03	0,02	0,03	0,04

*Tabla 5 TCS de tamaño (cm) - Adulto Intermedio*

Al inicio de la investigación, el promedio de talla inicial del tratamiento 2 que consistió de organismos adultos intermedios fue de 4,57 cm. Durante la primera semana se observó una tasa de crecimiento de 0.08cm (S1), en la semana 2 (S2) el incremento fue de 0.03cm, similar al valor en la semana 3(S3) de 0.03 cm. En la semana 4(S4) y la semana (S6) disminuyó la tasa de crecimiento en tamaño a 0.02 cm, para luego, alcanzar una tasa de crecimiento semanal de 0.03 cm en (S7) y 0.04 cm en (S8).

En este tratamiento tenemos como resultado que el incremento promedio final fue de 0.28 cm el cual representa un 5,77% de crecimiento durante un periodo de cultivo de 8 semanas. El promedio de la tasa de crecimiento semanal de este tratamiento fue  $0.03 \pm 0.02$  cm.

<b>ESTADIO</b>		<b>ADULTO AVANZADO</b>							
<b>SEMANAS</b>	<b>Inicial</b>	<b>S1</b>	<b>S2</b>	<b>S3</b>	<b>S4</b>	<b>S5</b>	<b>S6</b>	<b>S7</b>	<b>S8</b>
<b>PROM</b>	4,71	4,75	4,77	4,78	4,81	4,83	4,85	4,88	4,91
<b>SD</b>	0,03	0,02	0,02	0,01	0,07	0,03	0,03	0,03	0,03
<b>TCS</b>		<b>S1</b>	<b>S2</b>	<b>S3</b>	<b>S4</b>	<b>S5</b>	<b>S6</b>	<b>S7</b>	<b>S8</b>
		0,04	0,02	0,01	0,03	0,02	0,02	0,03	0,03

*Tabla 6 TCS de tamaño (cm) - Adulto Avanzado*

Al inicio del experimento, el valor del tamaño promedio de los bivalvos de este tratamiento fue de 4,71 cm, con un incremento de 0.04 cm durante la primera semana (S1), el mismo que disminuyó a 0.02 en la semana 2 (S2), y se redujo aún más para la

semana 3 (S3) con un resultado de 0.01 cm, 0.03 en la semana (S4), 0.02 (S5), se mantuvo con 0.02 durante la semana 6 (S6) y finalmente en las semanas 7 (S7) y 8 (S8) existió un ligero incremento de 0.03 cm.

Los resultados de crecimiento promedio en talla de los organismos de “*Anadara tuberculosa*” en etapa “Adulto Avanzado” presentaron valores de 0.20 cm lo que equivale a un 4,07% de crecimiento en relación al valor inicial. El promedio de la tasa de crecimiento semanal de este tratamiento fue  $0.03 \pm 0.01$  cm.

### 3.1.2 TCS - PESO (g)

ESTADIO		ADULTO INICIAL							
SEMANAS	Inicial	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8
<b>PROM</b>	21,12	23,43	24,64	25,67	26,88	28,20	30,29	32,33	34,56
<b>SD</b>	0,54	0,86	0,39	0,44	0,43	0,38	0,53	0,42	0,59
<b>TCS</b>		<b>S1</b>	<b>S2</b>	<b>S3</b>	<b>S4</b>	<b>S5</b>	<b>S6</b>	<b>S7</b>	<b>S8</b>
		2,31	1,21	1,03	1,21	1,32	2,09	2,04	2,23

*Tabla 7 TCS en peso (g) - Adulto Inicial*

El peso promedio inicial del tratamiento 1 de 21.12 g, el cual incrementó 2.31 g durante la primera semana (S1), 1.21 g en la semana 2 (S2), 1.03 g para la semana 3 (S3), 1.21 g en la semana (S4), 1.32 g (S5). El peso se incrementó a partir de la semana 6 (S6) con 2.09 g, 2.04 g en las semanas 7 (S7) y 2.23 g para la semana 8(S8).

El incremento en peso promedio final fue de 13.44 g el cual representa un 38,88% de crecimiento en relación al valor inicial. El promedio de la tasa de crecimiento semanal de este tratamiento fue  $1.68 \pm 0.50$  g.

ESTADIO		ADULTO INTERMEDIO							
SEMANAS	Inicial	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8
<b>PROM</b>	22,60	25,08	27,37	29,02	30,17	31,83	33,67	34,95	36,65
<b>SD</b>	0,39	0,73	0,54	0,45	0,06	0,51	0,37	0,16	0,41
<b>TCS</b>		<b>S1</b>	<b>S2</b>	<b>S3</b>	<b>S4</b>	<b>S5</b>	<b>S6</b>	<b>S7</b>	<b>S8</b>

2,48	2,29	1,65	1,15	1,66	1,84	1,28	1,70
------	------	------	------	------	------	------	------

**Tabla 8 TCS en peso (g) - Adulto Intermedio**

Por otro lado, el peso promedio del tratamiento de “*Anadara tuberculosa*” “Adulto Intermedio” fue de 22.6 g. El peso de los organismos se incrementó 2.48 g en la semana 1 (S1), 2.28 g en la semana 2 (S2), 1.65 en la semana 3(S3), 1.15 g en la semana 4 (S4), 1.66 g cm en (S5) 1.84 g (S6), 1.28 g en (S7) y 1.70 g en la semana (S8).

La diferencia entre el valor de peso promedio final vs el inicial fue de 14.05 g lo que significa un incremento en peso equivalente al 38.34%. El promedio de la tasa de crecimiento semanal de este tratamiento fue  $1.76 \pm 0.45$  g.

ESTADIO		ADULTO AVANZADO							
SEMANAS	Inicial	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8
<b>PROM</b>	23,13	25,29	27,62	28,956	30,29	32,16	34,04	36,20	38,07
<b>SD</b>	0,36	1,27	0,49	0,83	0,57	0,70	0,91	0,86	0,59
<b>TCS</b>		<b>S1</b>	<b>S2</b>	<b>S3</b>	<b>S4</b>	<b>S5</b>	<b>S6</b>	<b>S7</b>	<b>S8</b>
		2,16	2,33	1,33	1,33	1,87	1,89	2,16	1,87

**Tabla 9 Tasa de crecimiento semanal en peso (g) - Adulto Avanzado**

Al inicio del trabajo de investigación los organismos del grupo Adulto Avanzado tuvieron un peso de 23,13 g. Los resultados de tasa de crecimiento (TCS) descritos en la tabla nos indican que el valor de crecimiento semanal en gramos durante la primera semana (S1) fue de 2.16 g, 2.33 g en la semana 2 (S2), (S3) de 1.33 g, en la semana 4 (S4) 1.33 g, 1.87 g para la semana 5 (S5), 1.89 g durante la semana 6 (S6), un incremento ligeramente mayor en la semana 7 (S7) de 2.16 g y finalmente la semana 8 (S8) con 1.87 g.

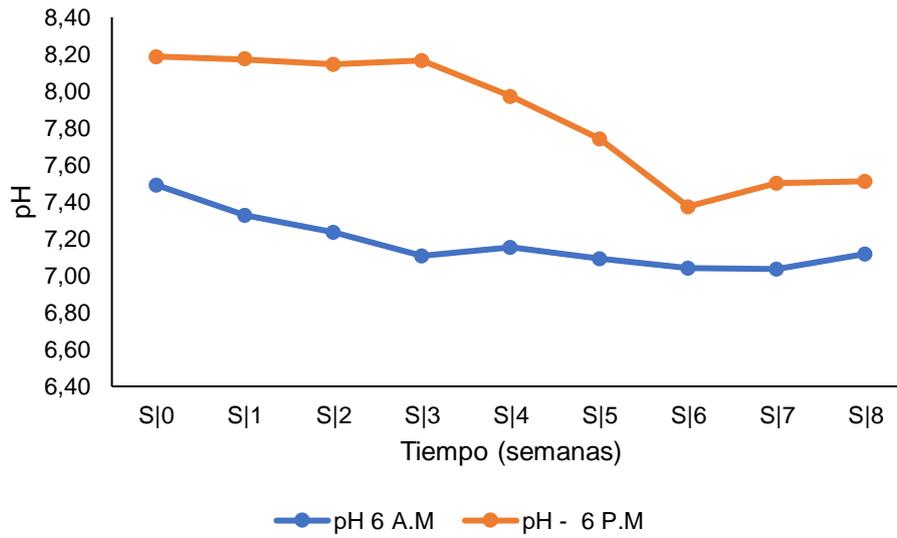
Los resultados de crecimiento promedio en peso de los organismos de “*Anadara tuberculosa*” en etapa “Adulto Avanzado” presentaron valores de 14.94 g lo que equivale a un 39,24% de crecimiento en relación al valor inicial. El promedio de la tasa de crecimiento semanal de este tratamiento fue  $1.87 \pm 0.35$  g.

### 3.1.3 PARAMETROS DE CALIDAD DE AGUA

#### 3.1.4 pH

Horario	pH								
	Inicial	S 1	S 2	S 3	S 4	S 5	S 6	S 7	S 8
6 A.M	7,49	7,33	7,23	7,11	7,15	7,09	7,04	7,04	7,12
6 P.M	8,19	8,17	8,14	8,16	7,97	7,74	7,37	7,5	7,51

*Tabla 10 pH promedio semanal en horarios de 6 A.M. y 6 P.M.*



*Figura 7 pH promedio semanal en horarios de 6 A.M. y 6 P.M.*

Los datos de la presente tabla nos muestran valores de pH registrados diariamente durante un periodo de 8 semanas. Lo cual nos proporciona una información acerca de la acidez y alcalinidad del medio de cultivo donde estuvieron suspendidas las jaulas para los ensayos en “*Anadara tuberculosa*”.

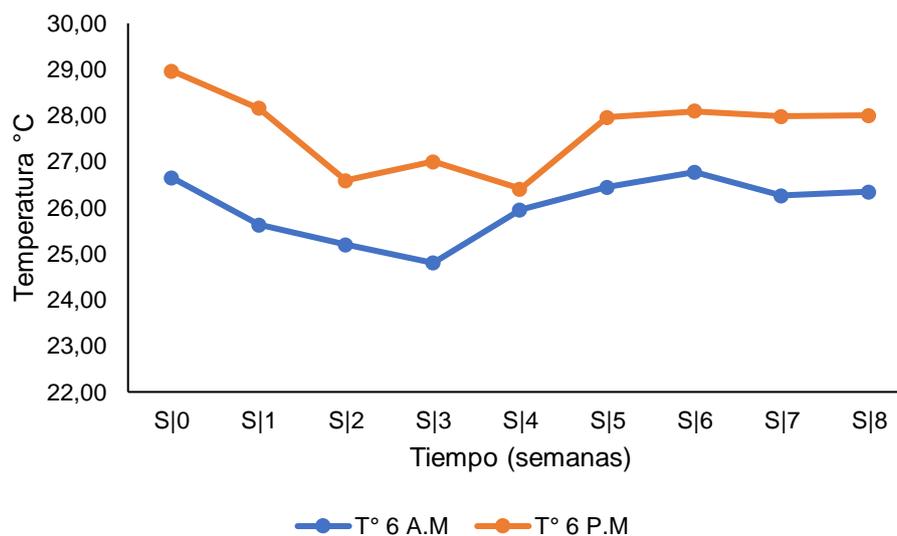
Durante el ciclo de cultivo de “*Anadara tuberculosa*” se registraron datos diarios de pH durante 8 semanas obteniendo así un promedio total de 7,18. Los resultados más bajos se registraron en (S6) de 7.04, mientras que el valor máximo fue de 7.49 en la semana inicial (S0).

Por otro lado, los valores registrados de pH en el horario de la tarde muestran un promedio semanal de 7.86. Donde el valor máximo de pH registrado fue de 8.19 en la semana inicial (S0); mientras que el valor mínimo se registró en la semana 6 (S6).

### 3.1.5 TEMPERATURA

Temperatura °C									
Horario	Inicial	S 1	S 2	S 3	S 4	S 5	S 6	S 7	S 8
6 A.M	26,65	25,63	25,20	24,80	25,95	26,44	26,77	26,26	26,34
6 P.M	28,97	28,16	26,60	27,01	26,41	27,96	28,10	27,98	28,01

*Tabla 11 Promedio semanal de la temperatura del agua en horarios de 6 A.M. y 6 P.M.*



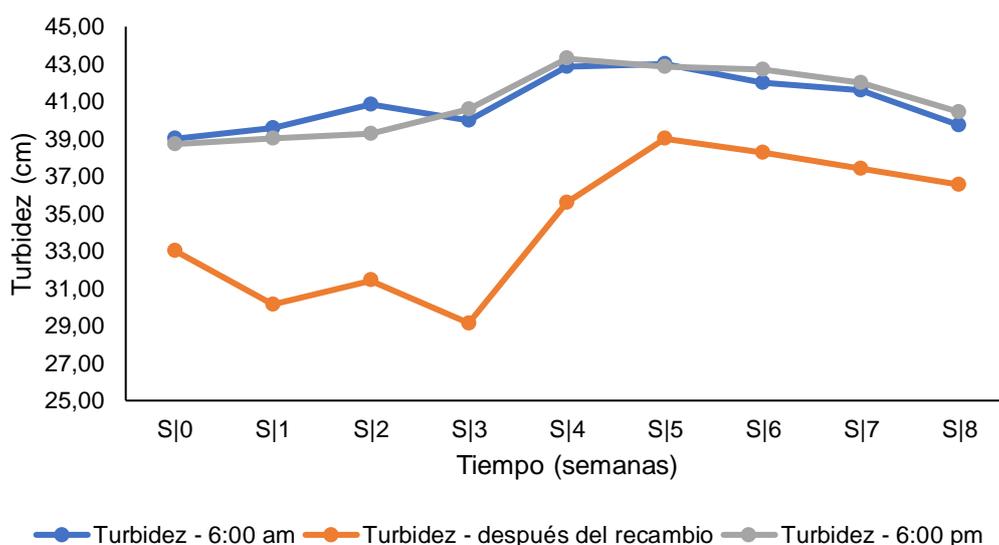
*Figura 8 Promedio semanal de la temperatura del agua en horarios de 6 A.M. y 6 P.M.*

Los datos de la tabla muestran los valores de temperatura (°C) medidos en los horarios 6:00 AM y 6:00 PM durante ocho semanas consecutivas en un cultivo de “*Anadara tuberculosa*” en efluentes de una piscina camaronera.

### 3.1.6 7.2.3 TURBIDEZ

Turbidez (cm)									
Horario	Inicial	S 1	S 2	S 3	S 4	S 5	S 6	S 7	S 8
6 A.M	39,00	39,57	40,86	40,00	42,86	43,00	42,00	41,57	39,71
POST - R	33,00	30,14	31,43	29,14	35,57	39,00	38,29	37,43	36,57
6 P.M	38,71	39,00	39,29	40,57	43,29	42,86	42,71	42,00	40,43

*Tabla 12 Promedio semanal de la turbidez (cm) en 3 momentos del día 6 A.M, post- recambio y 6 P.M.*



**Figura 9** Promedio semanal de la turbidez (cm) en 3 momentos del día 6 A.M, post-recambio y 6 P.M.

La tabla muestra los niveles de turbidez en centímetros (cm) del agua, medidos en tres momentos del día: 6:00 AM, después del recambio ("POST - R"), y a las 6:00 PM, a lo largo de ocho semanas (S1 a S8).

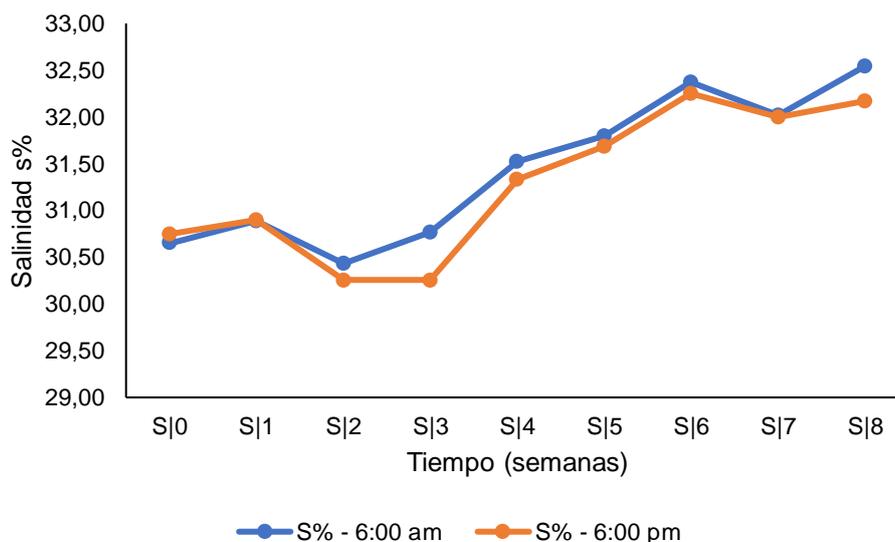
En el horario de la mañana, tuvimos una turbidez inicial de 39,00 cm. Los datos fluctuaron a medida del transcurso del tiempo, teniendo como valor más bajo 40 cm de turbidez en la semana 3 (S3) y un incremento a 43 cm en la semana 5 (S5)

Los valores de turbidez (cm) después del recambio fueron generalmente más bajos, comenzando en 33,00 cm y fluctuando hasta un mínimo de 29,14 cm en la semana 3 (S3) y un máximo de 39,00 cm en las semanas 5 (S5) y 7 (S7). A las 6:00 PM, los datos de turbidez inicial registrados fueron de 38,71 cm, con fluctuaciones que alcanzaron un máximo de 43,29 cm en la semana 5 (S5) y un mínimo de 39,29 cm en la semana 2 (S2).

### 3.1.7 SALINIDAD

Salinidad S%									
HORARIO	Inicial	S 1	S 2	S 3	S 4	S 5	S 6	S 7	S 8
<b>6 A.M</b>	30,65	30,89	30,43	30,77	31,53	31,80	32,37	32,02	32,54
<b>6 P.M</b>	30,75	31,46	30,69	30,92	31,46	31,70	32,39	32,08	32,17

**Tabla 13** Promedio semanal de salinidad (%) durante 8 semanas de cultivo



**Figura 10** Promedio semanal de salinidad (%) durante 8 semanas de cultivo

El grafico nos muestra los valores de salinidad (%) registrados en diferentes horarios del día respectivamente (6 a.m y 6 p.m) a lo largo de 8 semanas. A lo largo del cultivo se registra un incremento gradual en los niveles de salinidad el cual es particularmente notable en la semana 6 (S6) y la semana 8 (S8).

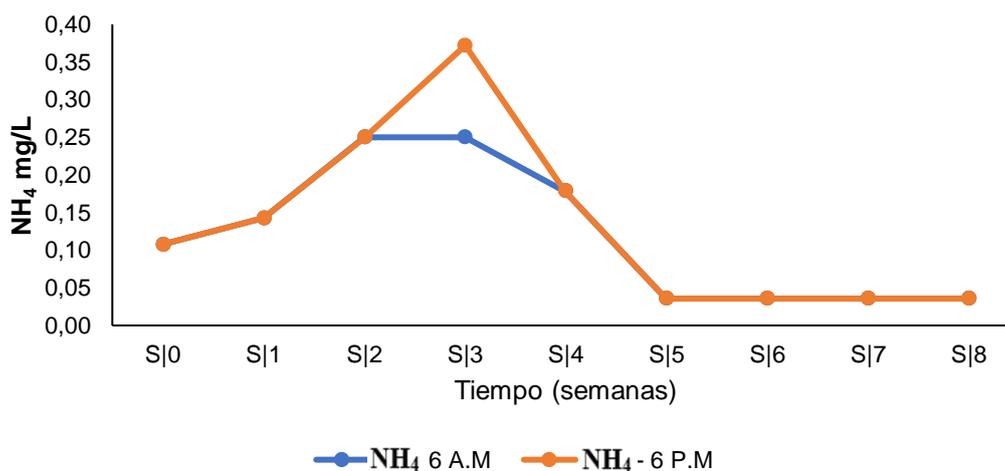
La salinidad inicial durante el tiempo de experimentación con “*Anadara tuberculosa*” fue de 30.65% y 30.75% para las mediciones de la mañana y la tarde, respectivamente. En la semana (S8), la salinidad aumentó a 32.54% (6 A.M.) y 32.17% (6 P.M.).

### 3.2 NUTRIENTES EN EL AGUA

#### 3.2.1 AMONIO

Horario	Amonio NH <sub>4</sub>								
	Inicial	S 1	S 2	S 3	S 4	S 5	S 6	S 7	S 8
6 A.M	0,11	0,14	0,25	0,25	0,18	0,04	0,04	0,04	0,04
6 P.M	0,00	0,00	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

**Tabla 14** Promedios semanales de amonio ( $NH_4$ ) registrados durante 8 semanas de cultivo



**Figura 11** Variación de la concentración de amonio ( $NH_4$ ) durante 8 semanas de cultivo

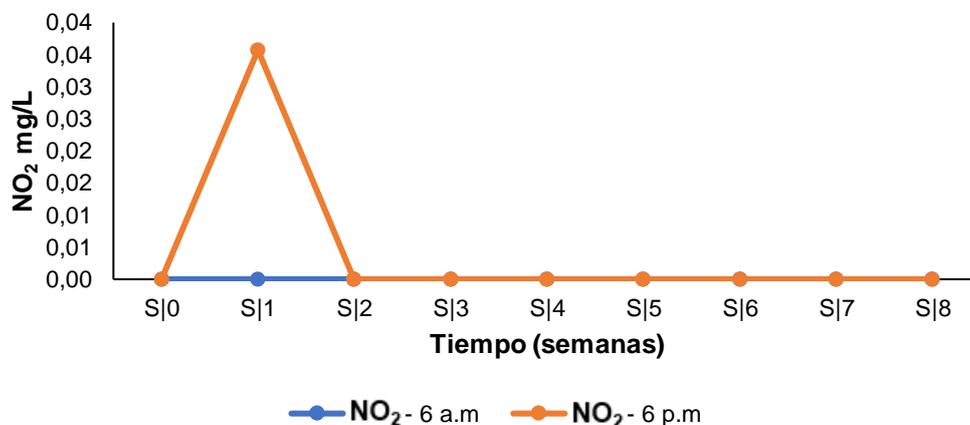
La tabla y el gráfico muestran las concentraciones de amonio ( $NH_4$ ) en miligramos por litro (mg/L) los cuales fueron analizados a las 6:00 AM y 6:00 PM durante ocho semanas consecutivas antes del recambio de agua. La concentración inicial de amonio fue de 0,11 mg/L en el horario de las 6 A.M con un aumento progresivo hasta alcanzar un pico de 0,25 mg/L en las semanas 2 (S2) y 3 (S3). Posteriormente, las concentraciones disminuyeron a 0,18 mg/L en la semana 4 (S4) y se estabilizaron en 0,04 mg/L desde la semana 5 (S5) hasta la semana 8 (S8). En el horario de las 6:00 PM, las concentraciones de amonio comenzaron en 0,00 mg/L y se mantuvieron hasta la semana 3 (S3), donde aumentaron a 0,07 mg/L. Desde la semana 4 (S4) hasta la semana 8 (S8), las concentraciones se estabilizaron en 0,04 mg/L, similar a lo observado en las mediciones de la mañana durante el mismo período. El gráfico refleja claramente el aumento inicial del amonio en las primeras semanas, seguido por una estabilización en niveles bajos durante las últimas semanas del estudio.

### 3.2.2 NITRITOS

		Nitritos $NO_2$							
Horario	Inicial	S 1	S 2	S 3	S 4	S 5	S 6	S 7	S 8

<b>6 A.M</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>6 P.M</b>	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

*Tabla 15 Promedios semanales de Nitritos (NO<sub>2</sub>) registrados durante 8 semanas de cultivo*



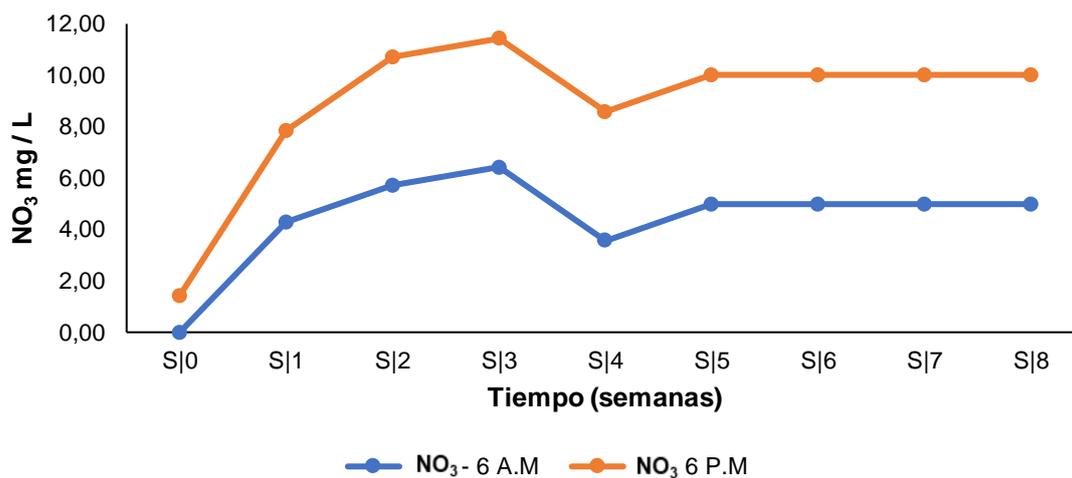
*Figura 12 Variación de la concentración de Nitritos (NO<sub>2</sub>) durante 8 semanas de cultivo*

La tabla muestra las concentraciones de nitritos (NO<sub>2</sub>) en miligramos por litro (mg/L) medidas a las 6:00 AM y 6:00 PM durante ocho semanas de cultivo antes del recambio de agua. A las 6:00 AM, las concentraciones de nitritos fueron indetectables (0,00 mg/L) durante todas las semanas, lo que indica una ausencia total de nitritos en estas mediciones matutinas. A las 6:00 PM, las concentraciones iniciales también fueron de 0,00 mg/L, con un ligero incremento solo en la semana 1 (S1) a 0,04 mg/L, seguido por una disminución a valores por debajo del límite de detección desde la semana 2 (S2) hasta la semana 8 (S8).

### 3.2.3 NITRATOS

		Nitratos NO <sub>3</sub>							
Horario	Inicial	S 1	S 2	S 3	S 4	S 5	S 6	S 7	S 8
<b>6 A.M</b>	0,00	4,29	5,71	6,43	3,57	5,00	5,00	5,00	5,00
<b>6 P.M</b>	1,43	3,57	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00

*Tabla 16 Promedios semanales de Nitratos (NO<sub>3</sub>) registrados durante 8 semanas de cultivo*



**Figura 13** Variación de la concentración de Nitratos ( $NO_3$ ) durante 8 semanas de cultivo

El gráfico de nitratos ( $NO_3$ ) muestra las concentraciones en los efluentes de la piscina camaronera a dos horarios distintos: 6 A.M. y 6 P.M. A las 6 A.M. La concentración inicial fue indetectable. A lo largo del día, la concentración aumentó, alcanzando un máximo de 6,43 mg/L en la muestra S|3, y luego se estabiliza en 5,00 mg/L desde S|5 hasta S|8. A las 6 P.M., las concentraciones iniciales son 1,43 mg/L y luego suben a 5,00 mg/L, manteniéndose estables en este nivel desde S|5 en adelante.

### 3.3 ANALISIS MICROBIOLÓGICO DEL PRODUCTO FINAL

MUESTRA	CONCHAS FRESCAS DE MANGLAR	CONCHAS FRESCAS MERCADO DE MARISCOS PTO BOLIVAR	CONCHAS FRESCAS T 1	CONCHAS FRESCAS T 2	CONCHAS FRESCAS T 3
<b>1 x 100</b>	182	220	28	26	31

**Tabla 17** Comparación de la carga de coliformes totales en agar Macconkey

**3.3.1 CONCENTRACIONES OBTENIDAS DEL ANALISIS  
MICROBIOLOGICO DEL PRODUCTO FINAL**

MUESTRA	CONCHAS FRESCAS DE MANGLAR	CONCHAS FRESCAS MERCADO DE MARISCOS PTO BOLIVAR	CONCHAS FRESCAS T 1	CONCHAS FRESCAS T 2	CONCHAS FRESCAS T 3
<b>CONCENTRACIÓN</b>	$1,82 \times 10^5$ UFC/mL	$2,2 \times 10^5$ UFC/mL	$2,8 \times 10^4$ UFC/mL	$2,6 \times 10^4$ UFC/mL	$3,1 \times 10^4$ UFC/mL

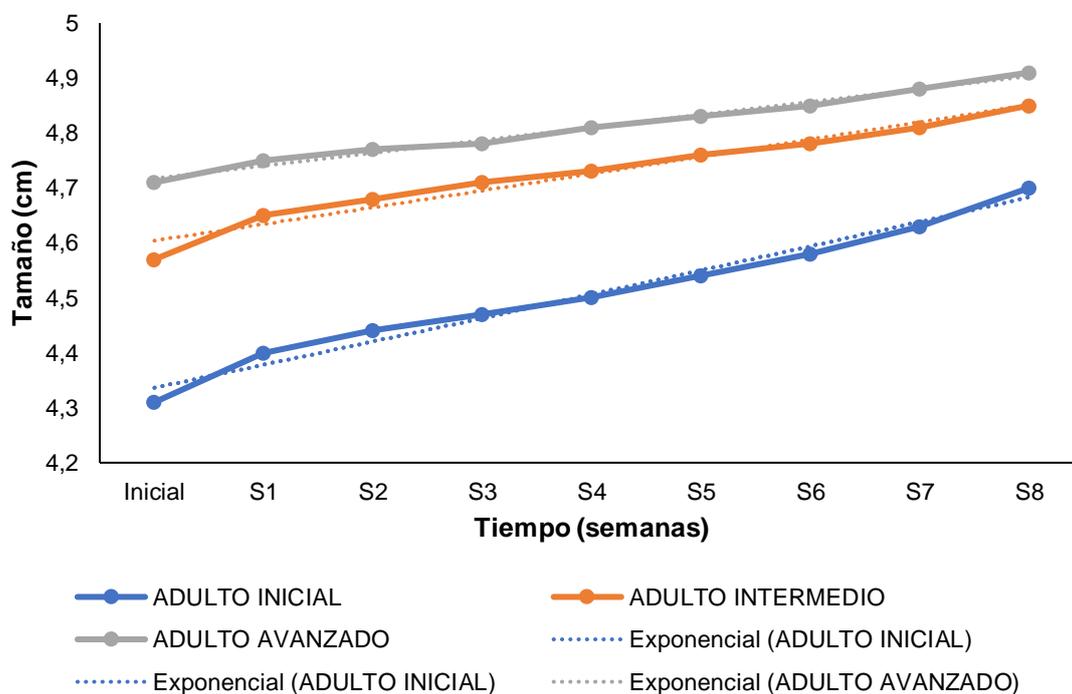
*Tabla 18 Concentraciones de coliformes totales en muestras de diferente procedencia*

Las concentraciones de coliformes totales determinadas por el método de conteo de colonias y expresadas en UFC/ ml, indican que la concentración de la muestra analizada de conchas frescas recolectadas directamente del manglar fue de  $1,82 \times 10^5$  UFC/mL, mientras que los organismos que fueron adquiridos en el mercado de mariscos de Pto. Bolivar la concentración más alta fue de  $2,2 \times 10^5$  UFC/mL. La concentración mas baja fue encontrada en el T|2 de organismos adultos intermedio cultivados en camaronera con un valor de  $2,6 \times 10^3$  UFC/mL, seguido de T|1 que corresponde a adultos iniciales  $2,6 \times 10^3$  UFC/mL y finalmente tenemos al T|3 que fueron adultos avanzados con una concentración de  $3,1 \times 10^3$  UFC/mL.

De acuerdo a los datos de concentraciones de coliformes, no se observan diferencias significativas entre los resultados de las muestras frescas provenientes de los tres tratamientos de cultivo.

## IV. DISCUSIÓN

### 4.1 TASA DE CRECIMIENTO – TAMAÑO



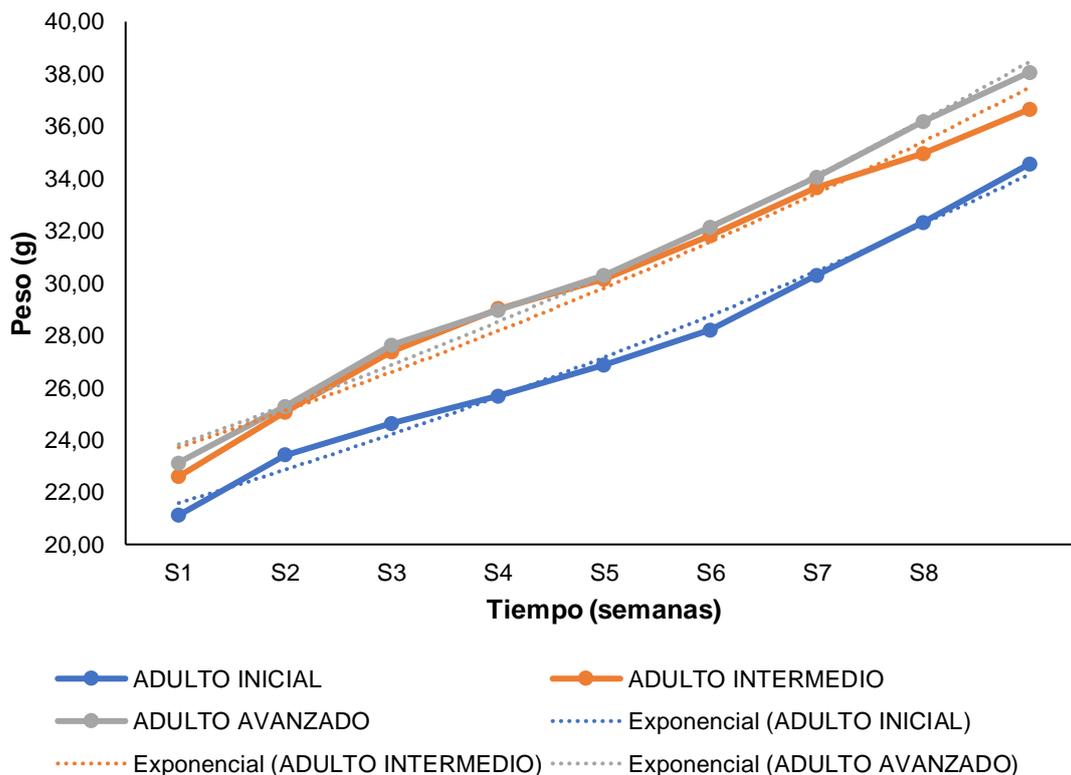
**Figura 14** TCS en tamaño (cm) de “*Anadara tuberculosa*” durante 8 semanas

Los datos de la tasa de crecimiento semanal (TCS) de *Anadara tuberculosa* en diferentes estadios (adulto inicial, intermedio y avanzado) muestran una variación en las medidas a lo largo del tiempo. En el estadio de adulto inicial, la TCS oscila entre 0,03 y 0,09 cm; en el estadio de adulto intermedio, entre 0,02 y 0,08 cm; y en el estadio de adulto avanzado, entre 0,01 y 0,04 cm.

El estudio realizado por Alvarado et al. (2018) sobre el crecimiento de *Anadara tuberculosa* en efluentes de acuicultura indica que los bivalvos pueden alcanzar tamaños de 0,1 cm en el estadio inicial en un período de cultivo de tres meses, mientras que en nuestra investigación los tamaños en el estadio de adulto inicial fueron mayores, ya que tuvimos un incremento de 0.39 cm lo que equivale a un 8,30% de ganancia en el crecimiento de los organismos. Además, el estudio de Santos et al. (2021) en un entorno

de cultivo controlado reporta tamaños de *Anadara tuberculosa* en un rango de 0,03 hasta 0,08 cm (TCS) en el estadio intermedio y adulto avanzado después de seis meses. Los resultados del presente estudio son consistentes con los datos proporcionados por Santos para este estadio, sin embargo, es importante indicar que en nuestro trabajo de investigación logramos alcanzar estos valores durante un periodo de cultivo de 8 semanas.

#### 4.1.1 8.1.1 TASA DE CRECIMIENTO – PESO

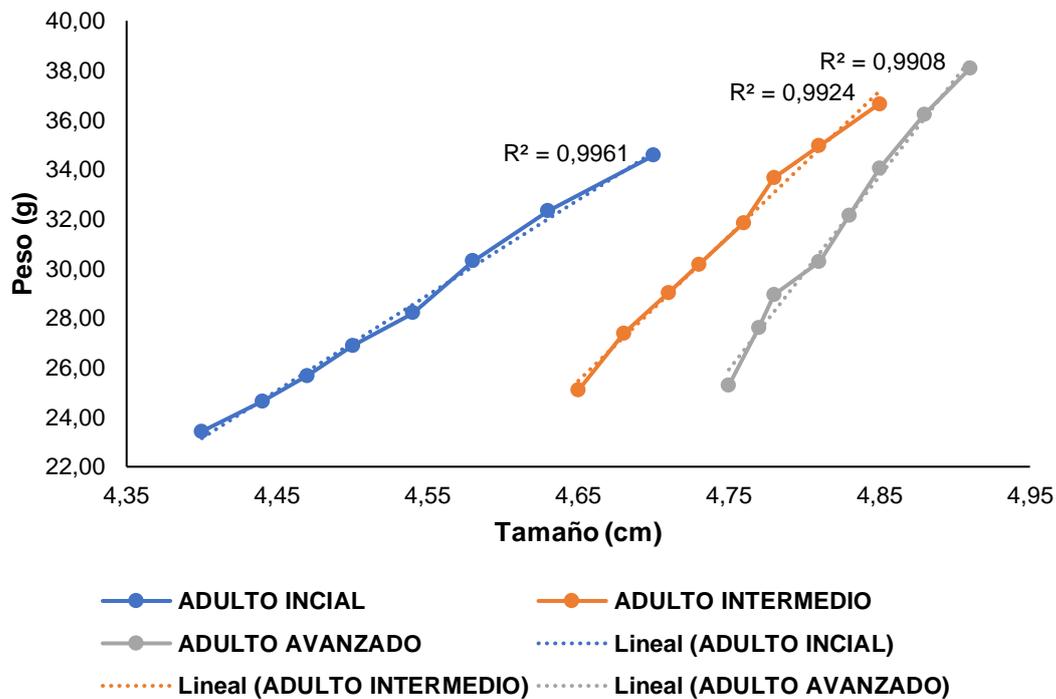


**Figura 15** TCS en peso(g) de “*Anadara tuberculosa*” durante 8 semanas

En la literatura científica, se ha documentado que el peso de los bivalvos, como *Anadara tuberculosa*, varía considerablemente dependiendo del estadio de desarrollo y las condiciones ambientales. Según el estudio de Bezerra et al. (2021), el peso de *Anadara tuberculosa* en estadio adulto puede variar entre 1,5 g y 2,5 g, lo que es consistente con nuestros resultados para el estadio Adulto Inicial e Intermedio. Sin embargo, nuestras

mediciones de peso para el estadio Adulto Avanzado parecen estar en el rango inferior, sugiriendo que podrían existir factores limitantes en el crecimiento en esta fase.

#### 4.1.2 ANALISIS DE CORRELACIÓN ENTRE LAS VARIABLES TALLA Y PESO



El gráfico presentado muestra la correlación entre el tamaño y el peso en tres etapas de desarrollo de la concha prieta: adulto inicial, intermedio y avanzado. En cada etapa se observa una relación lineal positiva con altos coeficientes de determinación ( $R^2$ ), lo que sugiere que el crecimiento en tamaño está directamente relacionado con el aumento de peso. En la etapa de adulto inicial, la correlación es extremadamente alta ( $R^2 = 0,9961$ ), indicando un crecimiento proporcional en ambas variables, típico de organismos en una fase de crecimiento rápido. En la etapa intermedia, la correlación sigue siendo fuerte ( $R^2 = 0,9924$ ), aunque con una ligera variabilidad, posiblemente relacionada con un cambio en la asignación de recursos hacia funciones biológicas adicionales como la reproducción. En la etapa avanzada, aunque el  $R^2$  sigue siendo alto ( $R^2 = 0,9908$ ), se observa una

pequeña disminución en la relación entre tamaño y peso, lo que podría estar relacionado con una mayor inversión de recursos en procesos como el mantenimiento y la reproducción en lugar de en el crecimiento.

Ortega-Lizárraga et al. (2023) estudiaron poblaciones naturales de *Anadara tuberculosa* y encontraron una relación lineal positiva entre la longitud de la concha y el peso del cuerpo blando, indicando que los individuos con conchas más grandes tienden a tener un mayor peso corporal. Esta relación es común en bivalvos, donde el crecimiento en tamaño de la concha a menudo refleja un aumento proporcional en la biomasa corporal (Gosling, 2015). La relación entre talla y peso también está influenciada por la disponibilidad de nutrientes en el ambiente de cultivo. Según un estudio de Sarà et al. (1998), *Anadara tuberculosa* cultivada en ambientes con alta disponibilidad de nutrientes exhibió un crecimiento más rápido en talla y peso, en comparación con aquellos en ambientes con recursos limitados.

## **4.2 PARAMETROS DE CALIDAD DE AGUA**

### **4.2.1 pH**

Los datos de pH en los efluentes de la piscina camaronera muestran una variación a lo largo del día. En la mañana, el pH inicial es de 7,49 y disminuye progresivamente a 7,04 en las últimas muestras. En la tarde, el pH comienza en 8,19 y presenta una ligera disminución hasta 7,51.

Estos resultados reflejan un cambio significativo en el pH entre la mañana y la tarde, con un pH más alto en la tarde en comparación con la mañana. Esta tendencia es consistente con estudios previos que muestran que el pH en sistemas acuáticos puede aumentar

durante el día debido a la actividad fotosintética de organismos acuáticos (Berges et al., 2019; Zhang et al., 2021). Estos resultados son coherentes con los hallazgos de Xu et al. (2020), quienes reportaron variaciones diarias en el pH en sistemas de acuicultura, con pH más bajos en las primeras horas del día y pH más altos hacia el final del día. El rango de pH observado en este estudio (7,04 a 8,19) está dentro del rango considerado tolerable para muchas especies de bivalvos, según lo indicado por el estudio de Li et al. (2018), que encontró que *Anadara tuberculosa* puede tolerar variaciones de pH entre 7,0 y 8,5 sin efectos adversos significativos sobre el crecimiento. Sin embargo, las fluctuaciones extremas o prolongadas fuera de este rango pueden afectar negativamente la salud de los organismos y el crecimiento.

#### **4.2.2 TEMPERATURA**

En relación a la temperatura y comparación con la literatura existente, nuestros resultados están en línea con los reportados por Zhang et al. (2019), quienes encontraron que la temperatura en sistemas de acuicultura puede aumentar entre 2°C y 4°C desde la mañana hasta la tarde. Este aumento en la temperatura puede influir en el metabolismo y el crecimiento de *Anadara tuberculosa*, ya que las temperaturas elevadas suelen acelerar los procesos metabólicos en bivalvos, tal como se ha documentado en estudios de crecimiento de especies similares (Li et al., 2017).

El rango de temperatura observado en nuestro estudio (24,80 °C a 28,97 °C) está dentro del rango tolerable para muchas especies de bivalvos. Sin embargo, el estudio de Rodríguez et al. (2021) sugiere que temperaturas superiores a 30°C pueden tener efectos negativos en el crecimiento y la supervivencia de los bivalvos. En este contexto, es crucial que las temperaturas en el sistema se mantengan dentro de un rango óptimo para evitar impactos adversos en la salud de *Anadara tuberculosa*.

### **4.2.3 TURBIDEZ**

Los datos registrados en el horario de la mañana sugieren que la turbidez fue relativamente estable alrededor de 40,95 cm antes del recambio y 34,51 cm después del recambio. Es decir, que hubo un aumento en la cantidad de materia particulada con el ingreso de agua nueva. A la tarde la turbidez volvió a incrementarse a 40,98 cm. El aumento de la turbidez medida con disco secchi demuestra la capacidad filtradora de los organismos bivalvos.

Según un estudio de Wang et al. (2018), los bivalvos como *Anadara tuberculosa* pueden beneficiarse de niveles moderados de turbidez, ya que estas partículas incluyen alimentos como fitoplancton y detritos orgánicos que son esenciales para su nutrición y crecimiento. La turbidez observada después del recambio sugiere que este proceso está movilizand o agua con una alta carga de nutrientes. Este análisis, en conjunto con los datos de temperatura previamente discutidos, proporciona una visión integral de las condiciones ambientales que influyen en la tasa de crecimiento de *Anadara tuberculosa* en este sistema de cultivo.

### **4.2.4 SALINIDAD**

Los valores de salinidad tienden a ser ligeramente más altos en el horario de la tarde 6 p.m. con una diferencia de 0,22%. Esto podría indicar un aumento en la concentración de sales disueltas a lo largo del día, posiblemente debido a la evaporación del agua durante las horas de luz solar. Esta tendencia podría estar relacionada con la acumulación de sales en el agua de la piscina camaronera, lo que podría influir en el ambiente en que se encuentra la concha prieta.

El estudio de Wang et al. (2017) observó que *Anadara tuberculosa* presenta un crecimiento óptimo en un rango de salinidad de 15 a 35 ppt (partes por mil). Dentro de

este rango, los bivalvos mantienen un equilibrio osmótico adecuado, lo que les permite destinar más energía al crecimiento en lugar de a la osmorregulación. Sin embargo, cuando la salinidad cae por debajo de este rango, los organismos deben invertir más energía en regular la concentración de sales internas, lo que puede ralentizar el crecimiento y reducir la biomasa (Mann & Ryther, 2017).

#### **4.2.5 AMONIO**

La concentración de amonio ( $\text{NH}_4$ ) es un indicador clave de la calidad del agua en sistemas de acuicultura, niveles elevados de  $\text{NH}_4$  pueden ser perjudiciales para *Anadara tuberculosa* y otros organismos. Las concentraciones más altas de amonio de 0,25 mg/L observadas a las 6:00 AM durante las semanas 2 y 3 podrían estar relacionadas con la acumulación nocturna de desechos nitrogenados debido a la actividad biológica y falta de depuración durante la noche. Por otro lado, la menor concentración de amonio registradas en las mediciones de la tarde indica una mayor capacidad de depuración del sistema durante el día, lo que ayuda a mantener un ambiente menos tóxico para los bivalvos.

Estudios científicos han documentado que concentraciones de amonio superiores a 0,1 mg/L pueden causar estrés en los bivalvos, afectando su metabolismo y capacidad de osmorregulación. Un estudio realizado por Wang y Widdows (1991) sugiere que concentraciones de amonio superiores a 0,2 mg/L pueden reducir la tasa de filtración y el crecimiento en bivalvos. La capacidad del sistema para mantener concentraciones bajas de amonio durante el día es crucial para prevenir efectos tóxicos en *Anadara tuberculosa*, ya que niveles elevados de amonio pueden interferir con el metabolismo y la osmorregulación de los bivalvos, como se describe en trabajos de Emerson et al. (1975).

#### **4.2.6 NITRITOS**

Los nitritos ( $\text{NO}_2$ ) son tóxicos para muchos organismos acuáticos, incluido *Anadara tuberculosa*. El leve incremento de nitritos a las 6:00 PM durante la primera semana podría ser una respuesta temporal a una alteración en el sistema, posiblemente relacionado con una fluctuación en la actividad bacteriana o en la calidad del efluente, pero la rápida reducción a niveles no detectables en las semanas siguientes indica una rápida recuperación del equilibrio del cultivo lo que resalta la importancia de un monitoreo constante para garantizar la estabilidad del sistema (Ebeling et al., 2006). Mantener niveles de nitritos en 0,00 mg/L es crucial para evitar efectos tóxicos sobre *Anadara tuberculosa*. Según Boyd y Tucker (1988), un sistema de cultivo bien gestionado debe facilitar la completa conversión de amonio a nitrato, minimizando así la presencia de nitritos en el agua. La baja o nula presencia de  $\text{NO}_2$  en el estudio sugiere que el sistema de cultivo está funcionando de manera efectiva en términos de gestión de la calidad del agua.

Esto es consistente con estudios que han demostrado la capacidad de los sistemas de acuicultura bien manejados para resistir y corregir perturbaciones temporales en los procesos biogeoquímicos (Avnimelech, 2006). Mantener niveles de nitritos en 0,00 mg/L es crucial para evitar efectos tóxicos sobre *Anadara tuberculosa*, ya que incluso pequeñas concentraciones de nitritos pueden ser letales para los bivalvos, afectando su capacidad para transportar oxígeno (Jensen, 2003).

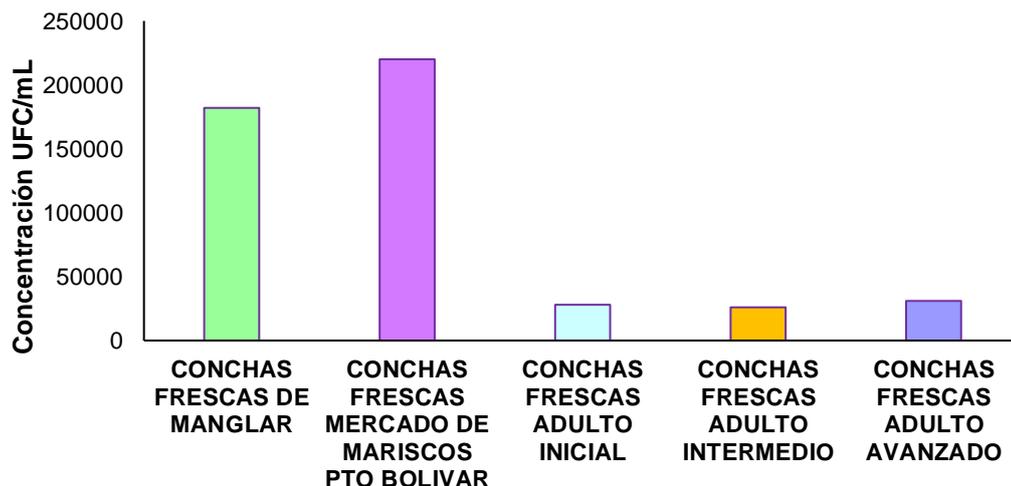
#### **4.2.7 NITRATOS**

Las concentraciones de nitratos presentaron valores máximos de 6,43 mg/L en la mañana y 5,00 mg/L en la tarde. Esta estabilización indica que el sistema de efluentes ha alcanzado un equilibrio en la concentración de nitratos durante el día. En comparación con estudios previos, nuestros datos muestran niveles de nitratos dentro de un rango

comúnmente observado en sistemas acuáticos afectados por la acuicultura. Por ejemplo, un estudio de Caffrey et al. (2016) reportó concentraciones de nitratos en efluentes de sistemas de cultivo de camarones similares que oscilaban entre 3,0 y 7,0 mg/L, con un patrón de estabilización comparable.

El aumento de nitratos observado en nuestras mediciones podría estar relacionado con la carga de nutrientes proveniente de los residuos de camarónicas aledañas, la fertilización o degradación de materia orgánica tal como lo sugieren trabajos anteriores. Según el estudio de Li et al. (2020), las concentraciones elevadas de nitratos en los efluentes de sistemas camarónicos pueden afectar la calidad del agua y potencialmente influir en la salud de los organismos marinos. A pesar de que nuestros datos muestran una estabilización en niveles de 5,00 mg/L, que se encuentra dentro del rango tolerable para muchos organismos, es importante considerar que niveles elevados continuos pueden tener efectos adversos a largo plazo.

#### 4.3 CONCENTRACIONES OBTENIDAS DEL ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DEL PRODUCTO FINAL



*Figura 16* Concentración de coliformes totales de “*Anadara tuberculosa*” de diferentes procedencias

El estudio de Martínez et al. (2018) documentaron que las conchas frescas de *Anadara tuberculosa* pueden presentar una variabilidad significativa en la carga bacteriana, con valores que varían entre  $10^4$  y  $10^6$  UFC/mL. Los datos obtenidos en este estudio están dentro del rango superior reportado en la literatura, especialmente en las muestras de conchas frescas de manglar y mercado de mariscos.

Las concentraciones más altas ( $1,82 \times 10^5$  y  $2,2 \times 10^5$  UFC/mL) corresponden a las conchas frescas recolectadas en el manglar y en el mercado de mariscos de Puerto Bolívar. La concentración de coliformes registrada en las conchas obtenidas del mercado de mariscos fueron 9,46% veces mayor en comparación a la muestra de conchas frescas de manglar, lo que sugiere que la muestra de conchas frescas del mercado de mariscos provino de un hábitat con condiciones que favorecen el desarrollo de microorganismos y posiblemente una mayor exposición a fuentes de contaminación o a la manipulación posterior a su recolección.

Por el contrario, las concentraciones más bajas ( $2,8 \times 10^4$ ,  $2,6 \times 10^4$  y  $3,1 \times 10^4$  UFC/mL) de coliformes totales corresponden a las muestras frescas que provienen del cultivo de “*Anadara tuberculosa* cultivadas en los efluentes de una piscina camaronera las cuales no presentaron diferencias significativas entre tratamientos (adulto inicial, adulto intermedio, adulto avanzado), dándonos un promedio de  $2,8 \times 10^4$  UFC/mL de coliformes totales entre los tres tratamientos.

La diferencia entre la concentración de coliformes entre la muestra de Pto. Bolívar y las conchas frescas que fueron cultivadas en este proyecto fue de 77,42%. Es decir, la concentración de coliformes totales registrados en la muestra 2 (Mercado Pto. Bolívar) es

7,85 veces mayor en comparación a las concentraciones de coliformes totales registradas en las conchas frescas cultivadas el presente estudio. De manera similar, la muestra 1 (Conchas frescas de Manglar) presento una concentración de coliformes totales que equivale a 69,24%, es decir 6,5 veces superior a los valores obtenidos durante las 8 semanas de cultivo en este proyecto.

#### **4.4 IMPLICACIONES DEL SISTEMA DE SOSTENIMIENTO DE “*Anadara tuberculosa*” EN PISCINAS CAMARONERAS SOBRE LA CALIDAD DEL PRODUCTO FINAL**



**CONCHAS FRESCAS DEL MERCADO DE  
MARISCOS DE PUERTO BOLIVAR**



**B**

**CONCHAS FRESCAS CULTIVADAS EN LOS EFLUENTES DE UNA PISCINA CAMARONERA**



*Tabla 19* Muestras de "*Anadara tuberculosa*" de diferentes procedencias

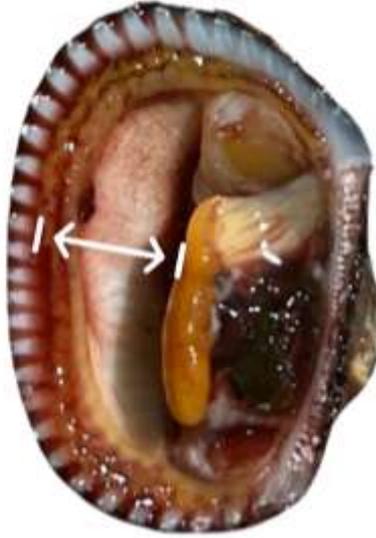
COMPARACIÓN VISUAL – COLORIMETRÍA	
<p style="text-align: center;"><b>CONCHAS FRESCAS DE MANGLAR</b></p>	 <p style="text-align: right;"><b>A</b></p>
<p style="text-align: center;"><b>CONCHAS FRESCAS DEL MERCADO DE MARISCOS DE PUERTO BOLIVAR</b></p>	 <p style="text-align: right;"><b>B</b></p>
<p style="text-align: center;"><b>CONCHAS FRESCAS CULTIVADAS EN LOS EFLUENTES DE UNA PISCINA CAMARONERA</b></p>	 <p style="text-align: right;"><b>C</b></p>

*Tabla 20* Contraste de coloración de la cavidad interna de “*Anadara tuberculosa*”

Las imágenes presentadas provienen de material fresco que fue disectado para de manera visual conocer el estado de salud interna de los organismos. De acuerdo a las imágenes presentadas en este trabajo, se aprecia una expresiva diferencia en la intensidad de color de la cavidad interna de los organismos. Las conchas frescas adquiridas en el Mercado de Mariscos de Puerto Bolívar presentaron una coloración más pálida en comparación con las conchas frescas extraídas del manglar que presentaron una coloración ligeramente rojiza. Pero, al comparar la coloración de las conchas cultivadas en efluentes de una piscina camaronera con las imágenes de conchas de manglar y de mercado, se demuestra una diferencia mucho más expresiva en cuanto a la intensidad de color. En este último caso, los organismos en fresco disectados provenientes del sistema de cultivo camaronero presentaron una coloración naranja intensa en su cavidad interna, lo que nos permite suponer la maduración gonadal de los especímenes cultivados en piscinas, aspecto que incide tanto en la fisiología del organismo como en su calidad nutricional.

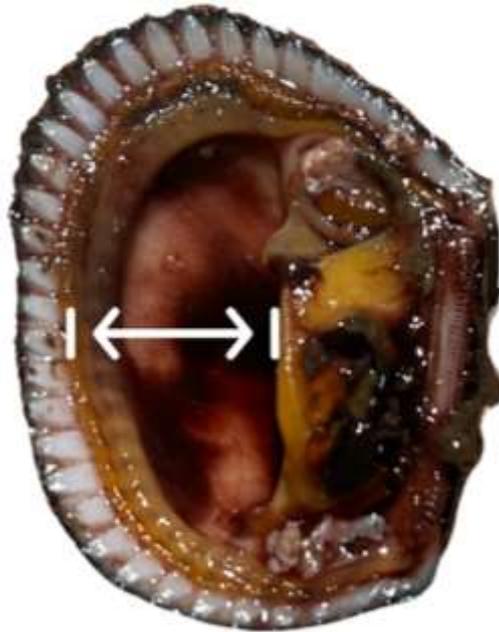
**COMPARACIÓN VISUAL – TAMAÑO CAVIDAD INTERNA**

**CONCHAS FRESCAS DE MANGLAR**

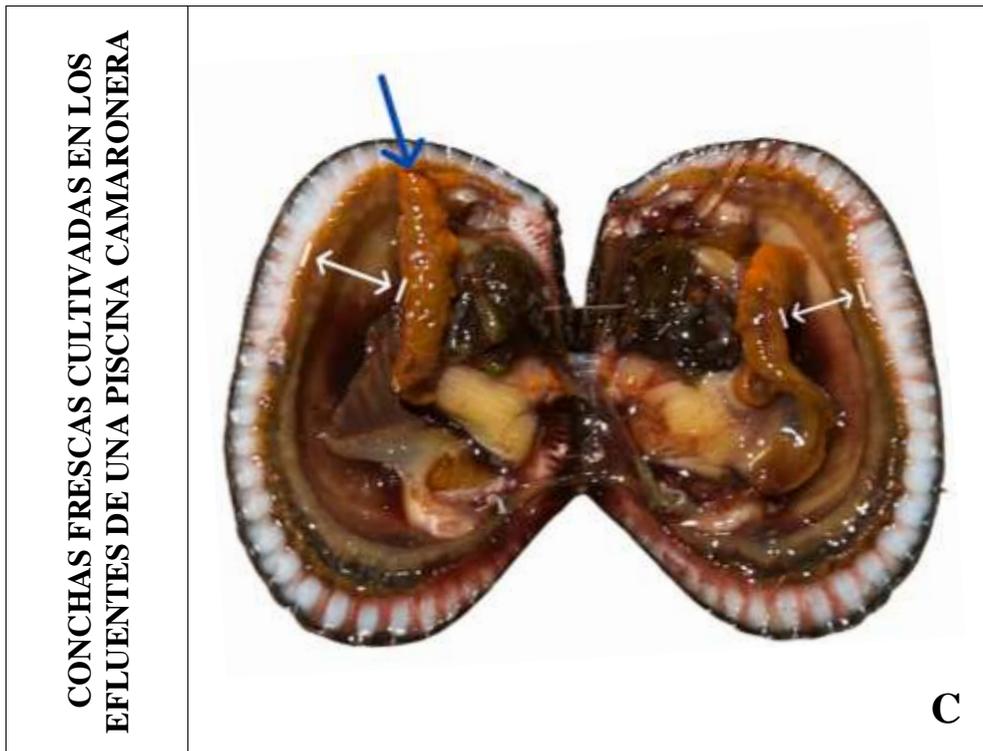


**A**

**CONCHAS FRESCAS DEL MERCADO DE MARISCOS DE PUERTO BOLIVAR**



**B**



*Tabla 21* Tamaño de órganos internos de “*Anadara tuberculosa*”

Por otro lado, la observación visual y directa de los bivalvos de “*Anadara tuberculosa*” nos permiten realizar una comparación aproximada del tamaño de la cavidad interna de los organismos de cada muestra. Donde tenemos como resultado que los bivalvos frescos extraídos del manglar (A) ocuparon un espacio aproximado equivalente al 50% de cavidad interna en relación al cuerpo interno del organismo. Los órganos internos de las conchas frescas adquiridas en el Mercado de Mariscos de Puerto Bolívar (B) ocuparon menos del 50% del espacio de la estructura de la concha. Finalmente, el tamaño de la cavidad interna de las conchas cultivadas en efluentes de una piscina camaronera (C) reflejó una diferencia significativa en contraste con las muestras A y B, previamente descritas, con un desarrollo en sus órganos internos que ocupan más del 80% de la cavidad interna de la concha.

## V. CONCLUSIONES

- El cultivo de “*Anadara tuberculosa*” en efluentes de piscinas camaroneras resultó en un crecimiento positivo, con tasas de crecimiento semanal en tamaño que variaron entre 0.03 cm y 0.08 cm. Esto demuestra que los efluentes camaroneros pueden ser un medio adecuado para el cultivo de este molusco, contribuyendo al desarrollo de una acuicultura más sostenible.
- La tasa de crecimiento en peso de *Anadara tuberculosa* cultivada en los efluentes camaroneros fue positiva, con un incremento promedio semanal que osciló entre (1,03 y 2,48 g). Estos resultados indican que el entorno proporcionado por los efluentes no solo es adecuado para el crecimiento en tamaño, sino también para la ganancia de biomasa, lo que refuerza la viabilidad de utilizar estos efluentes como medio de cultivo para esta especie. Esto sugiere que el cultivo en estas condiciones puede ser rentable y contribuir al aumento de la producción sostenible de *Anadara tuberculosa*.
- La correlación positiva entre el crecimiento en talla y peso de *Anadara tuberculosa* refleja un balance adecuado de factores ambientales y de manejo en el sistema de cultivo. Estudios previos destacan que para optimizar este crecimiento es esencial mantener una alta calidad del agua, disponibilidad de nutrientes, y una adecuada densidad de población.
- Las condiciones físico-químicas del agua, como pH, temperatura y salinidad, fueron apropiadas para el crecimiento de “*Anadara tuberculosa*”. La estabilidad de estos parámetros a lo largo del tiempo de cultivo sugiere que los sistemas camaroneros pueden mantener un ambiente adecuado para el desarrollo de estos bivalvos.

- La capacidad del sistema para mantener estos niveles dentro de un rango seguro refuerza la idea de que la calidad del agua ha mejorado, minimizando los impactos negativos sobre *Anadara tuberculosa* y el medio ambiente circundante.
- El análisis microbiológico reveló que la carga de coliformes totales en los organismos cultivados fue significativamente menor en comparación con las muestras obtenidas directamente del manglar y del mercado de mariscos de Puerto Bolívar. Esto indica que el cultivo en efluentes camaroneros mejora la seguridad alimentaria de “*Anadara tuberculosa*”, reduciendo los riesgos de contaminación bacteriana.

## **VI. RECOMENDACIONES**

- Gracias a los resultados positivos obtenidos, se recomienda promover este sistema de cultivo entre los productores camaroneros como una alternativa viable y sostenible para diversificar su producción y generar ingresos adicionales, al mismo tiempo que contribuyen a la conservación de las poblaciones naturales de *Anadara tuberculosa*.
- Se recomienda expandir los estudios microbiológicos que incluyan otros géneros de patógenos potenciales y determinar si el cultivo en efluentes camaroneros reduce la presencia de una gama más amplia de contaminantes, asegurando así una mayor seguridad para el consumidor.
- Se sugiere realizar estudios a largo plazo sobre el impacto ambiental de este sistema de cultivo, tanto en la calidad del agua como en la biodiversidad del ecosistema circundante, para garantizar que sea una práctica sostenible.

## VII. BIBLIOGRAFÍA

- Avnimelech, Y. (2006). Bio-filters: The need for an new comprehensive approach. *Aquacultural Engineering*, 34(3), 172-178. <https://doi.org/10.1016/j.aquaeng.2005.04.001>
- Barraza-Guardado, R. H., Martínez-Córdova, L. R., Enríquez-Ocaña, L. F., Martínez-Porchas, M., Miranda-Baeza, A., & Porchas-Cornejo, M. A. (2014). Efecto de efluentes de granjas camaronícolas sobre parámetros de la calidad del agua y del sedimento frente a la costa de Sonora, México. *Ciencias Marinas*, 40(4). <https://doi.org/10.7773/cm.v40i4.2424>
- Bayne, B., & Newell, R. (1983). *Physiological Energetics of Marine Molluscs*. En Elsevier eBooks (pp. 407-515). <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-751404-8.50017-7>
- Boyd, C. E., & Tucker, C. S. (1998). *Pond Aquaculture Water quality management*. En Springer eBooks. <https://doi.org/10.1007/978-1-4615-5407-3>
- Bui, T. D., Luong-Van, J., & Austin, C. M. (2012). Impacto de los efluentes de las granjas camaroneras en la calidad del agua en las zonas costeras de la Bahía de Ha Long, declarada Patrimonio de la Humanidad. *American Journal of Environmental Sciences*, 8(2), 104–116. <https://doi.org/10.3844/AJESSP.2012.104.116>
- Castine, S. A., McKinnon, A. D., Paul, N. A., Trott, L. A., & de Nys, R. (2013). Wastewater treatment for land-based Aquaculture: Improvements and value-adding alternatives in model systems from Australia. In *Aquaculture Environment Interactions* (Vol. 4, Issue 3). <https://doi.org/10.3354/aei00088>
- Finney, M., Smullen, J., Foster, H. A., Brox, S., & Storey, D. M. (2003). Evaluation of Chromocult coliform agar for the detection and enumeration of Enterobacteriaceae from

faecal samples from healthy subjects. *Journal Of Microbiological Methods*, 54(3), 353-358. [https://doi.org/10.1016/s0167-7012\(03\)00068-x](https://doi.org/10.1016/s0167-7012(03)00068-x)

Gamboa, L. (2019). Densidad y estructura poblacional de *Anadara tuberculosa* en Puerto el Morro: un análisis previo y posterior al establecimiento del área protegida. In *Journal of Chemical Information and Modeling*.

García-Domínguez, F. A., de Haro-Hernández, A., García-Cuellar, Á., & Rodríguez-Astudillo, S. (2008). Ciclo reproductivo de *Anadara tuberculosa* (Cowerby, 1833) Arcidae en Bahía Magdalena, México. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 43(1). <https://doi.org/10.4067/s0718-19572008000100015>

Ghanavati, D., Khodanazary, A., Hosseini, S. M., & Rezaei, A. (2020). Microstructure and quality attributes of *Saurida tumbil* muscle during superchilled storage as affected by shell/ and non-shell freezing. *International Journal of Food Properties*, 23(1). <https://doi.org/10.1080/10942912.2020.1716794>

Gosling, E. (2015) *Marine Bivalve molluscs*. 2nd Edition, Wiley-Blackwell, Hoboken, 258. -  
References - Scientific Research Publishing. (s. f.).  
<https://www.scirp.org/reference/referencespapers?referenceid=1773016>

Guerrero, C. (2000). Monitoreo de la calidad del agua en los afluentes y efluentes de camarónicas ubicadas en la zona del golfo de Guayaquil (Ecuador). *ESPOL*.  
<http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/8603>

Jensen, F. B. (2003). Nitrite disrupts multiple physiological functions in aquatic animals. *Comparative Biochemistry And Physiology Part A Molecular & Integrative Physiology*, 135(1), 9-24. [https://doi.org/10.1016/s1095-6433\(02\)00323-9](https://doi.org/10.1016/s1095-6433(02)00323-9)

- Lucero, C., Cantera, J., & Nelra, R. (2012). Pesquería y crecimiento de la piangua (arcoída: Arcidae) *Anadara tuberculosa* en la Bahía de Málaga del Pacífico Colombiano, 2005-2007. *Revista de Biología Tropical*, 60(1). <https://doi.org/10.15517/rbt.v60i1.2754>
- Lucero, C., Gualteros, W., Quiñones, N., Valencia, K., Mosquera, C., & Cortes, D. (2023). Análisis del desarrollo sexual y crecimiento del bivalvo *Anadara tuberculosa* como información soporte para ensayos de reproducción en Tumaco Nariño. *Encuentro SENNOVA Del Oriente Antioqueño*, 8(1). <https://doi.org/10.23850/26652447/8/1/4989>
- Lürling, M. (2021). Grazing resistance in phytoplankton. *Hydrobiologia*, 848(1). <https://doi.org/10.1007/s10750-020-04370-3>
- Mendoza, O., & Alvitres, V. (2013). Crecimiento y supervivencia de *Anadara tuberculosa* (Sowerby, 1833) a tres densidades Growth and survival of *Anadara tuberculosa* (Sowerby, 1833) on three densities. *Revista de Investigación Científica Universidad Nacional de Tumbes, Perú*, 12(1).
- Muñoz Oré, M. J., & Paco Alarcón, C. (2021). Determinación de eutrofización producida por efluentes de estanques de piscicultura por medio del análisis de DBO en la ciudad de Canta: una revisión de la literatura científica. *Universidad Privada Del Norte*. <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/25603>
- Nasevilla, M., Fernández, L., Yáñez-Jácome, G. S., Pozo, P., Dominguez-Granda, L., Romero, H., & Espinoza-Montero, P. (2022). Total mercury determination in bivalves *Anadara tuberculosa* sold in open markets from Quito, Ecuador. *Heliyon*, 8(12). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e12451>
- Navarrete Álava, J., Noles Aguilar, P., Delgado Villafuerte, C., Hernández de Guerrero, N., & Guerrero-Ríos, R. (2022). Biorremediación de efluentes del cultivo de camarón por medio de consorcios microbianos autóctonos y microalgas nativas en Manabí, Ecuador.

*AquaTechnica: Revista Iberoamericana de Acuicultura.*, 4(1), 53–65.  
<https://doi.org/10.33936/AT.V4I1.4635>

Ngo, H. H., Guo, W., Tram Vo, T. P., Nghiem, L. D., & Hai, F. I. (2017). Aerobic Treatment of Effluents From the Aquaculture Industry. In *Current Developments in Biotechnology and Bioengineering: Biological Treatment of Industrial Effluents*.  
<https://doi.org/10.1016/B978-0-444-63665-2.00002-3>

Ortega-Lizárraga, G. G., Lizárraga-Rojas, M., Gómez-Medina, L. G., Guzmán-Ibarra, J. E., Muñoz-Rubí, H. A., Mendivil-Mendoza, J. E., & Aragón-Noriega, E. A. (2023). Estimation of Growth and Size at First Maturity under a Multimodel Approach of *Anadara tuberculosa* (Sowerby, 1833) on the Southeast Coast of the Gulf of California. *Journal Of Marine Science And Engineering*, 12(1), 48.  
<https://doi.org/10.3390/jmse12010048>

Pardo, S., Suárez, H., & Soriano, E. (2006). Tratamiento de efluentes: una vía para la acuicultura responsable. *Revista MVZ Córdoba*, 11(Supl), 20–29.  
<https://doi.org/10.21897/RMVZ.1041>

Prado, E., Rentería, J., Olivo, M., Martínez, M., & Rodríguez, C. (2022). Estrategias para fortalecer la cadena de valor de *Anadara tuberculosa* (concha prieta) en Ecuador. *Cumbres*, 8(2). <https://doi.org/10.48190/cumbres.v8n2a2>

Queiroz, H. M., Ferreira, T. O., Taniguchi, C. A. K., Barcellos, D., do Nascimento, J. C., Nóbrega, G. N., Otero, X. L., & Artur, A. G. (2020). Riesgos de mineralización de nitrógeno y eutrofización en manglares que reciben efluentes de cultivo de camarón. *Environmental Science and Pollution Research*, 27(28), 34941–34950.  
<https://doi.org/10.1007/S11356-020-09720-1/TABLES/2>

- Ramos, R. (2010). *Tratamiento de efluentes del cultivo de Litopenaeus vannamei mediante procesos de sedimentación, filtración y absorción*.  
[https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-560X2010000200003](https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-560X2010000200003)
- Rincon, C. H. L., Kintz, J. R. C., & Gil-Agudelo, D. L. (2021). Hermaphroditism of bivalves *Anadara tuberculosa* and *Anadara similis* Sowerby 1883 (Arcidae) in Colombian Pacific mangroves. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras*, 50(1).  
<https://doi.org/10.25268/bimc.invemar.2021.50.1.1019>
- Robles P., Y. A., Vega, A. J., & Díaz, L. del C. (2022). Sexual proportion and hermaphroditism of the mollusc, *Anadara tuberculosa* (Bivalvia: Arcidae) in Panama. *Revista de Biología Tropical*, 70(1). <https://doi.org/10.15517/rev.biol.trop.2022.50805>
- Rodríguez, D., Reyes, J., Márquez, A., Sonnenholzner, S., & Hende, S. Van Den. (2022). Early life cycle description and effects of microalgal diets on larval and post-larval development of the mangrove cockle *Anadara tuberculosa* (Sowerby, 1833). *Aquaculture Research*, 53(2). <https://doi.org/10.1111/are.15603>
- Romero-Estévez, D., Yáñez-Jácome, G. S., Dazzini Langdon, M., Simbaña-Farinango, K., Rebolledo Monsalve, E., Durán Cobo, G., & Navarrete, H. (2020). An Overview of Cadmium, Chromium, and Lead Content in Bivalves Consumed by the Community of Santa Rosa Island (Ecuador) and Its Health Risk Assessment. *Frontiers in Environmental Science*, 8. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2020.00134>
- Sarà, G., Manganaro, A., Cortese, G., Pusceddu, A., & Mazzola, A. (1998). The relationship between food availability and growth in *Mytilus galloprovincialis* in the open sea (southern Mediterranean). *Aquaculture*, 167(1-2), 1-15. [https://doi.org/10.1016/s0044-8486\(98\)00281-6](https://doi.org/10.1016/s0044-8486(98)00281-6)

- Sanmartin Freire, N. J., Prado-Carpio, E., Renteria-Minuche, J., & Valarezo-Macías, C. A. (2022). Evaluación del Valor de Mercado de *Anadara tuberculosa* (Concha Prieta) Considerando su Calidad Física. *European Scientific Journal ESJ*, 8. <https://doi.org/10.19044/esipreprint.8.2022.p32>
- Vega, Á. J., Robles P., Y. A., Alvarado, O., & Cedeño Mitre, C. (2021). Size structure, distribution, and abundance of *Anadara tuberculosa* (Bivalvia: Arcidae) in two mangrove systems from the pacific coast of panama. *Revista de Biología Tropical*, 69(2). <https://doi.org/10.15517/rbt.v69i2.43934>
- Vera, Y. M. S., Mite, L. F., & Soto Valenzuela, J. (2022). Analysis Of *Anadara Tuberculosa* Capture Analysis At The Manglares El Morro Wildlife Refuge And Protected Zone Of Guayas In 2022. *Journal of Pharmaceutical Negative Results*, 13. <https://doi.org/10.47750/pnr.2022.13.S09.584>
- Verma, S. (2023). A Microbiological Analysis of Egg Shell Bacteria. *Vantage: Journal of Thematic Analysis*, 4(2). <https://doi.org/10.52253/vjta.2023.v04i02.04>
- Wacker, A., Marzetz, V., & Spijkerman, E. (2015). Interspecific competition in phytoplankton drives the availability of essential mineral and biochemical nutrients. *Ecology*, 96(9). <https://doi.org/10.1890/14-1915.1>
- Wang, L., Ma, L., Sun, J., Zhang, Y., Zhou, Q., Wu, Z., & He, F. (2018). Effects of different aquaculture methods for introduced bivalves (*Hyriopsis cumingii*) on seston removal and phosphorus balance at the water–sediment interface. *Journal Of Freshwater Ecology*, 33(1), 251-265. <https://doi.org/10.1080/02705060.2018.1429328>
- Wang, Q., Xie, X., Zhang, M., Teng, W., Liang, M., Kong, N., Wang, C., & Zhou, Z. (2017). Effects of temperature and salinity on survival and growth of juvenile ark shell *Anadara*

broughtonii. *Fisheries Science*, 83(4), 619-624. <https://doi.org/10.1007/s12562-017-1095-z>

WIDDOWS, J., & STAFF, F. (2006). BIOLOGICAL EFFECTS OF CONTAMINANTS: MEASUREMENT OF SCOPE FOR GROWTH IN MUSSELS. *ICES TECHNIQUES IN MARINE ENVIRONMENTAL SCIENCES*, 40.

Wright, R. T., Coffin, R. B., & Lebo, M. E. (1987). Dynamics of planktonic bacteria and heterotrophic microflagellates in the Parker Estuary, northern Massachusetts. *Continental Shelf Research*, 7(11-12), 1383-1397. [https://doi.org/10.1016/0278-4343\(87\)90043-4](https://doi.org/10.1016/0278-4343(87)90043-4)

Zaldívar-Jiménez, A., Herrera-Silveira, J., Pérez-Ceballos, R., & Teutli-Hernández, C. (2012). Evaluación del uso de los humedales de manglar como biofiltro de efluentes de camarónicas en Yucatán, México. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 47(3). <https://doi.org/10.4067/s0718-19572012000300003>

Zapata-Vívenes, E., Rodríguez-Pesantes, D., Morales, F., & Van Den Hende, S. (2023). Ideal settlement substrate and effect of darkness on spat production of the mangrove cockle *Anadara tuberculosa*. *Aquaculture*, 572. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2023.739519>

Zhang, M., Dong, J., Gao, Y., Liu, Y., Zhou, C., Meng, X., Li, X., Li, M., Wang, Y., Dai, D., & Lv, X. (2021). Patterns of phytoplankton community structure and diversity in aquaculture ponds, Henan, China. *Aquaculture*, 544. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2021.737078>

## VIII. ANEXOS



*Ilustración 1 "Anadara tuberculosa"*



*Ilustración 2 Ubicación de canastas en área de cultivo*



*Ilustración 3 Muestreo semanal*



*Ilustración 4 Toma de parámetros de calidad de agua*



*Ilustración 5 Medición de "Anadara tuberculosa"*



*Ilustración 6 Pesaje de "Anadara tuberculosa"*



*Ilustración 7 Muestreo semanal*



*Ilustración 8 Autoclavado de materiales de laboratorio*



*Ilustración 9 Diluciones seriadas*



*Ilustración 10 Resultados de siembra en placa muestra tomada de manglar*



*Ilustración 11 Resultados de siembra en placa muestra "Mercado de Mariscos Pto. Bolívar"*



*Ilustración 12 Resultados de siembra en placa muestra de conchas frescas cultivadas en los efluentes de una piscina camaronera.*