

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ciencias de la Vida

Beneficios de la depuración de moluscos bivalvos: Evaluación y
Socialización

PROYECTO INTEGRADOR

Previo la obtención del Título de:

Biólogo

Presentado por:

Tatiana Estefanía Dután Navas

Nancy de Lourdes Sierra Sánchez

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2022

DEDICATORIA

Agradezco a mi familia, a mi mamá Alba Navas y mi papá Raúl Dután, a mis hermanas Mayra, Sofía, Salomé, a mis abuelitos y tíos, por siempre haberme brindado su fuerza y apoyo incondicional, por sus titánicos esfuerzos, por no desistir y confiar en mí. Gracias a todos por haberme alentado y motivado para alcanzar mis metas.

Tatiana Estefanía Dután Navas

El presente proyecto se lo dedico a mis padres; Susana Sánchez y José Sierra, quienes han sido mi soporte y me han apoyado incondicionalmente a lo largo de esta etapa académica, sin su esfuerzo esto no hubiese sido posible. A mis abuelos y hermanos por confiar en mí y a mis mejores amigos quienes me brindaron su apoyo y me han motivado a seguir adelante.

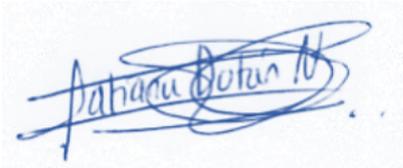
Nancy de Lourdes Sierra Sánchez

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a nuestro tutor el Dr. Félix Morales, quien ha sabido guiarnos y apoyarnos durante nuestro último semestre para lograr culminar con éxito el proyecto. A los ayudantes del Laboratorio de Procesos Biológicos, por habernos transmitido todo su conocimiento del área. Finalmente, a nuestras familias por habernos apoyado incondicionalmente durante nuestra etapa universitaria.

DECLARACIÓN EXPRESA

"Los derechos de titularidad y explotación, nos corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; Tatiana Estefanía Dután Navas y Nancy de Lourdes Sierra Sánchez y damos nuestro consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual"



Tatiana Estefanía Dután Navas



Nancy de Lourdes Sierra Sánchez

EVALUADORES

Diego Arturo Gallardo Polit

PROFESOR DE LA MATERIA



Félix Enrique Morales Ramos, PhD

PROFESOR TUTOR

RESUMEN

Los moluscos bivalvos tienen un alto valor gastronómico y son de gran importancia comercial dentro del país. Sin embargo, se ven afectados por su forma de alimentarse y por su poca movilidad en el medio donde se desarrollan ya que terminan filtrando contaminantes en su organismo. Por encontrarse expuestos a diferentes contaminantes y agentes patógenos se requiere de medidas de control y que sean sometidos a un sistema de depuración para poder comercializar y exportar un producto de calidad. Por la problemática que se presenta, este estudio tiene como objetivo evaluar el beneficio de la depuración, ajustando el sistema para proyectar la exportación de productos de calidad además de socializar los alcances a productores y recolectores de la costa ecuatoriana. Para alcanzar el objetivo se expuso a las especies *Mytella strigata* y *Anadara tuberculosa* a un proceso de depuración durante 24 y 72 horas respectivamente y se tomaron los parámetros fisicoquímicos y condiciones biológicas. Se calculó el índice de condición el cual, según el análisis de varianza de una vía (ANOVA) no se afecta el producto *A. tuberculosa* con la depuración. Se realizó también el cálculo de contenido inorgánico y el ANOVA señaló que para las dos especies se logra remover significativamente la arena de sus tejidos tras 24 horas de depuración. En cuanto al porcentaje de sobrevivencia el ANOVA señaló que existe una diferencia significativa en la sobrevivencia de los mejillones *M. strigata* depurados en comparación con los no depurados. Finalmente, se realizó la socialización de beneficios a productores y recolectores mediante reuniones presenciales y entrega de folletos informativos.

Palabras Clave: Contaminantes, patógenos, purificación, bivalvos, índice de condición, contenido inorgánico.

ABSTRACT

*Bivalve mollusks have a high gastronomic value and are of great commercial importance within the country. However, they are affected by their way of feeding and by their low mobility in the environment where they develop, since they end up filtering contaminants into their body. Because they are exposed to different pollutants and pathogenic agents, control measures are required and they must be subjected to a purification system in order to be able to market and export a quality product. Due to the problems that arise, this study aims to evaluate the benefit of purification, the system to project adjust the export of quality products in addition to socializing the scope for producers and collectors on the Ecuadorian coast. To achieve the objective, the species *Mytella strigata* and *Anadara tuberculosa* were exposed to a purification process for 24 and 72 hours, respectively, and the physicochemical parameters and biological conditions were taken. The condition index was calculated which, according to the one – way analysis of variance (ANOVA), does not affect the *A. tuberculosa* product with purification. The calculation of inorganic content was also carried out and the ANOVA said that for the two species it is possible to significantly remove the sand from their tissues after 24 hours of purification. Regarding the percentage of survival, the ANOVA said that there is a significant difference in the survival of mussels *M. strigata* purified compared to non – purified mussels. Finally, the socialization of benefits to producers and collectors was carried out through face-to-face meetings and delivery of information brochures.*

Keywords: *Contaminants, pathogens, purification, bivalves, condition index, inorganic content.*

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	I
ABSTRACT	II
ÍNDICE GENERAL	III
ABREVIATURAS	VI
SIMBOLOGÍA	VII
ÍNDICE DE FIGURAS	VIII
ÍNDICE DE TABLAS	X
CAPÍTULO 1	11
1. INTRODUCCIÓN	11
1.1. Descripción del problema	12
1.2. Justificación del problema	13
1.3. Objetivos.....	14
1.3.1. Objetivo General	14
1.3.2. Objetivos Específicos.....	14
1.4. Marco teórico.....	14
1.4.1. Moluscos bivalvos	14
1.4.1.1. Morfofisiología.....	15
1.4.1.2. Especies.....	15
1.4.1.2.1. <i>Mytella strigata</i>	15
1.4.1.2.2. <i>Anadara tuberculosa</i>	16
1.4.2. Depuración de moluscos bivalvos.....	17
1.4.2.1. Variables Físico Químicas.....	17
1.4.2.1.1. Temperatura.....	18
1.4.2.1.2. Salinidad.....	18
1.4.2.1.3. Oxígeno Disuelto.....	18
1.4.2.1.4. pH.....	19

1.4.2.2. Variables Biológicas	19
1.4.2.2.1. Materia Inorgánica (CIT).....	19
1.4.2.2.2. Índice de condición (IC).....	20
1.4.2.2.3. Porcentaje de Supervivencia.....	20
CAPÍTULO 2	21
2. METODOLOGÍA	21
2.1. Área de estudio	21
2.2. Sistema de depuración.....	21
2.3. Proceso de depuración.....	22
2.3.1. Selección de muestra	22
2.3.2. Procesamiento de muestra	23
2.4. Monitoreo de parámetros físico - químicos.....	23
2.5. Monitoreo de supervivencia de las especies	24
2.6. Índice de condición.....	24
2.7. Contenido inorgánico.....	27
2.8. Análisis estadístico	27
2.9. Socialización de los beneficios del sistema de depuración	27
CAPÍTULO 3	28
3. RESULTADOS Y ANÁLISIS	28
3.1. Monitoreo de parámetros físico - químicos.....	28
3.1.1. Parámetros físico – químicos para el mejillón <i>Mytella strigata</i>	28
3.1.2. Parámetros físico – químicos para la concha prieta <i>Anadara tuberculosa</i>	34
3.2. Monitoreo de condiciones biológicas.....	38
3.2.1. Supervivencia de mejillones <i>Mytella strigata</i>	38
3.2.2. Supervivencia de conchas <i>Anadara tuberculosa</i>	41
3.2.3. Índice de condición de mejillones <i>Mytella strigata</i>	42
3.2.4. Índice de condición de conchas <i>Anadara tuberculosa</i>	43

3.2.5. Contenido inorgánico de los mejillones <i>Mytella strigata</i>	45
3.2.6. Contenido inorgánico de las conchas <i>Anadara tuberculosa</i>	47
3.3. Socialización	49
CAPÍTULO 4	50
4. Conclusiones y Recomendaciones.....	50
4.1. Conclusiones.....	50
4.2. Recomendaciones.....	50
BIBLIOGRAFÍA.....	51

ABREVIATURAS

ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
NOOA	National Oceanic and Atmospheric Administration
FAO	Organización de las Naciones Unidas Para la Alimentación y la Agricultura
MPCEIP	Ministerio de Producción, Comercio Exterior, Inversiones y Pesca
OEC	The Observatory of Economic Complexity

SIMBOLOGÍA

IC	Índice de Condición
MI	Materia Inorgánica
OD	Oxígeno Disuelto
mg/L	Miligramo por cada litro
UV	Ultravioleta
ppm	Partes por millón
°C	Grados Centígrados
pH	Potencial de Hidrógeno
l	litro

ÍNDICE DE FIGURAS

Gráfico 1. Sistema de depuración para moluscos bivalvos, a nivel de laboratorio.....	22
Gráfico 2. Esquema del proceso del índice de condición.	26
Gráfico 3. Esquema de medición de moluscos bivalvos: (a) Longitud y altura, (b) Ancho (Zeng & Yang, 2021).....	26
Gráfico 4. Valores de la temperatura del agua de los tanques A, B, C y control durante la mañana y tarde.	29
Gráfico 5. Valores de la salinidad del agua de los tanques A, B y C durante la mañana y tarde.....	30
Gráfico 6. Valores del oxígeno disuelto de los tanques A, B y C durante la mañana y la tarde.	31
Gráfico 7. Valores del pH de los tanques A, B y C durante la mañana y la tarde.	32
Gráfico 8. Valores de la temperatura del agua de los tanques A, B, C durante la mañana y tarde.....	34
Gráfico 9. Valores de la salinidad del agua de los tanques A, B y C durante la mañana y tarde.....	35
Gráfico 10. Valores del oxígeno disuelto de los tanques A, B y C durante la mañana y la tarde.....	36
Gráfico 11. Valores del pH de los tanques A, B y C durante la mañana y la tarde.	36
Gráfico 12. Porcentaje de sobrevivencia de <i>M. strigata</i> sujeto a 24 h de depuración vs los días fuera de los tanques.....	39
Gráfico 13. Porcentaje de sobrevivencia de <i>M. strigata</i> sujeto a 48 h de depuración vs los días fuera de los tanques.....	40
Gráfico 14. Porcentaje de sobrevivencia de <i>M. strigata</i> sujeto a 72 h de depuración vs los días fuera de los tanques.....	40
Gráfico 15. Porcentaje de sobrevivencia de <i>A. tuberculosa</i> sujeto a 24 h de depuración vs los días fuera de los tanques.	41
Gráfico 16. Valores promedios del índice de condición de <i>M. strigata</i> por día de depuración.	42

Gráfico 17. Valores promedios del índice de condición de <i>A. tuberculosa</i> por día de depuración.	44
Gráfico 18. Valores promedios del porcentaje de Contenido Inorgánico Total por tanque y por día de los mejillones <i>M. strigata</i>	46
Gráfico 19. Valores promedios del porcentaje de Contenido Inorgánico Total por día de los mejillones <i>M. strigata</i>	46
Gráfico 20. Valores promedios del porcentaje de Contenido Inorgánico Total por tanque y por día de las conchas <i>A. tuberculosa</i>	48
Gráfico 21. Valores promedios del porcentaje de Contenido Inorgánico Total por día de las conchas <i>A. tuberculosa</i>	48

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Promedio total de los parámetros físico – químicos por cada tanque de depuración de los mejillones <i>M. strigata</i>	33
Tabla 2. Tabla ANOVA de los parámetros físico – químicos por tanque de <i>M. strigata</i>	33
Tabla 3. Promedio total de los parámetros físico – químicos por cada tanque de depuración de las conchas <i>A. tuberculosa</i>	37
Tabla 4. Tabla ANOVA de los parámetros físico – químicos por tanque de <i>A. tuberculosa</i>	38
Tabla 5. Tabla ANOVA de la sobrevivencia durante 24 horas por tanque de <i>M. strigata</i> . .	39
Tabla 6. Tabla ANOVA de la sobrevivencia durante 24 horas por tanque de <i>A. tuberculosa</i>	42
Tabla 7. Tabla ANOVA del índice de condición por tanque y día de <i>M. strigata</i>	43
Tabla 8. Tabla ANOVA del índice de condición por tanque y día de <i>A. tuberculosa</i>	44
Tabla 9. Tabla ANOVA del contenido inorgánico por tanque y día de <i>M. strigata</i>	47
Tabla 10. Tabla ANOVA del contenido inorgánico por día y tanque de <i>A. tuberculosa</i>	49

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN

Los moluscos bivalvos son animales acuáticos que se caracterizan por poseer dos valvas calcáreas laterales que se comprimen por la acción de sus músculos aductores, y por poseer dentro de éstas, órganos desarrollados y especializados, con los cuales puede alimentarse y respirar (Cáceres & Vásquez, 2014). Los organismos bivalvos presentan un área de distribución amplia, desde zonas costeras hasta las profundidades marinas y en su mayoría prefieren habitar en zonas bastante oxigenadas (Helm et al., 2006).

Por otro lado, una de las características particulares sobre este grupo es que son organismos sésiles con poca movilidad, no pueden migrar a zonas que presenten condiciones más favorables cuando su hábitat se ve afectado, y esto desde el punto de vista sanitario debe ser tomado en cuenta ya que algunas especies se desarrollan en zonas costeras de manglar en bahías o esteros, que están enormemente sujetos a un sin número de contaminantes influenciados por la actividad antropogénica (Cáceres & Vásquez, 2014). La contaminación del agua precedentes por diversas vías como actividades agrícolas, descargas urbanas y corrientes marinas, hacen que los bivalvos sean propensos a acumular virus y bacterias entéricas patógenas en su organismo por su forma de alimentarse a través de la filtración, por ello, a nivel biológico la contaminación por bacterias y virus es crítica para la determinación del producto final. Al desarrollarse en un ambiente no apto para su crecimiento logran transmitir al consumidor, virus y bacterias provocándoles enfermedades como gastroenteritis y hepatitis infecciosa. Por lo tanto, estos organismos deben pasar por un proceso de depuración para reducir sus contaminantes antes del consumo humano (Senasica, 2003).

El proceso de depuración es una técnica que consiste en tener a los moluscos bivalvos dentro de un sistema controlado con condiciones de vida óptima que posibiliten su supervivencia y purificación de contaminantes microbianos, en un periodo que puede variar desde unas horas hasta varios días. El sistema de depuración debe contar con un mecanismo de tal forma que todo el tiempo este circulando el agua libre de partículas para

que los moluscos bivalvos puedan filtrarla por medio de sus branquias para poder respirar y expulsar contaminantes (Lee et al., 2010).

La venta de moluscos bivalvos tiene una gran distribución a nivel nacional e internacional, y dado que muchas veces las personas que gustan de estos moluscos los prefieren crudos o semi cocinados (FAO, 2007), se convierten aún más en una categoría de alto riesgo, por ello, es de gran importancia reducir la concentración de contaminantes de su organismo para evitar que las personas que consumen este producto estén expuestas a contraer enfermedades. Por otra parte, la venta de moluscos bivalvos representa un valor comercial importante para el sustento de los recolectores y productores, por tal motivo, dar a conocer la problemática y la solución en lo que se refiere a la inocuidad de los bivalvos relacionado con la ausencia de microorganismos patógenos es fundamental para comercializar un producto de calidad. Por todo lo mencionado en este apartado, este proyecto tiene como objetivo evaluar el beneficio de la depuración de bivalvos para proyectar la exportación de los productos y socializar los alcances para mejorar la vida de los recolectores.

1.1. Descripción del problema

La demanda de consumo para moluscos bivalvos crece cada año, siendo Estados Unidos el creciente mercado de destino y, dentro de los principales productores se encuentra China (OEC, 2021), que destina la mayor parte de su producción para el consumo interno, exportando solo una baja cifra en relación con su producción. La baja exportación de estos moluscos se relaciona a que los bivalvos como producto tiene un tiempo de vida corto y puede representar un peligro para la salud humana si no se mantiene un manejo cuidadoso (FAO - ONU, 2016).

Al ser filtradores, las partículas presentes en el medio donde se desarrollan los bivalvos influyen directamente en la concentración y acumulación de contaminantes por parte de estos moluscos (Willing, 2010). Se pueden encontrar concentraciones potencialmente peligrosas de bacterias causantes de enfermedades gastroentéricas como *Salmonella sp.* y *Escherichia coli* (Lee et al., 2010), *Vibrios* (Galmés et al., 2011), biotoxinas

producidas por diatomeas (Krogstad et al., 2009), contaminantes químicos, metales pesados como el níquel (Millward et al., 2012a), entre otros.

Ecuador al ser un país megadiverso, alberga un gran número de especies de moluscos. El cultivo de bivalvos a mar abierto no se ha desarrollado en el país, el cultivo en camarónicas de estos ha tenido una baja acogida (Alvarez et al., 2008), de esta manera el mercado local se sustenta principalmente de los pescadores artesanales y recolectores. A nivel nacional especies como la concha prieta (*Anadara tuberculosa*) tiene una mayor apertura de mercado por su interés gastronómico (Lomas et al., 2011), y a nivel regional los países como El Salvador han puesto en marcha la producción industrial de esta concha con calidad de exportación (Cáceres & Vásquez, 2014), por otro lado, los mejillones (*Mytella strigata*) además de su interés culinario se han utilizado como biomonitores de contaminación costera. (Millward et al., 2012b).

Para obtener un molusco inocuo, que cumpla con los requerimientos básicos para el consumo, uno de los métodos más utilizados es la depuración, que además constituye un requerimiento legal para su exportación en el mercado internacional (Lee et al., 2010). Con la depuración se expone a los moluscos a agua de mar limpia, procurando condiciones fisicoquímicas del agua que permitan maximizar la filtración, separando los contaminantes del bivalvo y eliminándolos para evitar que vuelvan a ingresar al producto (Cáceres & Vásquez, 2014).

1.2. Justificación del problema

La alta demanda de *Anadara tuberculosa* en el Ecuador, se debe a que es fuente de proteína, fuente de empleo y beneficiando económicamente a los pescadores artesanales (Silva-Benavides & Bonilla, 2015) (Lomas et al., 2011). En menor medida *Mytella strigata*, se perfila como una de las fuentes de ingresos de los recolectores artesanales (Cruz, 2013). Para expandir el mercado, es necesario mejorar la calidad del producto, llevar a los moluscos a una inocuidad para que puedan ser de interés para el mercado internacional.

Definir el tiempo de vida del producto tras el proceso de depuración comparándolo con aquellos que no se depuran es necesario para medir los beneficios del método y sus posibles impactos para los pescadores y productores al mejorar la calidad del molusco y aumentar el mercado destino (Silva-Benavides & Bonilla, 2015). Por lo que se precisa realizar diversas jornadas de socialización de los beneficios de la depuración ante la comunidad pesquera, recolectora, y productores e inversionistas privados.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Evaluar el beneficio de la depuración, ajustando el sistema, proyectando la exportación de los productos y socializando los alcances, para el mejoramiento de la calidad de vida de los recolectores.

1.3.2. Objetivos Específicos

1. Monitorear el proceso de depuración de moluscos bivalvos mediante el ajuste de parámetros físico – químicos, y analizando de parámetros biológicos.
2. Determinar la vida útil del producto tras el proceso de depuración, comparándolo con los no depurados para la satisfacción de las exigencias de productores.
3. Elaborar material divulgativo para la socialización de las bondades del sistema de depuración a recolectores y productores concheros.

1.4. Marco teórico

1.4.1. Moluscos bivalvos

Los moluscos bivalvos según la especie pueden vivir en agua salada o agua dulce, pertenecientes a la clase Bivalvia, su cuerpo se encuentra comprimido lateralmente, recubierto con una concha de dos valvas unidas por una charnela, poseen respiración branquial (Lee et al., 2010), son el segundo grupo de bivalvos en cuanto a mayor diversidad de especies (Castillo-Rodríguez, 2014). En la mayoría de las especies de bivalvos se alimentan filtración del agua. Son organismos bentónicos, han colonizado una gran variedad de hábitats, desde la zona intermareal hasta la zona profunda (Castillo-Rodríguez, 2014).

La clase bivalva está conformada entre otros por: las almejas, berberechos, ostras y mejillones (Lee et al., 2010).

1.4.1.1. Morfofisiología

Los bivalvos son filtradores, absorben metabolitos y fitoplancton de la columna de agua donde se desarrollan (Cáceres & Vásquez, 2014) realizan este proceso a través de las branquias respiratorias modificadas llamados ctenidios (Morton, 2020). Otras especies son también detritívoras, carnívoros y succionadores (Castillo-Rodríguez, 2014). Están provistos de un pie extensible que usan para movilizarse reptando, excavando o desarrollando una presión hidrostática, las especies que no tienen este pie como las ostras se fijan al sustrato por cementación (Castillo-Rodríguez, 2014). Los mitílidos tienen un biso, con el que se fijan al sustrato, perforando el sedimento, pero sin deformar sus valvas (Cruz, 2013).

1.4.1.2. Especies

1.4.1.2.1. *Mytella strigata*

Este bivalvo es muy abundante por lo que tiene un bajo costo en el mercado. Tiene una amplia distribución, puede vivir en las aguas estuarinas poco salobres, así como en zonas costeras con alta batimetría (Oesa, 2017). Alcanza la madurez sexual entre los 3 a 8 meses de vida y su tamaño varía entre 15 y 35 milímetros (Castillo-Rodríguez, 2014). Su vida media varía entre tres y cuatro años, creciendo hasta los quince centímetros

Los *Mytella strigata* al alimentarse de zooplancton y fitoplancton tienden acumular biotoxinas producidas por microalgas (Krogstad et al., 2009), además de medicamentos como el diclofenaco (Świacka et al., 2020) y metales pesados que se encuentran en el medio por el mal manejo de desechos (Millward et al., 2012b; Zhang et al., 2015). Esta rápida asimilación de contaminantes debe ser eliminada para que puedan ser usados para el consumo.

Para la depuración de los mejillones se recomienda un periodo mínimo de 24 horas, un sistema estático con recirculación de agua o usar un sistema abierto, y para la desinfección del agua de mar se propone el uso ya sea de luz UV, ozono, cloro y aireación (Lee et al., 2010), la salinidad mínima recomendada es 19.01 ups (Oesa, 2017), la

temperatura varía entre 15 a 35° C (Cruz, 2013), en Reino Unido además de recomienda una máxima profundidad de las cajas de 80 mm (Lee et al., 2010).

1.4.1.2.2. *Anadara tuberculosa*

En los manglares la especie de la familia Arcidae, *Anadara tuberculosa* conocida comúnmente como concha prieta, domina el ecosistema en el Pacífico, y tiene una amplia distribución en las costas de América central (Lomas et al., 2011), donde además de la pesca artesanal, se llevan a cabo planes piloto de cultivo de este molusco (Cáceres & Vásquez, 2014).

Según reglamentos ecuatorianos la concha prieta *Anadara tuberculosa* no puede ser capturada a una longitud menor de 4,5 cm (Lomas et al., 2011), y según estudios realizados en Colombia, tarda en promedio 1,1 años en alcanzar esta talla de captura (Lucero et al., 2012). El porcentaje de mortalidad es alta en estadios larvales, y las que sobreviven su mortalidad se calcula entre 4,14 y 4,21 años (Mendoza & Alvitres, 2013), en relación con su talla máxima, estudios estiman que pueden medir 72,25 mm (Annisamy et al., 2021).

Anadara tuberculosa es uno de los principales recursos pesqueros asociados a los sistemas de manglar. Los cultivos de esta concha requieren mayor espacio para un mejor incremento en longitud y peso, recomendando una densidad poblacional dentro de las cestas entre 10 a 20 conchas/m² (Mendoza & Alvitres, 2013). La concha prieta se puede mantener a una temperatura de 26 a 30 °C, y para condiciones óptimas de laboratorio se recomienda 25 a 26 °C, es importante una oxigenación de 3,5 a 4 mg/l y una salinidad de 19,23 ups (Romero & Andres, 2021).

Las conchas prietas se recogen artesanalmente y se comercializan sin ser procesadas. Las descargas de aguas contaminadas son comunes en las zonas estuarinas, por lo que se han encontrado que las conchas están altamente contaminadas con materia fecal (Wong et al., 1997). La depuración es un proceso simple para ayudar a eliminar estos peligros para la salud buscando cumplir con la normativa internacional de calidad microbiológica (Cáceres & Vásquez, 2014).

1.4.2. Depuración de moluscos bivalvos

El principal beneficio de realizar una depuración a los moluscos bivalvos es el reducir riesgos de contaminación microbiológica, disminuyendo las enfermedades asociadas al consumo de moluscos, así como las concentraciones de contaminantes bacterianos, vibrios, biotoxinas y contaminantes químicos (Lee et al., 2010). Para las especies que se consumen crudas o semicuradas, el depurarlas ayuda a asegurar su inocuidad para la salud humana. Tras varios brotes de contagio e incluso muertes relacionadas a consumo de moluscos contaminados, varios países implementaron sistemas de regulación para reducir este foco de contagio. Si se planea ampliar el mercado, es preciso cuidar la calidad del producto, y más aún para que cumpla con los requerimientos básicos para exportación. La depuración se lleva a cabo normalmente en países productores, para cumplir las normativas locales o internacionales de países donde se va a exportar, también constituye un sello de garantía de calidad del producto (Cáceres & Vásquez, 2014).

Depurar moluscos es exponerlos a un sistema de flujo de agua limpia de mar, o un equivalente a la misma, donde se eliminan contaminantes a través de métodos recomendados por la FAO como la luz UV, sedimentación, entre otros, de manera que se evite la recontaminación (Lee et al., 2010). Las condiciones del agua deben ser óptimas para cada especie, y se debe cuidar la salinidad, temperatura, oxígeno disuelto (Wong et al., 1997). El manejar un adecuado diseño del sistema de depuración, mantener los parámetros biológicos como la materia inorgánica, índice de condición y porcentaje de sobrevivencia, monitorear los parámetros físico – químicos del agua para mantenerlos en niveles óptimos de vida para la especie a depurar, y además el estado físico inicial de los moluscos, son factores que determinarán el éxito o fracaso del método de depuración (Cáceres & Vásquez, 2014).

1.4.2.1. Variables Físico Químicas

Se debe mantener un monitoreo constante de los parámetros físico – químicos al menos tres veces durante cada ciclo de depuración 24h; al principio, a mitad y al final (Lee et al., 2010). El tiempo de depuración depende de la efectividad en la eliminación contaminantes, y debería adaptarse a los parámetros físico – químicos idóneos según la especie a depurar, es decir condiciones óptimas que permitan la filtración normal de los

moluscos bivalvos (Cáceres & Vásquez, 2014). Dentro de los parámetros físico – químicos la temperatura, salinidad, oxígeno disuelto y pH, son los principales factores de control que se deben mantener dentro de los rangos estipulados para las especies a depurar y así evaluar la efectividad del sistema de depuración.

1.4.2.1.1. Temperatura

La temperatura corporal de moluscos bivalvos depende de la temperatura del ambiente al ser estos poiquilotermos, además influye en el índice de condición, estado de producción y/o liberación de gametos (Cáceres & Vásquez, 2014; Yildiz et al., 2016). Se debe procurar mantener una temperatura idónea según la especie a depurar, para *Mytella strigata*, corresponde en un amplio rango entre los 15 a 35°C, y para *Anadara tuberculosa*, un rango más estrecho de 26 a 30 °C (Cruz, 2013; Romero & Andres, 2021), la temperatura en los tanques de depuración debería ser igual o cercana a la del sitio de captura del molusco. En la acuicultura se recomienda una temperatura estándar de cultivo de: 21 a 22°C según (Simal Lozano & Hermida Ameijeiras, 1994), o de 14 – 18°C (Xunta de Galicia, 2021), y según la FAO entre los 18 a 20°C para una mejor eliminación de virus, esto varía según el grado de contaminación del molusco (FAO - ONU, 2016; Lee et al., 2010).

1.4.2.1.2. Salinidad

Los moluscos bivalvos según la especie o estadio de desarrollo son sensibles a las bajas salinidades causándoles la muerte si se los expone por un tiempo prolongado. Para *Mytella strigata* la salinidad mínima recomendada es 19,01 ups, mientras que para *Anadara tuberculosa* se sugiere una salinidad de 19,23 ups (Oesa, 2017; Romero & Andres, 2021). En acuicultura, se trabaja con una salinidad de 19 a 35 ups, según recomendaciones de cultivo de la FAO (Lee et al., 2010).

1.4.2.1.3. Oxígeno Disuelto

El oxígeno disuelto se relaciona inversamente proporcional a la temperatura del agua, es decir mientras mayor temperatura, menor será la cantidad de oxígeno disuelto. También la cantidad de oxígeno disuelto se va a relacionar con la aireación del sistema, profundidad y volumen de los tanques. Se requieren niveles mínimos de oxígeno de 50%

para garantizar la actividad fisiológica de los moluscos. Temperaturas mayores a 25°C no proporcionan un 50% de oxígeno en el agua, por lo que se recomienda un sistema de enfriamiento, y/o probar la efectividad de la depuración a esta temperatura (Lee et al., 2010; Simal Lozano & Hermida Ameijeiras, 1994; Xunta de Galicia, 2021).

1.4.2.1.4. pH

El pH es fundamental para el desarrollo y proliferación de moluscos, al trabajar con agua de mar artificial para la depuración se debe intentar mantener un pH no inferior a 6,5. Ciertos países tienen normativas estrictas de regulación, por ejemplo, en Nueva Zelanda, se debe depurar con un pH ente de 7,0 a 8,4 (Lee et al., 2010; Xunta de Galicia, 2021).

1.4.2.2. Variables Biológicas

Principalmente se requiere realizar estudios sobre la concentración de microorganismos presentes en los moluscos bivalvos antes y después de la depuración, lo cual permitirá certificar que el sistema está funcionando (Lee et al., 2010). Estos estudios microbiológicos se realizaron conjuntamente, pero no corresponden a los objetivos del presente trabajo, por lo que no se detallan. Las variables biológicas de interés corresponden a: Materia Inorgánica, Índice de Condición, y Porcentaje de Supervivencia de los moluscos bivalvos: *Mytella strigata* y *Anadara tuberculosa*.

1.4.2.2.1. Materia Inorgánica (CIT)

Luego de la captura de los bivalvos, la arena junto contaminantes microbianos, y otros contaminantes, se distribuyen por toda la cavidad del manto quedando atrapadas en diferentes los órganos como las branquias o intestino (RICHARDS, 1988; Soegianto et al., 2020). Si no se realiza un proceso de depuración, reactivando la filtración, no se produce la eliminación de esta arena y otras partículas ingeridas. Además del desagradable sabor de la arena, consumir estos moluscos sin depurar representan un riesgo para la salud (Leung, 2004). Por ello es necesario reactivar el proceso de filtración de los moluscos, en un sistema controlado, en agua clara sin limo ni arena para que los moluscos eliminen estas partículas (de Vooy, 1987). El contenido inorgánico total es la relación ente el peso de cenizas obtenida tras un proceso de incineración del molusco, sobre el peso total seco de la porción

blanda del organismo (Leung, 2004). De esta manera se obtiene un porcentaje de materia inorgánica, y se compara la cantidad de esta materia inorgánica dentro de los organismos depurados versus los no depurados.

1.4.2.2. Índice de condición (IC)

Es una relación entre el peso seco del tejido y el volumen del caparazón del molusco bivalvo, multiplicado por un factor de cien. Muestra el estado eco fisiológico y/o del estado de madurez sexual de moluscos bivalvos (Yildiz et al., 2016). El índice de condición se ve afectado por diversos factores, parámetros ambientales, densidad poblacional, parámetros físico – químicos (principalmente la temperatura) (Gullian & Aguirre-Macedo, 2009), que van a verse reflejados en la variación del índice de condición según los días de depuración, es decir sirve como indicador de la intensidad de la acuicultura (Filgueira et al., 2013).

1.4.2.3. Porcentaje de Supervivencia

La vida útil de los moluscos bivalvos depende primero de la especie, y luego de distintas variables como por ejemplo de la forma en que se manipula el producto y la temperatura de almacenamiento. Tras el proceso de depuración para mantener vivos a los moluscos es necesario tenerlos fuera del agua, en un contenedor poco profundo, y cubrirlas con toallas de papel humedecidas y a una temperatura baja entre 1 a 13°C (C.T. GOV, 2013; NOAA, 2022). La supervivencia de mejillones se reporta entre 2 a 3 días y conchas y ostras 7 a 10 días (NOAA, 2022). Los moluscos congelados se pueden mantener de 3 a 6 meses. Es necesario revisar que las valvas se encuentren bien cerradas y no deben abrirse cuando se golpean, de esta manera se comprueba que aún se encuentran con vida, caso contrario deben desecharse de inmediato.

CAPÍTULO 2

2. METODOLOGÍA

2.1. Área de estudio

El presente proyecto se desarrolló en la ciudad de Guayaquil, dentro de la Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL), ubicada en el Campus Gustavo Galindo en el km 5 de la Vía Perimetral.

El sistema de depuración fue instalado en la Planta Piloto de Procesamiento de Alimentos, donde se logró monitorear las diferentes especies de bivalvos y los parámetros físico - químicos de cada tanque. Por otro lado, todos los análisis del proceso de depuración se llevaron a cabo en el Laboratorio de Procesos Biológicos 1.

En cuanto a las especies de bivalvos, se emplearon dos tipos de especies; 252 mejillones (*Mytella strigata*) y 108 conchas prietas (*Anadara tuberculosa*), provenientes del manglar de la Isla Puná y Puerto Morro respectivamente.

2.2. Sistema de depuración

El sistema de depuración está formado por: un tanque de depuración, seis cestas de plástico, un filtro de arena, una lámpara de luz ultravioleta y tuberías. En nuestro caso, para asegurar la réplica de los experimentos y permitir los análisis estadísticos, trabajamos con tres sistemas de recirculación independientes.

Cada tanque se caracteriza por ser resistente a la corrosión, contar con una capacidad de 500 l y soportar una carga máxima de 90 kg, y además cuya función es almacenar seis cestas de plástico. Las cestas de plástico presentan unas pequeñas ranuras que permiten la libre circulación del agua por todo el tanque y su función es contener a los moluscos bivalvos dentro de los mismos para que no entren en contacto con el sedimento y, además, permiten una fácil evacuación de las heces que expulsan los bivalvos durante el proceso de depuración. Siguiendo con las especificaciones del sistema de depuración, cada tanque cuenta con un filtro de arena que ayuda a retener el paso de partículas en suspensión presentes en el agua del tanque de almacenamiento, y, además, ayuda a reducir los contaminantes y la turbidez. Así mismo, cada tanque cuenta con una lámpara de luz

ultravioleta cuya función es provocar un daño fotoquímico en los ácidos nucleicos de microorganismos como virus y bacterias para inactivar su capacidad de contaminar el agua. Finalmente, todo el sistema de depuración está compuesto por un sistema de tuberías, válvulas de paso y bombas que permiten la recirculación independiente del agua en cada tanque durante el proceso de depuración de moluscos bivalvos (Erazo & Ruiz Wong, 2020).



Gráfico 1. Sistema de depuración para moluscos bivalvos, a nivel de laboratorio.

2.3. Proceso de depuración

2.3.1. Selección de muestra

En el primer experimento se trabajó con 252 mejillones (*M. strigata*), de los cuales se seleccionaron un total de 60 individuos para realizar el análisis de índice de condición y contenido inorgánico, y así mismo, se seleccionaron 192 individuos para realizar el monitoreo de supervivencia.

En el segundo experimento se trabajó con 108 conchas prietas (*A. tuberculosa*), de los cuales se seleccionaron un total de 60 individuos para realizar el análisis de índice de

condición y contenido inorgánico, y así mismo, se seleccionaron 48 individuos para realizar el monitoreo de supervivencia.

Para el análisis de índice de condición y contenido inorgánico, se realizó lo siguiente: el primer día se seleccionaron 6 individuos al azar, en el segundo, tercer y cuarto día tras 24, 48 y 72 horas de depuración respectivamente, también se seleccionaron 6 individuos al azar, pero esta vez de cada tanque A, B y C.

2.3.2. Procesamiento de muestra

Al llegar los moluscos bivalvos a la Planta Piloto de Procesamiento de Alimentos, lo primero que se realizó fue un lavado de todos los individuos para asegurarnos de que no tengan adherido a sus valvas, barro u otros organismos como percebes, lapas y algas, que puedan influir en su peso, volumen y talla. Además, todos los bivalvos fueron minuciosamente inspeccionados para poder retirar cualquier individuo muerto o dañado, este proceso es necesario para evitar que los moluscos muertos se descompongan y dañen a otros que se encuentran en buen estado. Luego, en cada uno de los tanques A, B y C, se distribuyó aproximadamente la misma cantidad de bivalvos para ser sometidos al proceso de depuración. Este proceso es fundamental para evitar la presencia de microorganismos externos que no sean de interés ya que tenderían a consumir oxígeno y traer otros contaminantes.

2.4. Monitoreo de parámetros físico - químicos

Con el uso del equipo especializado HANNA HI8194, se midieron y registraron durante tres días los siguientes parámetros físico - químicos; oxígeno disuelto, pH, nivel de salinidad y temperatura. Se realizaron dos mediciones por cada tanque; A, B y C, uno por la mañana y otro por la tarde. Además, durante los tres días también se registró la temperatura del agua que se encontraba dentro de un balde, para posteriormente compararlo con la temperatura de cada tanque con el fin de analizar las diferentes temperaturas del agua y verificar si alguno de los tanques mantiene una temperatura irregular que pudiera afectar a los moluscos bivalvos.

2.5. Monitoreo de sobrevivencia de las especies

En el primer experimento, se monitoreó la sobrevivencia de la especie *M. strigata*. Para esto durante tres días se recolectaron los individuos de la siguiente manera; antes de empezar con el proceso se escogieron al azar 48 individuos sin depurar, el primer, segundo y tercer día se escogieron de cada tanque 16 individuos que contaban con 24, 48 y 72 horas de depuración respectivamente. Los individuos fueron tomados cada día y de cada tanque, para posteriormente ser colocados en diferentes tarrinas y ser supervisados cada 24 horas.

En el segundo experimento, se monitoreó la sobrevivencia de la especie *A. tuberculosa*. Para esto se recolectaron los individuos de la siguiente manera; antes de empezar con el proceso se escogieron 12 individuos al azar sin depurar y al día siguiente tras 24 horas de depuración se escogieron 12 individuos de cada tanque. Todos los individuos fueron colocados en tarrinas y supervisados cada 24 horas.

Para los dos experimentos, se procedió a registrar el número de bivalvos vivos y muertos. Los bivalvos muertos eran desechados a la basura para que no afecten a los que aún se encontraban vivos dentro de las tarrinas.

2.6. Índice de condición

El índice de condición de bivalvos se calculó mediante tres procesos como se menciona en el gráfico 2; medición de tallas y peso corporales, medición del volumen corporal y medición de peso de concha y carne tanto húmeda como seca.

La medición de tallas y peso corporales se realizó mediante el uso de los instrumentos vernier y balanza electrónica respectivamente. El primer paso fue la medición de tallas, para este proceso se tomó cada individuo y se procedió a medir la longitud, la altura y el ancho del cuerpo, como se muestra en el gráfico 3. El segundo paso fue la medición del peso corporal, donde cada individuo después de ser secado con papel toalla fue colocado sobre la balanza para posteriormente registrar su peso.

La medición del volumen corporal se realizó mediante el uso de una probeta, en la cual se colocó agua destilada para poder sumergir el molusco bivalvo y posteriormente registrar el desplazamiento del agua. Para este procedimiento se utilizó la ecuación que se muestra a continuación:

$$Volumen\ corporal = Volumen_{final} - Volumen_{inicial} \quad (1)$$

La medición de peso de concha y carne húmeda se realizó luego de haber desconchado los bivalvos con el uso de un cuchillo. El desconchado consistió en separar la porción comestible de la concha. Luego, se procedió a pesar la concha y carne húmeda por separado, y posteriormente después de haber colocado la concha y carne en un horno a 105°C durante 24 horas, se procedió a pesar la concha y carne seca. En los dos casos, se empleó la balanza electrónica.

Por último, el índice de condición (IC) se calculó mediante la ecuación que se muestra a continuación (Zeng & Yang, 2021):

$$IC = \frac{(Peso\ seco\ total\ de\ la\ porción\ blanda\ (g) * 100)}{Volumen\ total\ de\ la\ concha} \quad (2)$$

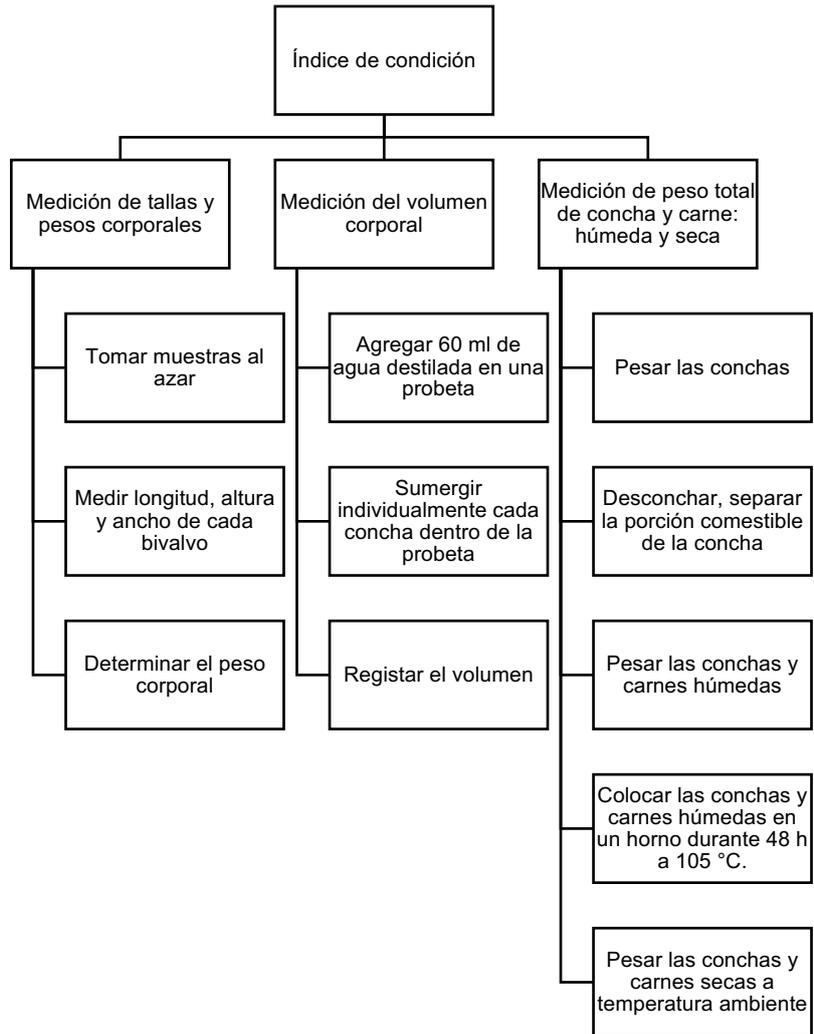


Gráfico 2. Esquema del proceso del índice de condición.

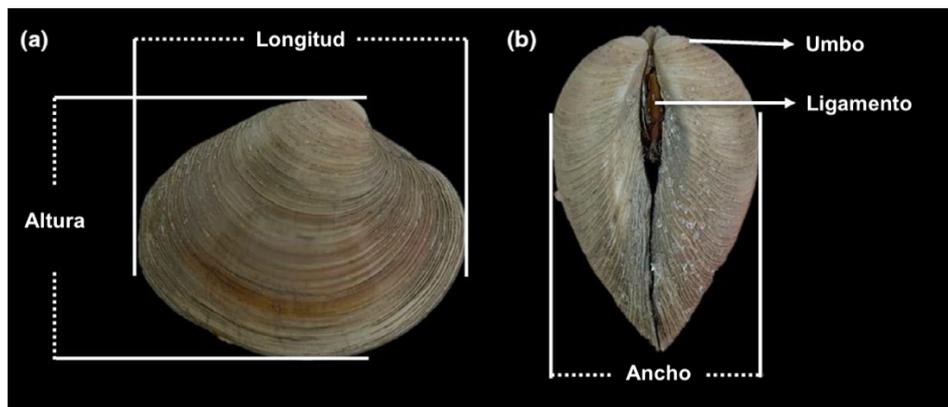


Gráfico 3. Esquema de medición de moluscos bivalvos: (a) Longitud y altura, (b) Ancho (Zeng & Yang, 2021).

2.7. Contenido inorgánico

Para el análisis de contenido inorgánico, las porciones blandas secas de los bivalvos fueron quemadas a 500°C en un horno mufla durante 4 horas, luego se procedió a pesar el contenido de ceniza restante con el uso de una balanza electrónica. El contenido inorgánico total (CIT) se calculó como el porcentaje del peso de cenizas sobre el peso total seco de la porción blanda del organismo, como se muestra a continuación (Leung, 2004):

$$CIT (\%) = \frac{\text{Peso de cenizas}}{\text{Peso total seco de la porción blanda}} \times 100 \% \quad (3)$$

2.8. Análisis estadístico

Para analizar la efectividad del sistema, con respecto al índice de condición se probaron los datos de los individuos sin depurar y los individuos depurados mediante el análisis ANOVA. Así mismo, para el análisis de contenido inorgánico se probaron los datos de los individuos depurados y no depurados mediante la prueba ANOVA, la cual realizó una comparación múltiple para identificar las medias significativamente diferentes.

Finalmente, cabe destacar que los dos análisis estadísticos se determinaron mediante el uso de la herramienta RStudio.

2.9. Socialización de los beneficios del sistema de depuración

La socialización de los beneficios del sistema de depuración permite generar confianza en aquellas personas interesadas en obtener un producto de calidad que garantice su inocuidad. En la socialización se dio a conocer los beneficios económicos que se obtendría por la venta de un producto que haya sido previamente tratado y purificado de contaminantes microbianos. La comunidad de concheros va a generar mejores ingresos económicos ya que los consumidores se van a sentir conformes y seguros del producto que están consumiendo. De la misma manera, las personas que consuman este tipo de moluscos depurados obtendrán beneficios tales como; mejor sabor al probarlos en un plato, menor gasto en medicinas y menor gasto en ocupación de hospitales.

CAPÍTULO 3

3. RESULTADOS Y ANÁLISIS

3.1. Monitoreo de parámetros físico - químicos

3.1.1. Parámetros físico – químicos para el mejillón *Mytella strigata*

Para el monitoreo de temperatura de los tres tanques A, B y C, que contenían mejillones de especie *M. strigata*, se obtuvieron los siguientes resultados; durante el primer día de depuración la temperatura del tanque B por la mañana alcanzó los 28°C, mientras que los tanques A y C alcanzaron una temperatura de 29°C y por la tarde del mismo día se observa que el tanque C alcanzó una temperatura de 32°C, mientras que los tanque A y B alcanzaron los 33°C; durante el segundo día de depuración se observa que por la mañana el tanque C alcanzó los 29°C, mientras que los tanques A y B alcanzaron los 30°C y así mismo, por la tarde el tanque C alcanzó los 30°C, mientras que los tanque A y B alcanzaron los 32°C; durante el tercer día de depuración se observa que por la mañana los tres tanques alcanzaron diferentes temperaturas, es decir, el tanque A alcanzó los 30°C, el tanque B los 31°C y el tanque C los 28°C y por la tarde se observa que de igual forma alcanzaron diferentes temperaturas, es decir, el tanque A alcanzó los 33°C, el tanque B los 34°C y el tanque C los 31°C; y por último, durante el cuarto día de depuración se observa que por la mañana los tanques A y B alcanzaron una temperatura de 31°C, mientras que el tanque C alcanzó los 29°C.

Por otra parte, el monitoreo de la temperatura del agua del balde llamado control que no contenía ninguna especie de molusco bivalvo, se observa que durante el primer día la temperatura alcanzó los 23°C y por la tarde alcanzó los 25°C; durante el segundo día se observa que por la mañana la temperatura alcanzó los 24 °C y por la tarde los 25°C; el tercer día no se registraron los datos de temperatura; y por último, durante el cuarto día se observa que por la mañana la temperatura alcanzó los 23°C.

Como se puede observar en el gráfico 4, durante los cuatro días de depuración tanto para los tanques como para el control, se registra un aumento de temperatura por las tardes. Así mismo, se puede observar que la temperatura del control es bastante baja con respecto a los tres tanques.

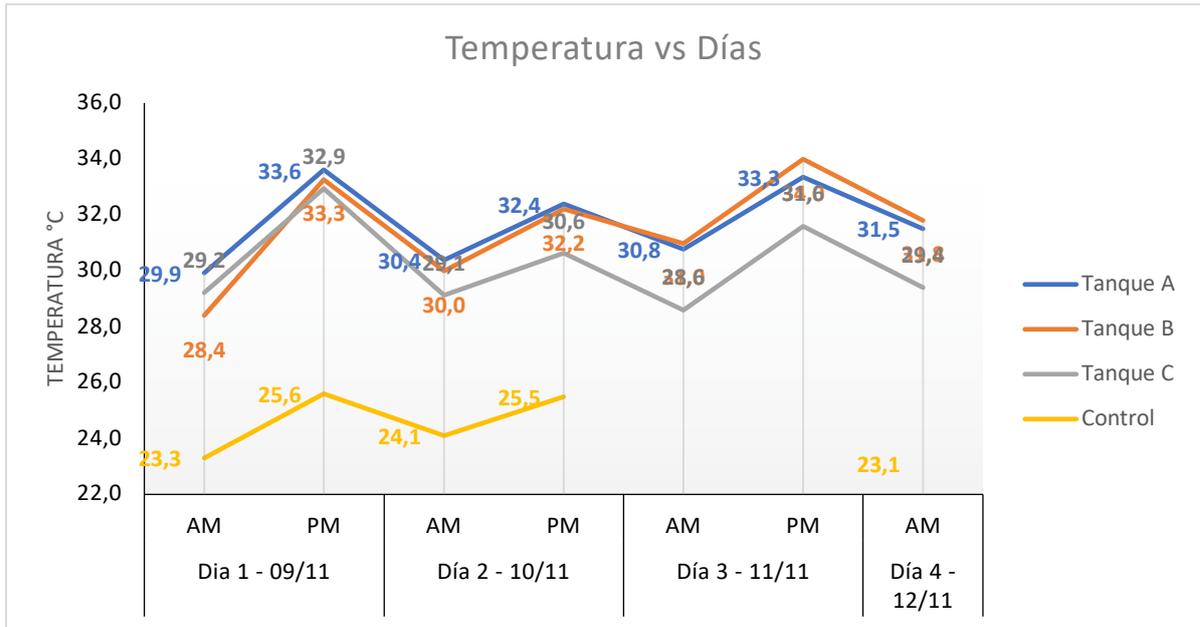


Gráfico 4. Valores de la temperatura del agua de los tanques A, B, C y control durante la mañana y tarde.

Con respecto a la salinidad, en el gráfico 5 se puede observar que durante el primer día de depuración por la mañana los tres tanques alcanzaron los 18 ups y por la tarde solamente los tanques A y B aumentaron su salinidad a un máximo de 19 ups; durante el segundo día de depuración por la mañana los tres tanques alcanzaron los 19 ups y así mismo, por la tarde alcanzaron los 20 ups; durante el tercer día de depuración por la mañana el tanque B alcanzó los 20 ups y los tanques A y C alcanzaron los 21 ups y por la tarde los tres alcanzaron los 21 ups; y por último, durante el cuarto día de depuración los tres tanques alcanzaron los 22 ups.

Durante los cuatro días de depuración, la salinidad de los tres tanques mostró un comportamiento de aumento y esto se reflejado con los valores del primer día al alcanzar los 18 ups y el cuarto día los 22 ups.

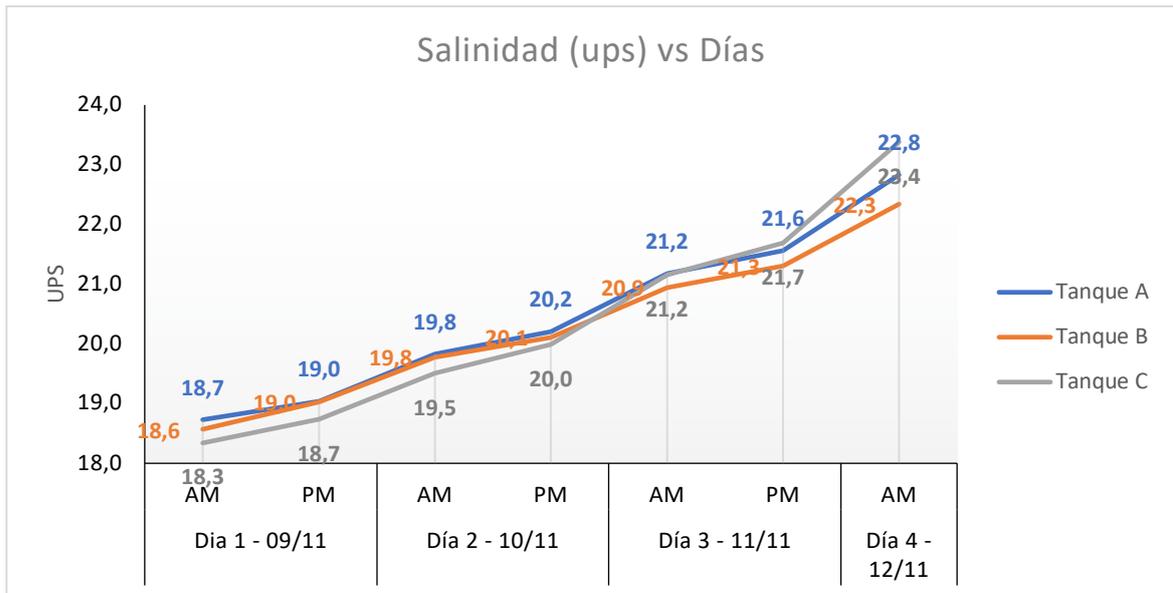


Gráfico 5. Valores de la salinidad del agua de los tanques A, B y C durante la mañana y tarde.

Con respecto al oxígeno disuelto, en el gráfico 6 se puede observar que durante el primer día de depuración los tres tanques por la mañana alcanzaron los 5 mg/LDO y por la tarde alcanzaron aproximadamente 4,5 mg/LDO; durante el segundo día por la mañana los tres tanques alcanzaron los 5 mg/LDO y por la tarde solo el tanque B redujo su oxígeno disuelto a 4,6 mg/LDO; durante el tercer día los tres tanques por la mañana alcanzaron aproximadamente 5 mg/LDO y por la tarde los tres tanques alcanzaron entre 4,5 y 4,9 mg/LDO; y por último, durante el cuarto día de depuración los tanques A, B y C alcanzaron 4,7, 4,6 y 4,9 mg/LDO respectivamente.

Durante todo el proceso de depuración se observa que generalmente por las mañanas el oxígeno disuelto es mayor con respecto a las tardes ya que el oxígeno disuelto tiende a disminuir.

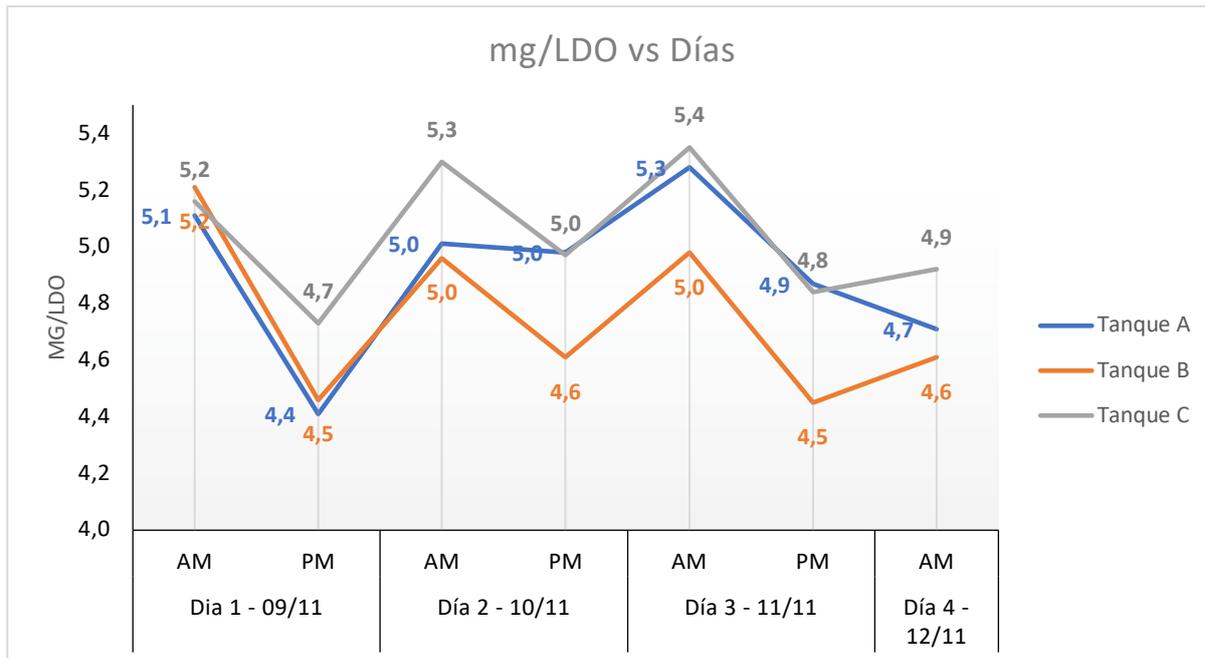


Gráfico 6. Valores del oxígeno disuelto de los tanques A, B y C durante la mañana y la tarde.

Con respecto al pH, en el gráfico 7 que puede observar que durante el primer día de depuración los tres tanques por la mañana alcanzaron un pH ligeramente alcalino y por la tarde alcanzaron un pH neutro; durante el segundo día de depuración por la mañana y por la tarde los tres tanques alcanzaron un pH de 7, es decir un pH neutro; durante el tercer día de depuración por la mañana los tanques A y C alcanzaron un pH ligeramente alcalino mientras que el tanque B alcanzó un pH neutro y por la tarde el tanque B alcanzó un pH alcalino; y por último, el cuarto día de depuración los tres tanques alcanzaron un pH ligeramente alcalino.

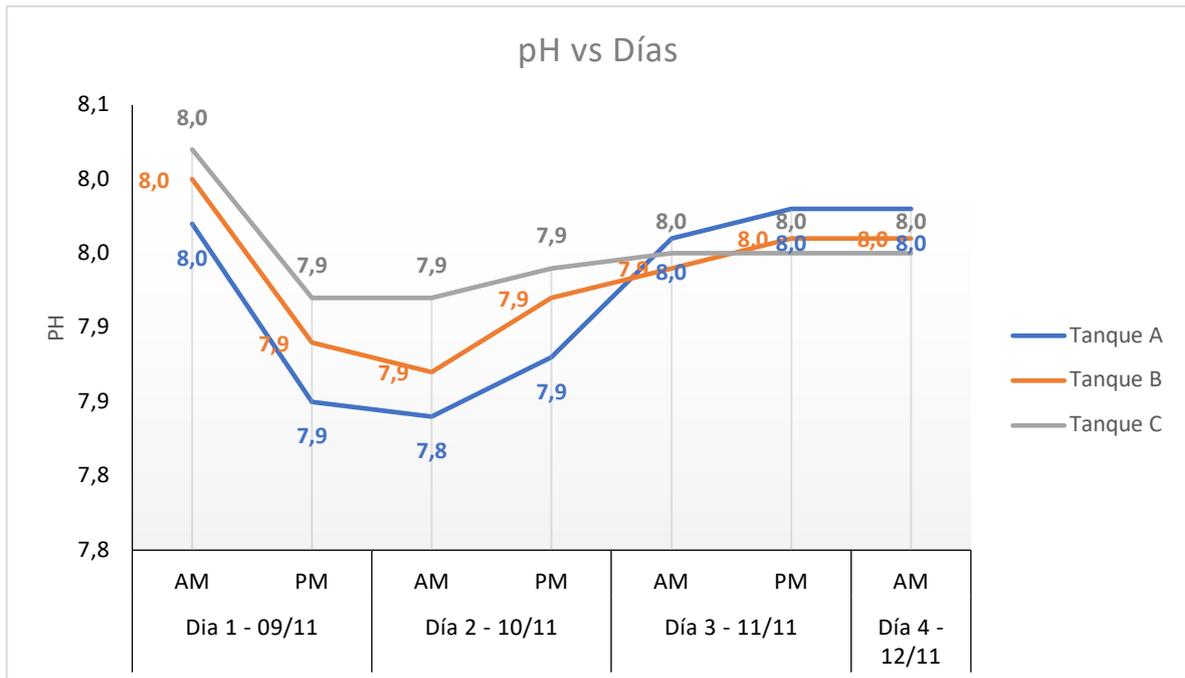


Gráfico 7. Valores del pH de los tanques A, B y C durante la mañana y la tarde.

La tabla 1, detalla el promedio total de los parámetros físico – químicos de cada tanque que contenían a los bivalvos de especie *M. strigata* depurándose. El promedio de la temperatura del agua circundante es un factor de primer orden a considerar y, en este caso, la temperatura promedio de los tres tanques estuvo entre los 30 °C y 31°C, siendo óptima para esta especie en particular. Con respecto a la salinidad, los tres tanques presentaron en promedio 20 ups, y este valor representa un valor bajo con respecto a la salinidad del agua donde habita comúnmente este tipo de especie que es de 28 a 40 ups (Diarte et al., 2013), sin embargo, no significa que haya afectado al proceso de depuración. Con respecto al oxígeno disuelto, la mayoría de los bivalvos realizan la eliminación de bacterias en un amplio espectro de niveles de oxígeno disuelto, y en este caso los tres tanques alcanzaron aproximadamente los 5 mg/LDO, siendo un valor adecuado, aunque el nivel para que la eliminación sea rápida es a partir de los 5,5 mg. Con respecto al pH, este debe mantener un rango de 7 y 8,4 para el proceso de depuración, y en este caso, los tres tanques presentaron un pH que se encuentra dentro del rango recomendado (Lee et al., 2010).

Tabla 1. Promedio total de los parámetros físico – químicos por cada tanque de depuración de los mejillones *M. strigata*.

Tanque	Promedio de Temperatura (°C)	Promedio de Salinidad (ups)	Promedio de Oxígeno Disuelto (mg/LDO)	Promedio de pH
A	31,70	20,48	4,91	7,92
B	31,52	20,30	4,75	7,93
C	30,22	20,40	5,04	7,95
CONTROL	24,32	-	-	-
TOTAL	29,44	20,39	4,90	7,94

Mediante un análisis estadístico para *M. strigata* se comparó si existe diferencia significativa de los parámetros físico – químicos (temperatura, salinidad, oxígeno disuelto y pH) de los tanques (A, B, C y Control), dando como resultado que solamente la temperatura obtuvo un valor – p de 0,000000191 menor a alfa 0,05, lo que significa que sus valores son diferentes y existe cambios significativos de temperatura entre los tanques. Por otro lado, los demás parámetros físico – químicos como salinidad, oxígeno disuelto y pH muestran valores – p mayores a alfa 0,05, lo cual significa que no existe diferencias significativas, por lo tanto, no hay cambios entre cada tanque.

Tabla 2. Tabla ANOVA de los parámetros físico – químicos por tanque de *M. strigata*.

Parámetros	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Valor F	Valor – p
Temperatura	3	197,21	26,16	0,000000191
Salinidad	2	0,12	0,026	0,975
Oxígeno disuelto	2	0,2837	1,908	0,177
pH	2	0,00260	0,545	0,589

3.1.2. Parámetros físico – químicos para la concha prieta *Anadara tuberculosa*

Para el monitoreo de temperatura de los tres tanques A, B y C, que contenían conchas de especie *A. tuberculosa* se obtuvieron los siguientes resultados; durante el primer día de depuración por la mañana el tanque A alcanzó los 31°C, el tanque B alcanzó los 30°C y el tanque C alcanzó los 29°C y por la tarde el tanque A alcanzó los 34°C, mientras que los tanque B y C alcanzaron los 33°C, y por último, el segundo día de depuración por la mañana el tanque A alcanzó los 32°C, mientras que los tanques B y C alcanzaron los 31°C.

Como se puede observar, durante los dos días de depuración los tres tanques registraron un aumento de temperatura por la tarde. Además, se observa que la temperatura del agua del tanque A es más alta con respecto a la temperatura de los tanques B y C.

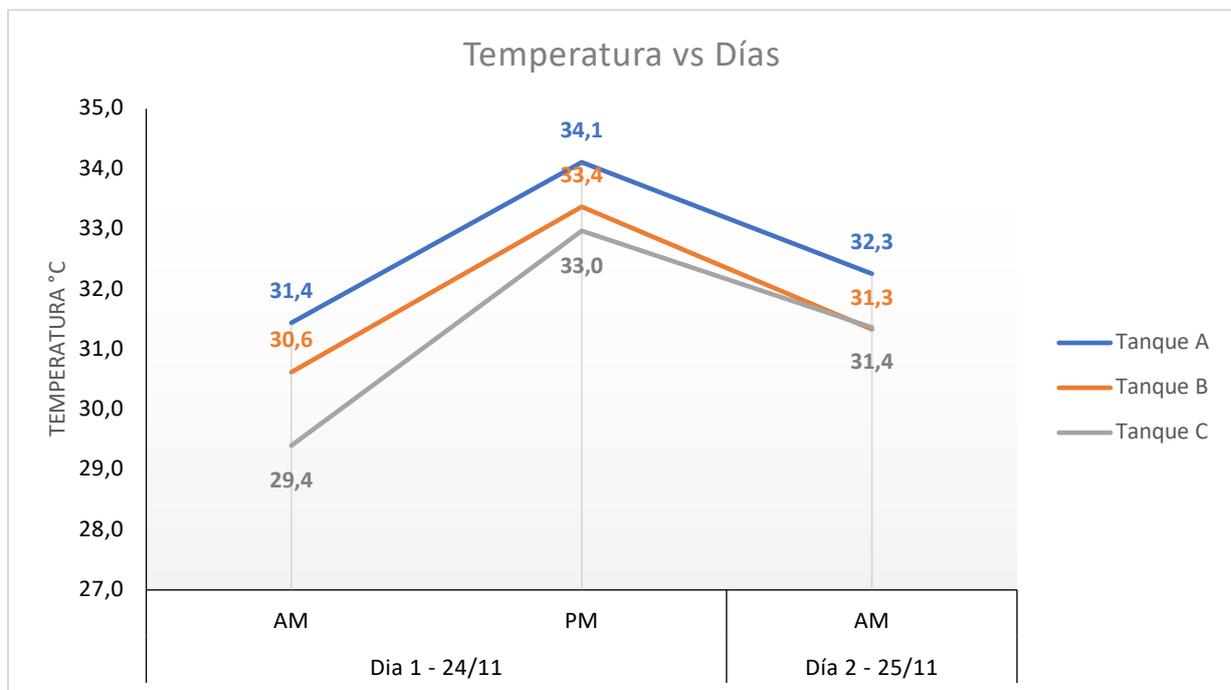


Gráfico 8. Valores de la temperatura del agua de los tanques A, B, C durante la mañana y tarde.

Con respecto a la salinidad, en el gráfico 9 se puede observar que durante el primer día de depuración por la mañana y por la tarde el tanque A alcanzó los 19 ups mientras que los tanques B y C alcanzaron los 20 ups, y por último, durante el segundo día de depuración

por la mañana el tanque A alcanzó los 20 ups, mientras que los tanques B y C alcanzaron los 21 ups.

Durante los dos días de depuración, la salinidad de los tres tanques mostró un comportamiento creciente.

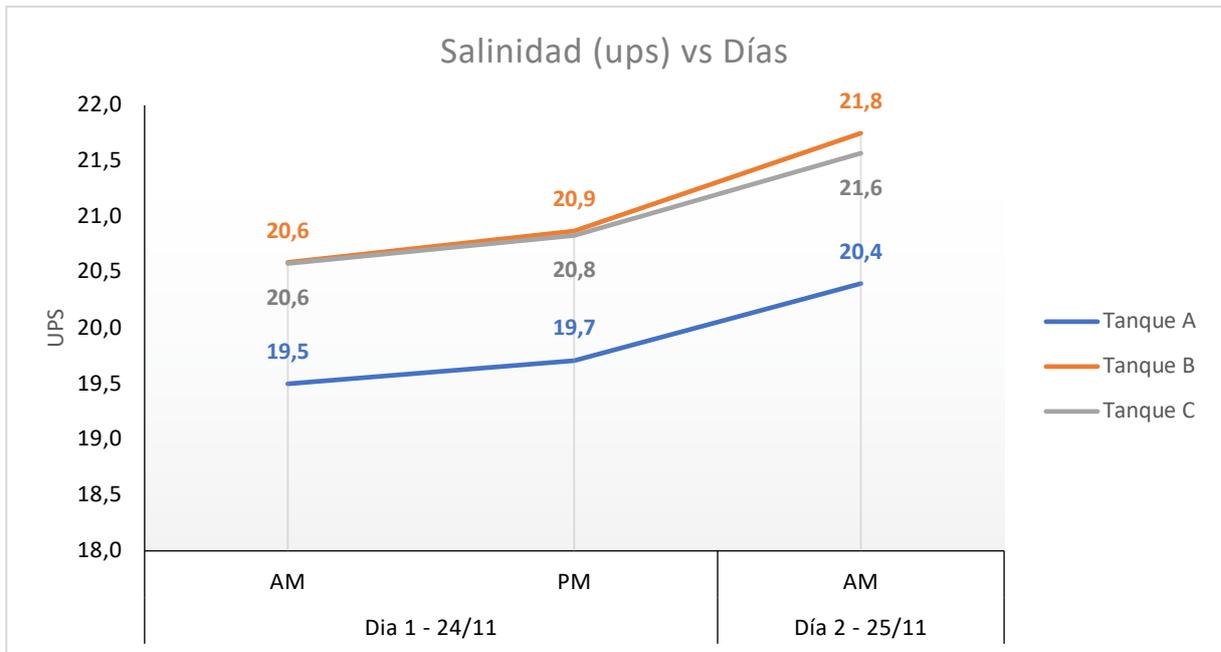


Gráfico 9. Valores de la salinidad del agua de los tanques A, B y C durante la mañana y tarde.

Con respecto al oxígeno disuelto, en el gráfico 10 se puede observar que durante el primer día de depuración los tres tanques por la mañana y por la tarde alcanzaron entre 5,1 y 5,8 mg/LDO, y durante el segundo día de depuración por la mañana solamente los tanques A y B alcanzaron los 4,9 mg/LDO mientras que el tanque B continuó con un oxígeno disuelto de 5,5 mg/LDO. Para el primer día de depuración se observa que el oxígeno disuelto en el agua por la mañana fue mayor con respecto a la tarde.

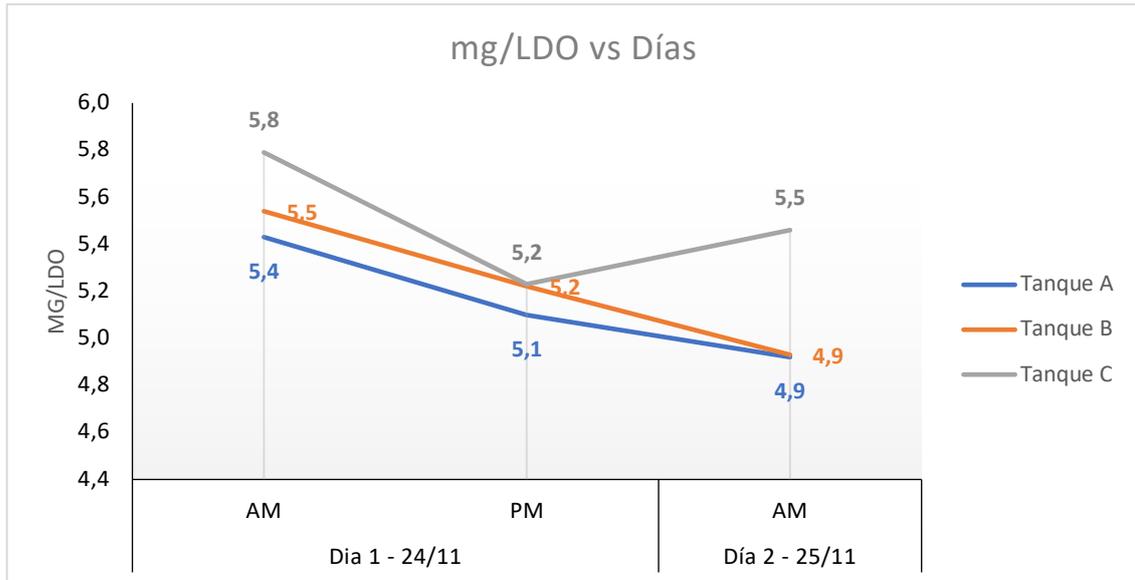


Gráfico 10. Valores del oxígeno disuelto de los tanques A, B y C durante la mañana y la tarde.

Con respecto al pH, en el gráfico 11 puede observar que durante el primer día de depuración por la mañana el tanque A alcanzó un pH ligeramente alcalino mientras que los tanques B y C alcanzaron un pH neutro, y así mismo, por la tarde hasta el siguiente día de depuración los tres tanques alcanzaron un pH de 7, es decir un pH neutro.

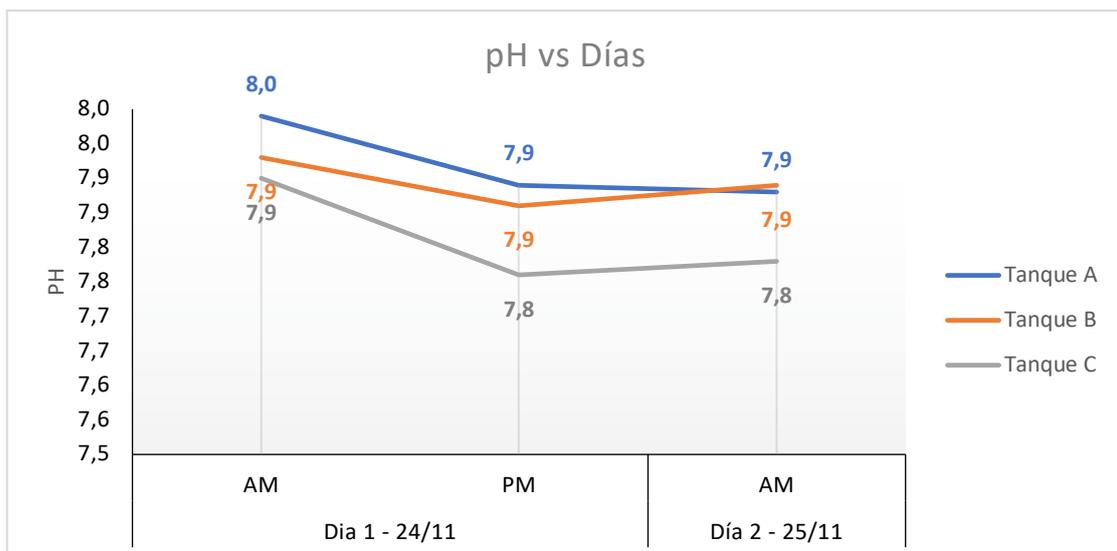


Gráfico 11. Valores del pH de los tanques A, B y C durante la mañana y la tarde.

La tabla 3, detalla el promedio total de los parámetros físico – químicos de cada tanque que contenían a los bivalvos de especie *A. tuberculosa* depurándose. El primer factor detalla el promedio de la temperatura y, para este caso, los tres tanques alcanzaron entre los 31 °C y 32°C, y esto significa que es un valor óptimo para esta especie en particular. Con respecto a la salinidad, los tres tanques alcanzaron valores entre 19 ups y 21 ups, y esto significa que son valores óptimos para depurar esta especie (Vacacela Romero, 2021). Con respecto al oxígeno disuelto, los tres tanques muestran valores superiores a 5 mg/LDO, y este valor se encuentra dentro de las valoraciones aceptables para el proceso de depuración. Por último, el pH según otros estudios debe mantenerse entre 7,0 y 8,4 para un adecuado proceso de depuración, y los tres tanques donde se encontraban depurándose las conchas *A. tuberculosa* muestra un pH que se encuentra dentro del rango recomendado (Lee et al., 2010).

Tabla 3. Promedio total de los parámetros físico – químicos por cada tanque de depuración de las conchas *A. tuberculosa*.

Tanque	Promedio de Temperatura (°C)	Promedio de Salinidad (ups)	Promedio de Oxígeno Disuelto (mg/LDO)	Promedio de pH
A	32,60	19,87	5,15	7,92
B	31,77	21,07	5,23	7,89
C	31,24	20,99	5,49	7,81
TOTAL	31,87	20,64	5,29	7,88

Mediante un análisis estadístico para *A. tuberculosa* se comparó si existe diferencia significativa de los parámetros físico – químicos (temperatura, salinidad, oxígeno disuelto y pH) de los tanques (A, B, C), dando como resultado que todos los parámetros físico – químicos obtuvieron un valor – p mayor a alfa 0,05, lo cual significa que no existe diferencias significativas entre los tanques.

Tabla 4. Tabla ANOVA de los parámetros físico – químicos por tanque de *A. tuberculosa*.

Parámetros	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Valor F	Valor – p
Temperatura	2	2,819	0,595	0,581
Salinidad	2	2,708	4,761	0,0578
Oxígeno disuelto	2	0,1936	1,214	0,361
pH	2	0,01849	2,6	0,154

3.2. Monitoreo de condiciones biológicas

3.2.1. Supervivencia de mejillones *Mytella strigata*

Se comparó la supervivencia entre los mejillones que no estuvieron sujetos a la depuración y los depurados a 24, 48 y 72 horas. Algunos de los mejillones que no estuvieron sujetos a la depuración lograron sobrevivir hasta los 5 días. El gráfico 12, muestra los mejillones que estuvieron sujetos a 24 horas de depuración en los diferentes tanques, y se observa que los mejillones del tanque C registraron un mayor porcentaje de supervivencia en comparación con los no depurados, además se observa que algunos sobrevivieron hasta los 14 días fuera de dicho tanque. De la misma forma el gráfico 13, muestra los mejillones que estuvieron sujetos a 48 horas de depuración, y se observa que el tanque B registró un mayor porcentaje de supervivencia en comparación con los no depurados, además se observa que algunos mejillones del tanque B sobrevivieron hasta los 18 días. Por último, el gráfico 14 muestra los mejillones que estuvieron sujetos a las 72 horas de depuración, y se observa que el tanque C registró un mayor porcentaje de supervivencia en comparación con los no depurados, además se observa que algunos mejillones sobrevivieron hasta los 17 días.

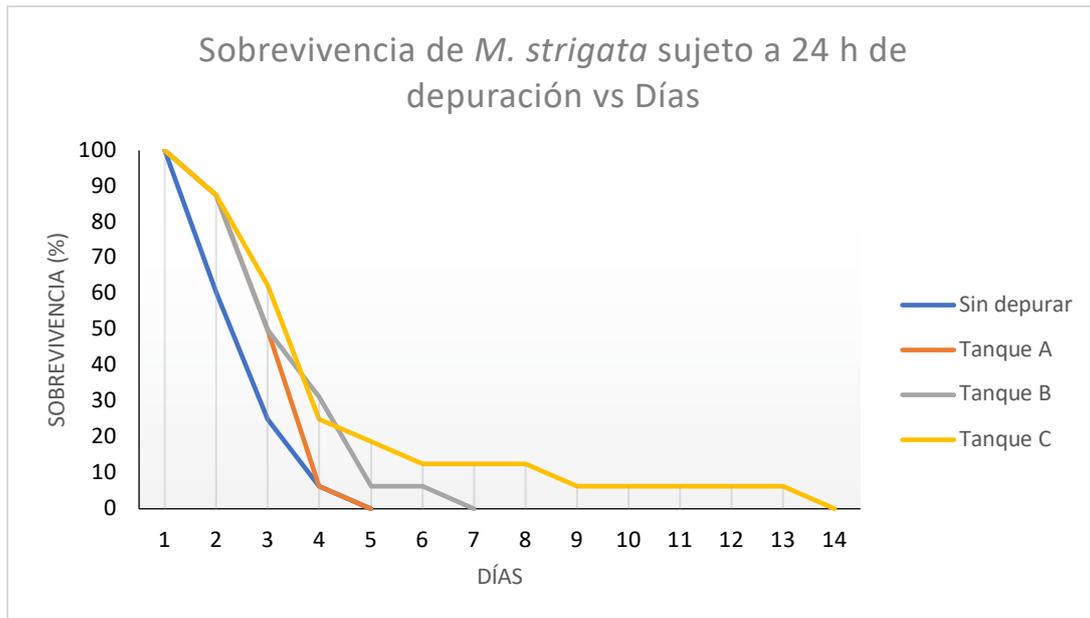


Gráfico 12. Porcentaje de sobrevivencia de *M. strigata* sujeto a 24 h de depuración vs los días fuera de los tanques.

Mediante el análisis estadístico, la tabla 5 de ANOVA nos indica que, entre la media de sobrevivencia de los mejillones depurados y no depurados, si existe una diferencia significativa ya que el valor $- p$ 0,00173 es menor a alfa 0,05. Esto significa que la sobrevivencia de los mejillones depurados fue mayor en comparación con la sobrevivencia de los no depurados.

Tabla 5. Tabla ANOVA de la sobrevivencia durante 24 horas por tanque de *M. strigata*.

Sobrevivencia	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Valor F	Valor $- p$
24 horas	1	964,7	12,31	0,00173

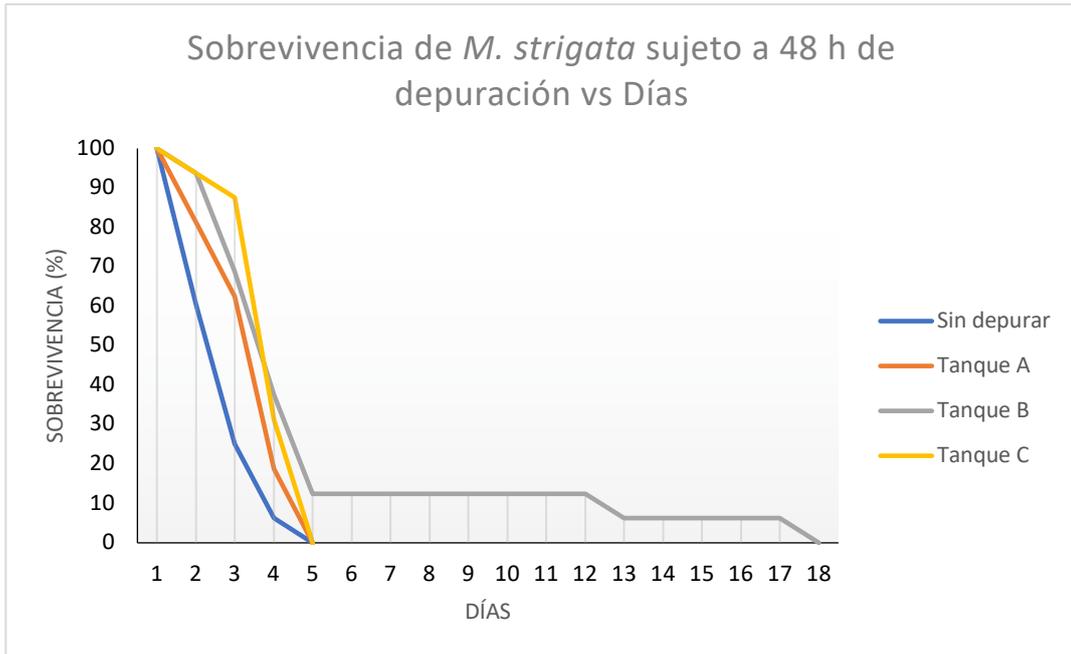


Gráfico 13. Porcentaje de sobrevivencia de *M. strigata* sujeto a 48 h de depuración vs los días fuera de los tanques.

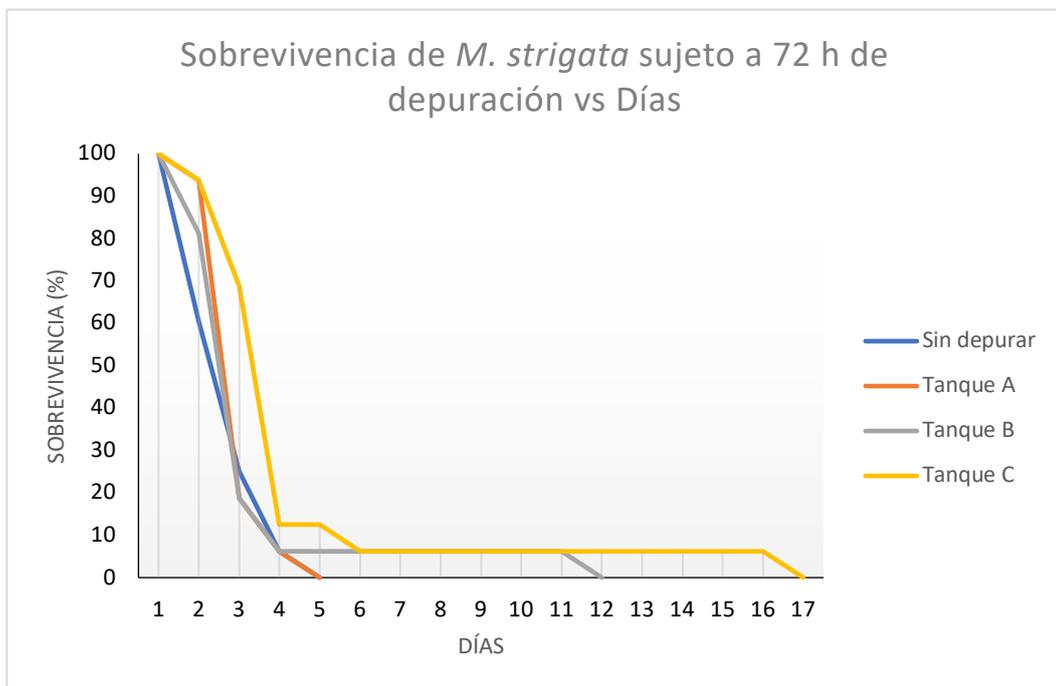


Gráfico 14. Porcentaje de sobrevivencia de *M. strigata* sujeto a 72 h de depuración vs los días fuera de los tanques.

3.2.2. Supervivencia de conchas *Anadara tuberculosa*

Se comparó la supervivencia entre las conchas que no estuvieron sujetas a la depuración y las depuradas a 24 horas. En el gráfico 15, se observa que las conchas de los tanques B y C manejan un porcentaje de supervivencia similar al de las conchas sin depurar. Por el contrario, las conchas del tanque A manejan un menor porcentaje de supervivencia en comparación con las no depuradas.

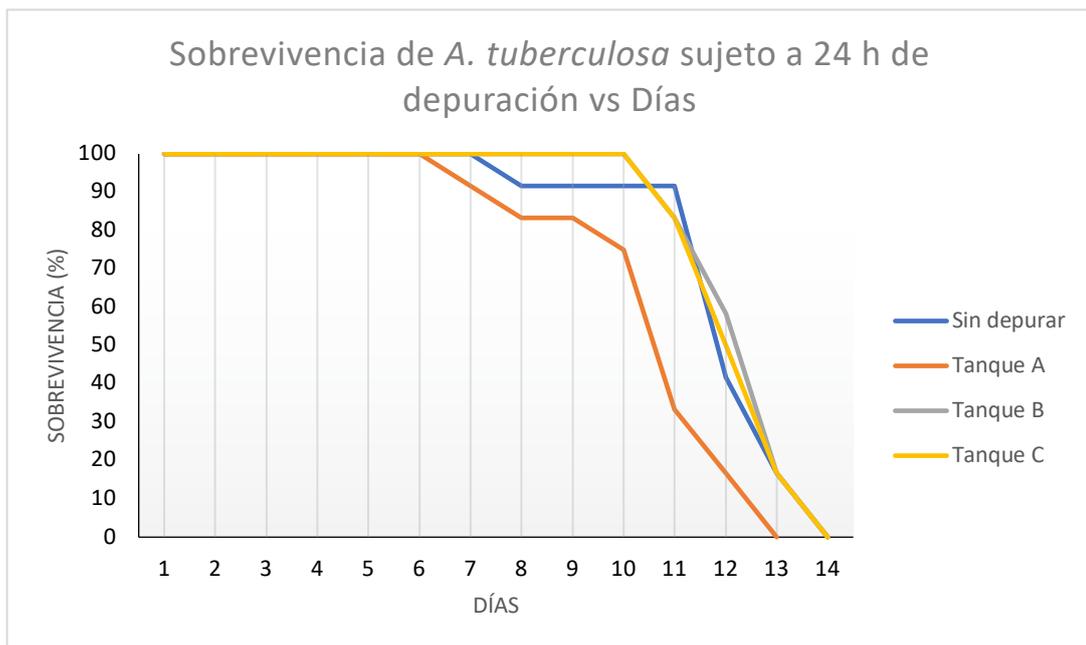


Gráfico 15. Porcentaje de supervivencia de *A. tuberculosa* sujeto a 24 h de depuración vs los días fuera de los tanques.

Mediante el análisis estadístico, la tabla 6 de ANOVA nos indica que no existe una diferencia significativa entre la media de supervivencia de conchas depuradas y no depuradas, ya que el valor $-p$ 0,992 es mayor a alfa 0,05. Esto significa que las medias de supervivencia son similares posiblemente debido al traslado realizado del sitio de monitoreo inicial.

Tabla 6. Tabla ANOVA de la sobrevivencia durante 24 horas por tanque de *A. tuberculosa*.

Sobrevivencia	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Valor F	Valor – p
24 horas	1	0,0	0	0,992

3.2.3. Índice de condición de mejillones *Mytella strigata*

Para los mejillones *M. strigata* se comparó la efectividad del sistema de depuración mediante el índice de condición entre el control y los días de depuración. En este caso, los mejillones disminuyeron significativamente su índice de condición después de estar sujetos a 24 y 48 horas de depuración. Sin embargo, a pesar de esta disminución en el gráfico 16, se observa que su índice de condición aumentó a las 72 horas, posiblemente debido a una respuesta favorable de adaptación que tuvieron al medio donde se encontraban.

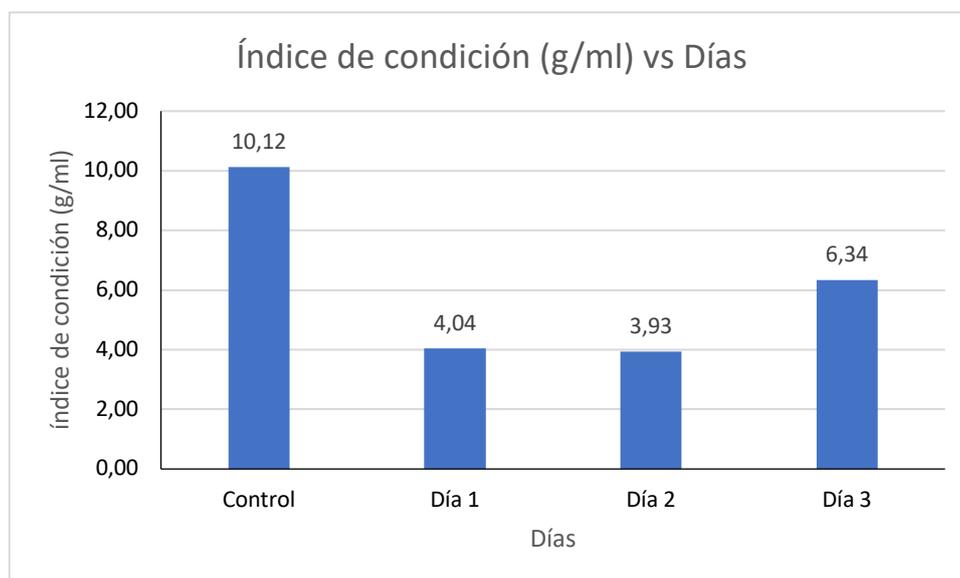


Gráfico 16. Valores promedios del índice de condición de *M. strigata* por día de depuración.

Mediante el análisis estadístico, la tabla 7 de ANOVA nos indica que, por tanque la media del índice de condición fue similar. Durante los tres días la media del índice de condición de los tres tanques; A, B y C, fueron relativamente iguales ya que el valor – p 0,235 es mayor a alfa 0,05. Por el contrario, las medias del índice de condición de los mejillones de control con respecto al primer día de depuración no son similares, es decir, que si existe diferencia significativa ya que el valor – p 0,0000967 es menor a alfa 0,05. En este caso, tras 24 horas de depuración los mejillones redujeron su índice de condición posiblemente provocada por el desove ocurrido por parte de estos animales al colocarlos en los tanques.

Tabla 7. Tabla ANOVA del índice de condición por tanque y día de *M. strigata*.

Índice de condición	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Valor F	Valor – p
Tanque	3	275	1,462	0,235
Día	1	166,8	22,56	0,0000967

3.2.4. Índice de condición de conchas *Anadara tuberculosa*

Para la concha *A. tuberculosa* se comparó la efectividad del sistema de depuración mediante el índice de condición entre el control y el primer día de depuración. El gráfico 17, muestra que las conchas se encuentran aparentemente con un mejor índice de condición tras el primer día de depuración con un promedio de 6,68 g/ml en comparación con las conchas control que no estuvieron sujetas al proceso de depuración con un promedio de 6,51 g/ml.

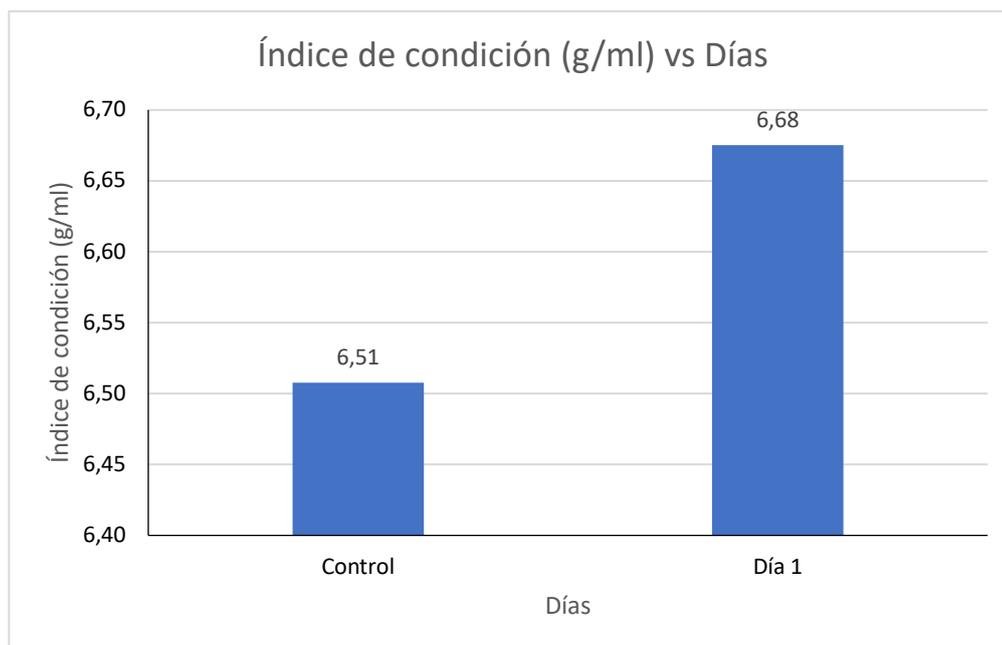


Gráfico 17. Valores promedios del índice de condición de *A. tuberculosa* por día de depuración.

Mediante el análisis estadístico, la tabla 8 de ANOVA nos indica que el índice de condición por tanque y por día son similares ya que en los dos casos el valor p es mayor a 0,05. Es decir, que no existe diferencia significativa entre las medias del índice de condición de los organismos depurados y no depurados. En este caso, las conchas mantuvieron su índice de condición después de 24 horas de depuración, demostrando que no se afecta el producto con la depuración.

Tabla 8. Tabla ANOVA del índice de condición por tanque y día de *A. tuberculosa*.

Índice de condición	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Valor F	Valor p
Tanque	3	6,294	2,057	0,138
Día	1	0,126	0,104	0,75

3.2.5. Contenido inorgánico de los mejillones *Mytella strigata*

El grupo de mejillones llamado control al no estar sujeto al proceso de depuración obtuvo un 19,99 % de contenido inorgánico. En contraste, se encontraron niveles más bajos de arena en los organismos de los mejillones en los días; uno, dos y tres. Tras 24 horas de depuración, los mejillones que se encontraban en el tanque B fueron los que más removieron arena de sus organismos ya que obtuvieron un contenido inorgánico total de 5,77 %. Así mismo, tras 48 horas de depuración, los mejillones que se encontraban en el tanque B fueron los que mayormente lograron remover y expulsar arena de sus intestinos ya que obtuvieron un contenido inorgánico total de 6,88 %. Por último, tras 72 horas de depuración, los mejillones del tanque B lograron expulsar más arena de sus organismos con un total de 5,22 %.

Como se observa en el gráfico 19, tras las 72 horas de depuración el contenido inorgánico de los mejillones disminuyó de modo significativo en comparación con los mejillones que no estuvieron sujetos a la depuración. Se observa que para el día uno se logró remover mayormente la arena de los organismos de los mejillones ya que se obtuvo un total de 7,12 % en comparación con el día dos y tres que se obtuvieron un total de 9,63 % y 7,33 % de contenido inorgánico respectivamente.

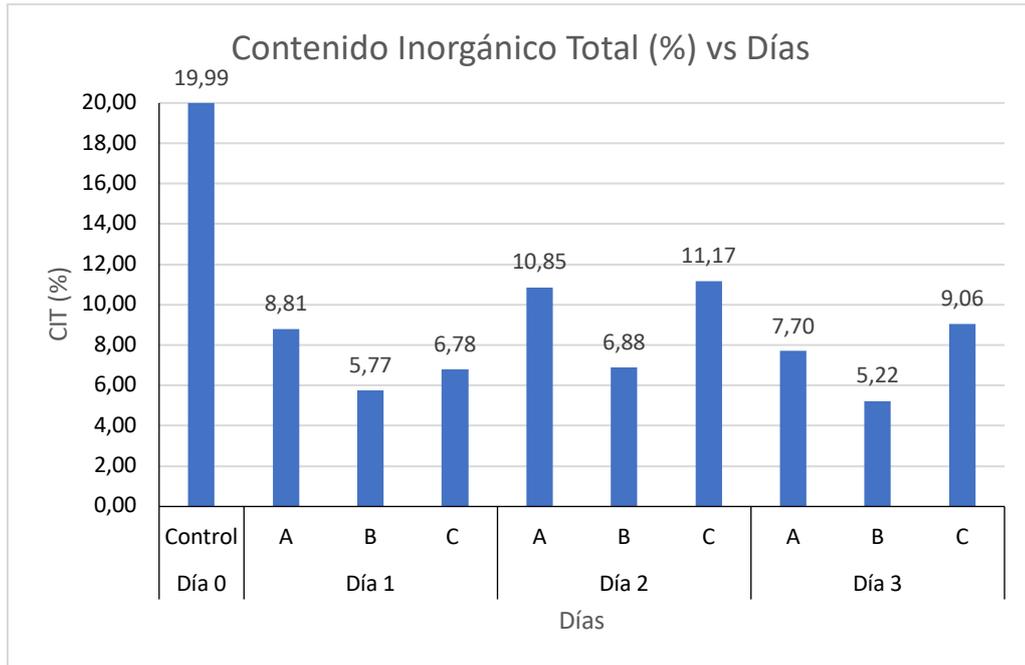


Gráfico 18. Valores promedios del porcentaje de Contenido Inorgánico Total por tanque y por día de los mejillones *M. strigata*.

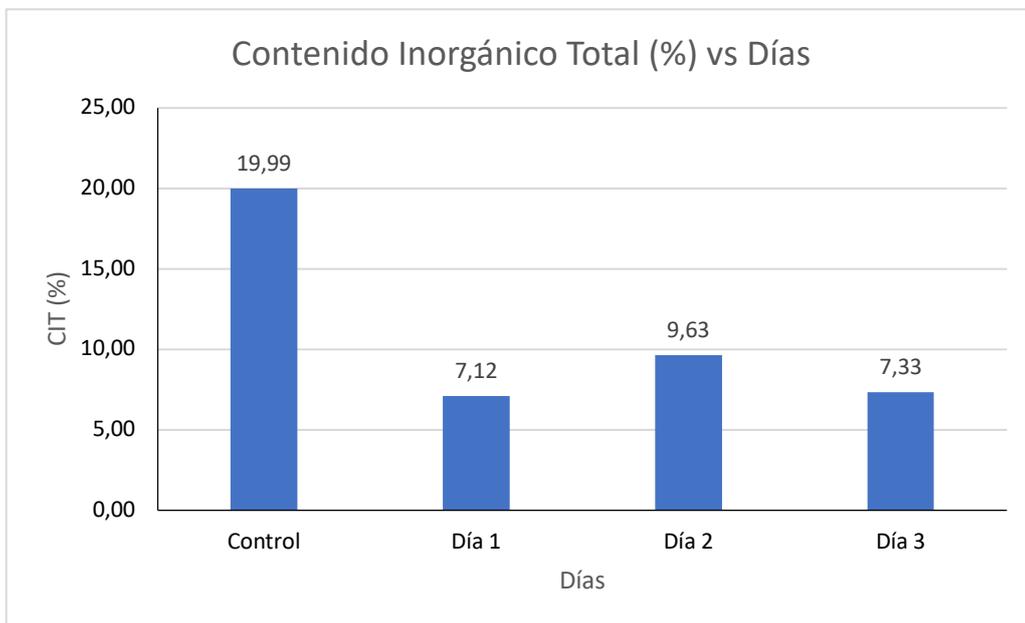


Gráfico 19. Valores promedios del porcentaje de Contenido Inorgánico Total por día de los mejillones *M. strigata*.

Mediante el análisis estadístico, la tabla 9 de ANOVA nos indica que la media del contenido inorgánico por tanque y por día son significativamente diferentes ya que en los dos casos los valores – p son menores a alfa 0,05. De los tres tanques, el tanque B logró remover más arena del tejido de los mejillones.

Tabla 9. Tabla ANOVA del contenido inorgánico por tanque y día de *M. strigata*.

Contenido inorgánico	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Valor F	Valor – p
Tanque	3	835,2	7,421	0,000332
Día	3	804,7	7,036	0,000489

3.2.6. Contenido inorgánico de las conchas *Anadara tuberculosa*

Como se observa en el gráfico 20, el grupo de conchas llamado control al no estar sujeto al proceso de depuración obtuvo un 7,04 % de contenido inorgánico. En contraste, se encontró un nivel más bajo de arena en los organismos de las conchas en el día uno. Tras las 24 horas de depuración, las conchas del tanque C fueron las que mayormente lograron remover la arena de sus organismos ya que obtuvieron un contenido inorgánico total de 4,99 %, seguido del tanque B con un total de 5,16 % y por último, el tanque A con un total de contenido inorgánico de 6,50 %.

El gráfico 21, muestra que tras las 24 horas de depuración se obtuvo una remoción de contenido inorgánico total de 5,55 %.

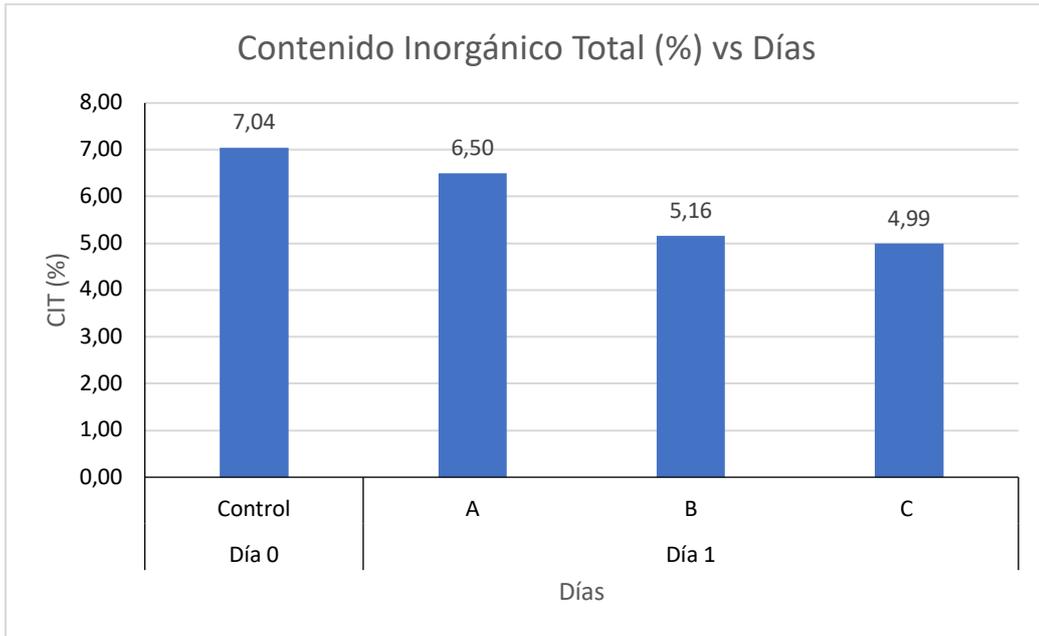


Gráfico 20. Valores promedio del porcentaje de Contenido Inorgánico Total por tanque y por día de las conchas *A. tuberculosa*.

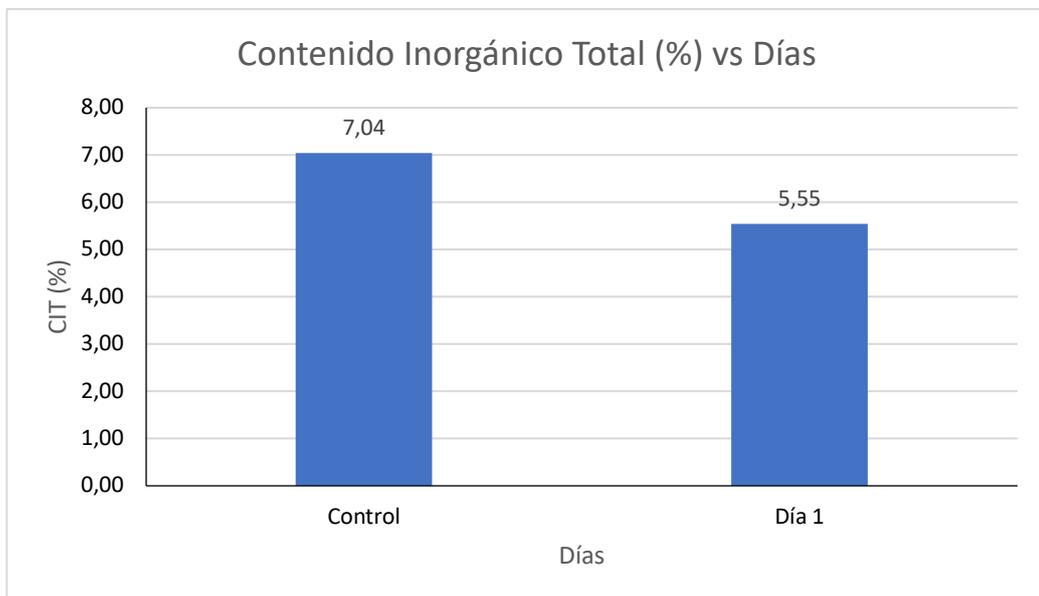


Gráfico 21. Valores promedio del porcentaje de Contenido Inorgánico Total por día de las conchas *A. tuberculosa*.

Para la concha prieta *A. tuberculosa* se comparó la efectividad del sistema de depuración mediante el contenido inorgánico entre el control y el día de depuración. Mediante el análisis estadístico, la tabla 10 de ANOVA nos indica que por cada tanque y por cada día, las medias del contenido inorgánico entre los individuos depurados y no depurados no son iguales, ya que para los dos casos el valor – p es menor a alfa 0,05. Es decir, que los individuos depurados si lograron remover significativamente la arena de sus tejidos.

Tabla 10. Tabla ANOVA del contenido inorgánico por día y tanque de *A. tuberculosa*.

Contenido inorgánico	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Valor F	Valor – p
Tanque	3	18,27	4,117	0,0199
Día	1	10,02	5,831	0,0245

3.3. Socialización

La socialización de los beneficios del sistema de depuración fue realizada por parte del equipo del proyecto Depuplant coordinadas por el Dr. Félix Morales. Se realizaron dos socializaciones presenciales, una en Huaquillas donde asistieron 14 personas y otra en Puerto Jelí donde asistieron 12 personas de diversas asociaciones. El sistema de depuración tiene gran aceptabilidad y es de gran interés para de las asociaciones ya que manifestaron que les gustaría implementar el sistema en su mayor posibilidad. Además, para las presentaciones se realizó un video, un banner y dos trípticos; uno para niños y otro para adultos.

CAPÍTULO 4

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

Con depuración de moluscos bivalvos se obtiene un molusco con mejor calidad, mayor vida útil, y mejor sabor, pudiendo garantizar la inocuidad del producto, beneficiando tanto a consumidores como a productores. Los moluscos bivalvos depurados, cumplen con normas para el consumo y comercialización dentro y fuera del Ecuador, permitiendo alcanzar mercados más amplios, y obtener mejores beneficios económicos por el producto, mejorando así la calidad de vida de los recolectores.

El socializar el sistema de depuración genera un impacto positivo hacia la comunidad de pescadores y concheros de la costa ecuatoriana. Generando interés hacia la implementación de técnicas que mejoran la calidad de sus productos, que son de bajo costo, amigables con el ambiente, y que les permita proyectarse hacia un mercado más amplio, obteniendo mejores réditos económicos y posibilidad de expansión.

4.2. Recomendaciones

- Se recomienda un mayor estudio sobre la sobrevivencia de otras especies comerciales de moluscos bivalvos tras el proceso de depuración.
- Se requiere una mejora del sistema de enfriamiento de los tanques, para evitar el desove al elevarse la temperatura.
- Se requiere coordinar con diseñadores gráficos, o afines, para elaborar materiales de divulgación masiva, además de una campaña de marketing especializada para atraer a toda la comunidad pesquera de la costa ecuatoriana.

BIBLIOGRAFÍA

- Alvarez, R., Cobo, L., Sonnenholzner, S., & Stern, S. (2008). Estado actual de la acuicultura de moluscos bivalvos en Ecuador.
- Annisamyd, del C. E., Carneiro G, D. A., Tuñón, O. P., Leone, O., Goti, I., & Gómez H, J. A. (2021). BIOMETRÍA Y DESARROLLO GONADAL DE LA CONCHA NEGRA *Anadara tuberculosa* EN.
- Cáceres, J., & Vásquez, R. (2014). MANUAL DE BUENAS PRÁCTICAS DE MANEJO PARA EL CULTIVO DE MOLUSCOS BIVALVOS: Vol. I (O. Tapia, V. Morales, R. Morales, M. Godoy, G. Sabino, A. Peralta, M. Soto, I. Pérez, E. Bravo, & O. García, Eds.; 1st ed.). - ORGANISMO INTERNACIONAL REGIONAL DE SANIDAD AGROPECUARIA OIRSA - ORGANIZACIÓN DEL SECTOR PESQUERO Y ACUÍCOLA DEL ISTMO CENTROAMERICANO OSPESCA.
- Castillo-Rodríguez, Z. G. (2014). Biodiversity of marine mollusks in Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, Supl, 85, 419–430. <https://doi.org/10.7550/rmb.33003>
- Cruz, M. (2013). moluscos bivalvos perforadores de rocas Espemraldas Ecuador. In ACTA OCEANOGRÁFICA DEL PACÍFICO. Instituto Oceanográfico de la Armada.
- C.T. GOV. (2013). Seguridad en el manejo de mariscos. In Connecticut Department of Agriculture. <https://portal.ct.gov/DOAG/Aquaculture1/Aquaculture/Shellfish-Handling--Safety>
- de Vooy, C. G. N. (1987). Elimination of sand in the blue mussel, *Mytilus edulis*. *Netherlands Journal of Sea Research*, 21(1), 75–78. [https://doi.org/10.1016/0077-7579\(87\)90023-8](https://doi.org/10.1016/0077-7579(87)90023-8)
- Diarte, G., Escamilla Ruth, de la Cruz, G., Granados, S., & Álvarez, P. (2013). Crecimiento y supervivencia del mejillón *Mytella strigata* (Bivalvia: Mytilidae) en cultivo suspendido en la Laguna Macapule, Sinaloa, México. *HidroBiológica*, 23(3), 374–385. <https://www.redalyc.org/pdf/578/57832087010.pdf>
- Erazo, E. A., & Ruiz Wong, P. (2020). ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL.
- FAO. (2007). Estado actual del cultivo y manejo de moluscos bivalvos y su proyección futura. Factores que afectan su sustentabilidad en América Latina.

- FAO - ONU. (2016, November). Food and Agriculture Organization of the United Nations. GLOBEFISH. <https://www.fao.org/in-action/globefish/marketreports/resource-detail/es/c/522565/>
- Filgueira, R., Comeau, L. A., Landry, T., Grant, J., Guyondet, T., & Mallet, A. (2013). Bivalve condition index as an indicator of aquaculture intensity: A meta-analysis. *Ecological Indicators*, 25, 215–229. <https://doi.org/10.1016/J.ECOLIND.2012.10.001>
- Galmés Truyols, A., Duran, J. G., Riutort, A. N., Cerdá, G. A., Isabel, C. B., Arbona, M. P., & Berga, J. V. (2011). Brote de norovirus en Mallorca asociado al consumo de ostras. *Gaceta Sanitaria*, 25(2), 173–175. <https://doi.org/10.1016/J.GACETA.2010.11.002>
- Gullian, M., & Aguirre-Macedo, L. (2009). Seasonal Variation of Physiological Parameters in the Eastern Oyster *Crassostrea virginica* from a Tropical Region of the Gulf of Mexico. *https://doi.org/10.2983/035.028.0303*, 28(3), 439–446. <https://doi.org/10.2983/035.028.0303>
- Helm, M. M., Bourne Neil, & Lovatelli, A. (2006). Cultivo de bivalvos en criadero - Un manual práctico. ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN, 471, 184. <http://www.industriaacuicola.com/biblioteca/Moluscos%20bivalvos/Manual%20de%20bivalvos...pdf>
- Krogstad, F. T. O., Griffith, W. C., Vigoren, E. M., & Faustman, E. M. (2009). Re-evaluating blue mussel depuration rates in “Dynamics of the phycotoxin domoic acid: Accumulation and excretion in two commercially important bivalves.” *Journal of Applied Phycology*, 21(6), 745–746. <https://doi.org/10.1007/s10811-009-9410-4>
- Lee, R., Lovatelli, A., & Ababouch, L. (2010). Depuración de bivalvos: aspectos fundamentales y prácticos. In FAO.
- Leung, K. M. Y. (2004). Sand elimination by the Asiatic hard clam *Meretrix meretrix* (L.): influences of temperature, salinity and season.
- Lomas, E., Caranqui, J., Espinoza, L., & Corría, R. (2011). PLAN DE EVALUACIÓN Y MANEJO DEL CANGREJO ROJO (*Ucides occidentalis*) Y CONCHA NEGRA (*Anadara similis* Y *Anadara tuberculosa*) EN LOS MANGLARES DE LA COSTA ECUATORIANA. Escuela Superior Politécnica Del Chimborazo.

- Lucero, C., Cantera, J., & Neira, R. (2012). Pesquería y crecimiento de la piangua (Arcoida: Arcidae) *Anadara tuberculosa* en la Bahía de Málaga del Pacífico colombiano, 2005-2007. *Revista de Biología Tropical*, 60(1), 203–217. http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-77442012000100014&lng=en&nrm=iso&tlng=es
- Mendoza, O., & Alvitres, V. (2013). Manglar 12(1): 55-64 *Revista de Investigación Científica Universidad Nacional de Tumbes, Perú* Crecimiento y supervivencia de *Anadara tuberculosa* (Sowerby, 1833) a tres densidades Growth and survival of *Anadara tuberculosa* (Sowerby, 1833) on three densities.
- Millward, G. E., Kadam, S., & Jha, A. N. (2012a). Tissue-specific assimilation, depuration and toxicity of nickel in *Mytilus edulis*. *Environmental Pollution*, 162, 406–412. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2011.11.034>
- Millward, G. E., Kadam, S., & Jha, A. N. (2012b). Tissue-specific assimilation, depuration and toxicity of nickel in *Mytilus edulis*. *Environmental Pollution*, 162, 406–412. <https://doi.org/10.1016/J.ENVPOL.2011.11.034>
- Morton, B. (2020). bivalve - The respiratory system | Britannica. <https://www.britannica.com/animal/bivalve/The-respiratory-system>
- NOOA. (2022). Seafood Handling and Storage | SEAFOOD HEALTH FACTS. <https://www.seafoodhealthfacts.org/safety/seafood-handling-and-storage/>
- OEC. (2021). Crustáceos, Moluscos y Demás Invertebrados Acuáticos, Preparados O Conservados. (HS:) Product Trade, Exporters and Importers | OEC - The Observatory of Economic Complexity. <https://oec.world/es/profile/hs92/processed-crustaceans?redirect=true>
- Oesa. (2017). Cultivo del mejillón (*Mytilus galloprovincialis*). www.observatorio-acuicultura.es
- RICHARDS, G. P. (1988). Microbial Purification of Shellfish: A Review of Depuration and Relaying. *Journal of Food Protection*, 51(3), 218–251. <https://doi.org/10.4315/0362-028X-51.3.218>
- Romero, V., & Andres, L. (2021). FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS CARRERA DE INGENIERÍA ACUÍCOLA MACHALA 2021.

- Senasica. (2003). Manual de Buenas Prácticas de Producción Acuícola de Moluscos Bivalvos para la Inocuidad Alimentaria.
- Silva-Benavides, A. M., & Bonilla, R. (2015). Estructura de la población y distribución de *Anadara tuberculosa* Sowerby (1833) (Mollusca: Bivalvia) en los manglares de Golfito y Playa Blanca de Puerto Jiménez, Golfo Dulce, Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, 63, 287–298. <https://doi.org/10.15517/RBT.V63I1.23108>
- Simal Lozano, J., & Hermida Ameijeiras, A. (1994). El mejillón: Desde su desarrollo en una batea hasta su depuración. *Alimentaria: Revista de Tecnología e Higiene de Los Alimentos*, ISSN 0300-5755, N° 255, 1994, Págs. 31-36, 255, 31–36. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=132689>
- Soegianto, A., Putranto, T. W. C., Lutfi, W., Almirani, F. N., Hidayat, A. R., Muhammad, A., Firdaus, R. A., Rahmadhani, Y. S., Fadila, D. A. N., & Hidayati, D. (2020). Concentrations of Metals in Tissues of Cockle *Anadara granosa* (Linnaeus, 1758) from East Java Coast, Indonesia, and Potential Risks to Human Health. *International Journal of Food Science*, 2020. <https://doi.org/10.1155/2020/5345162>
- Świacka, K., Smolarz, K., Maculewicz, J., & Caban, M. (2020). Effects of environmentally relevant concentrations of diclofenac in *Mytilus trossulus*. *Science of the Total Environment*, 737. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.139797>
- Vacacela Romero, L. (2021). MANEJO DE PARÁMETROS FÍSICOS Y QUÍMICOS PARA LA REPRODUCCIÓN DE LA CONCHA PRIETA ANADARA TUBERCULOSA.
- Willing, M. J. (2010). Molluscs. *British Wildlife*, 20(3), 143–397. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-53439-2.00006-0>
- Wong, E., Antillón, F., Glenn, E., & Isabel González, M. (1997). Depuración microbiológica artesanal de la piangua, *Anadara tuberculosa* (Mollusca: Arcidae) (Vol. 45, Issue 4).
- Xunta de Galicia. (2021). Instalación de un criadero de Moluscos - Cuadernos de Acuicultura (2021st ed., Vol. 1). https://mar.xunta.gal/sites/default/files/fileadmin/archivos/mar/investigacioneformacion/instalaciones_de_criadero_de_moluscos.pdf
- Yildiz, H., Berber, S., Acarli, S., & Vural, P. (2016). Seasonal variation in the condition index, meat yield and biochemical composition of the flat oyster *Ostrea edulis* (Linnaeus, 1758)

from the Dardanelles, Turkey. [Http://Dx.Doi.Org/10.4081/Ijas.2011.E5](http://Dx.Doi.Org/10.4081/Ijas.2011.E5), 10(1), 22–26.
<https://doi.org/10.4081/IJAS.2011.E5>

Zeng, Y., & Yang, H. (2021). Review of molluscan bivalve condition index calculations and application in Northern Quahogs *Mercenaria mercenaria*. *Aquaculture Research*, 52(1), 23–36. <https://doi.org/10.1111/ARE.14866>

Zhang, B., Shi, Z. rong, Wang, X. ling, Deng, S. gui, & Lin, H. min. (2015). Depuration of cadmium from blue mussel (*Mytilus edulis*) by hydrolysis peptides and chelating metal elements. *Food Research International*, 73, 162–168.
<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2014.12.043>