

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ciencias de la Vida

Sistema de depuración de moluscos bivalvos con recirculación, a nivel
de laboratorio: Evaluación y socialización

PROYECTO INTEGRADOR

Previo la obtención del Título de:

Biólogo

Presentado por:

María Belén Cevallos Merchán

Yuliana Isabel Mora Ochoa

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2021

DEDICATORIA

Este proyecto se lo dedico a mi madre, Nancy, quién me ha apoyado incondicionalmente durante toda mi vida y a lo largo de esta etapa, me ha enseñado ser constante y fuerte ante cualquier adversidad. A mis hermanas: Ma. Gabriela, Ma. José y Nancy María quiénes han sido mi fuerza y motor para salir adelante. A mi Ita, que es mi eterna guía y luz desde el cielo. Además, a mis amigas más cercanas, quienes siempre creyeron en mí: Grace, Heidy, Gabriela, Tania, Sarah, Eimee, Jenniffer R.

Ma. Belén Cevallos Merchán

Esto proyecto se lo dedico primeramente a Dios por cuidar a mi familia y por permitirme cumplir con una meta de mi vida. A mis padres por ser mi fortaleza y soporte a lo largo de vida, por demostrarme que a pesar de todas las adversidades siempre se puede avanzar con perseverancia. A mis abuelas que siempre han velado por mi bienestar y a mi abuelo que desde el cielo me sigue acompañando y cuidando.

Yuliana Isabel Mora Ochoa

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a nuestro tutor, quien fue nuestro guía y apoyo incondicional a lo largo del camino. A los ayudantes del laboratorio de microbiología de la Facultad Ciencias de la Vida por su constante apoyo durante este proyecto. A los comerciantes concheros quienes nos facilitaron las conchas para poder elaborar este proyecto. Finalmente, a nuestras familias quienes nos apoyaron a lo largo de esta etapa universitaria.

DECLARACIÓN EXPRESA

“Los derechos de titularidad y explotación, me (nos) corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; *María Belén Cevallos Merchán* y *Yuliana Isabel Mora Ochoa* 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”



María Belén Cevallos Merchán



Yuliana Isabel Mora Ochoa

EVALUADORES

Diego Arturo Gallardo Polit

PROFESOR DE LA MATERIA



Félix Enrique Morales Ramos, PhD

PROFESOR TUTOR

RESUMEN

La depuración consiste en mantener los moluscos bivalvos en tanques de agua de mar limpia en condiciones en las cuales posibilite y permita que su filtración natural actúe y elimine contaminantes bacterianos. Los moluscos bivalvos se encuentran expuestos a patógenos requiriendo medidas de control para la producción y comercialización. El objetivo de este proyecto es evaluar la operación de un sistema de depuración con recirculación de agua, a nivel de laboratorio, determinando el comportamiento de las variables fisicoquímicas y biológicas comparándolos, ajustándolo a los estándares establecidos y socializando los beneficios del sistema. El proyecto se dividió en tres secciones: primero el monitoreo de las variables fisicoquímicas mediante un multiparámetro, con mediciones durante la mañana y la tarde por tres días para *Anadara tuberculosa*, *Crassostrea gigas* y *Anadara similis*. Segundo el cálculo del índice de condición midiendo el volumen y el peso húmedo de los moluscos bivalvos, para luego someter al secado de la carne y valvas. Finalmente, la socialización de los beneficios se realizó folletos con información acerca del sistema de depuración. Se obtuvo que las variables fueron adecuadas para la depuración, el IC solo mostro una diferencia significativa en *A. similis*, la entrega de folletos fue bien recibida por los representantes de dos comunidades de concheros. El sistema de depuración de moluscos bivalvos tiene la capacidad de mejorar y asegurar la calidad de los moluscos bivalvos, contribuyendo a la aceptación y aplicación de nuevos procedimientos por parte de las comunidades productoras del país.

Palabras Clave: Depuración, bivalvos, biológicos, fisicoquímicos, índice de condición, efectividad

ABSTRACT

Depuration consists of keeping bivalve mollusks in clean seawater tanks in conditions in which it enables and allows their natural filtration to act and eliminate bacterial contaminants. Bivalve mollusks are exposed to pathogens requiring control measures for production and marketing. The objective of this project is to evaluate the operation of a depuration system with recirculation of water, at the laboratory level, determining the behavior of the physicochemical and biological variables, comparing them, adjusting it to the established standards and socializing the benefits of the system. The project was divided into three sections: first the monitoring of the physicochemical variables using a multiparameter, with measurements during the morning and afternoon for three days for *Anadara tuberculosa*, *Crassostrea gigas* and *Anadara similis*. Second, the calculation of the condition index by measuring the volume and wet weight of the bivalve mollusks, and then subjecting the meat and valves to drying. Finally, the socialization of the benefits, brochures were made with information about the depuration system. It was found that the variables were adequate for depuration, the CI only showed a significant difference in *A. similis*, the delivery of brochures was well received by the representatives of two shellfish communities. The bivalve mollusk depuration system has the capacity to improve and ensure their quality, contributing to the acceptance and application of new procedures by the fishermen communities of the country.

Keywords: depuration, bivalves, biological, physicochemical, condition index, effectiveness

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	I
ABSTRACT	II
ÍNDICE GENERAL	III
ABREVIATURAS.....	V
SIMBOLOGÍA.....	VI
ÍNDICE DE FIGURAS	VII
ÍNDICE DE TABLAS.....	VIII
CAPÍTULO 1	9
1. Introducción	9
1.1 Descripción del problema	10
1.2 Justificación del problema	10
1.3 Objetivos	11
1.3.1 Objetivo General	11
1.3.2 Objetivos Específicos.....	12
1.4 Marco teórico.....	12
1.4.1 Moluscos bivalvos	12
1.4.1.1 Ostra del Pacífico (<i>Crassostrea gigas</i>)	12
1.4.1.2 Concha Prieta (<i>Anadara tuberculosa</i>).....	13
1.4.1.3 Concha macho (<i>Anadara similis</i>)	13
1.4.2 Sistema de depuración	14
1.4.3 Índice de condición	14
1.4.4 Monitoreo de variables fisicoquímicas.....	15
1.4.4.1 Salinidad.....	15
1.4.4.2 Temperatura.....	15
1.4.4.3 Oxígeno disuelto.....	16

1.4.4.4	pH.....	16
1.4.5	Normativa de bivalvos para la depuración.....	16
CAPÍTULO 2	.....	19
2.	Metodología.....	19
2.1	Detalle del sistema.....	19
2.1.1	Especie.....	19
2.1.2	Diseño de sistema de depuración.....	20
2.2	Monitoreo de variables.....	20
2.2.1	Fisicoquímicas.....	20
2.2.2	Índice de condición.....	20
2.3	Análisis estadístico.....	21
2.4	Socialización de beneficios.....	22
CAPÍTULO 3	.....	23
3.	Resultados Y ANÁLISIS.....	23
3.1	Monitoreo de variables.....	23
3.1.1	Fisicoquímicas.....	23
3.1.1.1	Análisis estadístico de los parámetros fisicoquímicas.....	35
3.1.2	Índice de condición.....	36
3.1.2.1	Análisis estadístico del índice de condición.....	39
3.2	Socialización de beneficios.....	41
CAPÍTULO 4	.....	43
4.	Conclusiones Y Recomendaciones.....	43
4.1	Conclusiones.....	43
4.2	Recomendaciones.....	43
BIBLIOGRAFÍA	.....	45
APÉNDICE	.....	50

ABREVIATURAS

ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
FAO	Organización de las Naciones Unidas Para la Alimentación y la Agricultura
INEN	Instituto Ecuatoriano de Normalización
MPCEIP	Ministerio de Producción, Comercio Exterior, Inversiones y Pesca

SIMBOLOGÍA

ppm	Partes por millón
cm	Centímetros
mm	Milímetros
mg/L	Miligramo por cada litro
pH	Potencial de Hidrógeno
OD	Oxígeno Disuelto
IC	Índice de Condición
UV	Ultravioleta

ÍNDICE DE FIGURAS

Gráfico 1: Esquema del procedimiento del índice de condición	21
Gráfico 2: Valores de la temperatura en los tanques de depuración de la <i>A. tuberculosa</i>	23
Gráfico 3: Valores de la Salinidad en los tanques de depuración de la <i>A. tuberculosa</i>	24
Gráfico 4: Valores del Oxígeno disuelto en los tanques de depuración de la <i>A. tuberculosa</i>	25
Gráfico 5: Valores del pH en los tanques de depuración de la <i>A. tuberculosa</i>	26
Gráfico 6: Valores de la Temperatura en los tanques de depuración de la <i>C. gigas</i> . 27	
Gráfico 7: Valores de la Salinidad en los tanques de depuración de la <i>C. gigas</i>	28
Gráfico 8: Valores del Oxígeno disuelto en los tanques de depuración de la <i>C. gigas</i>	29
Gráfico 9: Valores del pH en los tanques de depuración de la <i>C. gigas</i>	30
Gráfico 10: Valores de la Temperatura en los tanques de depuración de la <i>A. similis</i>	31
Gráfico 11: Valores de la Salinidad en los tanques de depuración de la <i>A. similis</i>	32
Gráfico 12: Valores del Oxígeno disuelto en los tanques de depuración de la <i>A. similis</i>	33
Gráfico 13: Valores del pH en los tanques de depuración de la <i>A. similis</i>	34
Gráfico 14: Valores promedios del índice de condición por día de depuración de <i>A. tuberculosa</i>	37
Gráfico 15: Valores promedios del índice de condición por día de depuración de <i>C. gigas</i>	38
Gráfico 16: Valores promedios del índice de condición por día de depuración de <i>A. similis</i>	39

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Promedio total de los parámetros fisicoquímicos por tanque de depuración de la <i>A. tuberculosa</i>	26
Tabla 2: Promedio total de los parámetros fisicoquímicos por tanque de depuración de la <i>C. gigas</i>	31
Tabla 3: Promedio total de los parámetros fisicoquímicos por tanque de depuración en la <i>A. similis</i>	34
Tabla 4: Tabla ANOVA de los parámetros fisicoquímicos por tanque de la <i>A. tuberculosa</i>	35
Tabla 5: Tabla ANOVA de los parámetros fisicoquímicos por tanque de la <i>C. gigas</i>	35
Tabla 6: Tabla ANOVA de los parámetros fisicoquímicos por tanque de la <i>A. similis</i>	36
Tabla 7: Tabla ANOVA para el índice de condición de <i>A. tuberculosa</i>	39
Tabla 8: Tabla ANOVA para el índice de condición de <i>C. gigas</i>	40
Tabla 9: Tabla ANOVA para el índice de condición de <i>A. similis</i>	40

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN

Los moluscos bivalvos se alimentan por filtración y eliminan la materia orgánica en suspensión (zooplancton, fitoplancton, partículas finas y bacterias) de la columna de agua. El crecimiento de los bivalvos depende de la cantidad de energía disponible, la medición de la tasa de filtración y la concentración de materia orgánica en suspensión (Pourmozaffar et al., 2019).

La depuración es un procedimiento que consiste en mantener los moluscos bivalvos en tanques de agua de mar limpia en condiciones en las cuales posibilita y permite que su filtración natural actúe y elimine contaminantes bacterianos, las cuales provocan enfermedades en las personas que lo consumen (FAO, 2010). El proceso de depuración se debe a la capacidad de los moluscos bivalvos de bombear y filtran grandes cantidades de agua, por medio de sus branquias, las cuales tienen que estar libre de toda partícula (Montiel et al., 2009).

La contaminación de las zonas donde se crían los moluscos bivalvos juega un papel importante en el tratamiento al que deben someterse para la eliminación y reducción de infecciones o intoxicaciones (FAO, 2010). Los patógenos virales se almacena en los moluscos bivalvos cuando hay partículas suspendidas y se traslada al sistema digestivo durante la alimentación (Nappier et al., 2008).

La depuración de moluscos bivalvos es aplicada debido a que la industria quiere garantizar la inocuidad al consumidor, o para satisfacer requisitos legales en los países en donde vaya a ser exportado, empleado por países europeos y Estados Unidos por solicitud de la normativa oficial de los mismos (Cáceres Martínez & Vásquez Yeomans, 2014).

La importancia del estudio es debido a que los moluscos bivalvos se encuentran expuestos a contingencias sanitarias por la presencia de patógenos y se necesita las medidas de protección para la producción y comercialización (Cáceres Martínez & Vásquez Yeomans, 2014). Es por esto, que el objetivo de este proyecto es evaluar la operación de un sistema de depuración con recirculación de agua, a nivel de laboratorio, determinando el comportamiento de las variables fisicoquímicas y biológicas comparándolos, ajustándolo a los estándares establecidos y socializando los beneficios del sistema.

1.1 Descripción del problema

Los moluscos bivalvos comprenden especies como mejillones, almejas y ostras y son especies filtradoras, que absorben las partículas orgánicas presentes en el agua siendo su fuente de alimento (FAO, 2020). Una gran parte de las partículas ingeridas son de origen bacteriano las cuales son nocivas para el ambiente y para quienes consumen este tipo de moluscos (Cáceres Martínez & Vásquez Yeomans, 2014). Los norovirus y vibrios son los principales causantes de gastroenteritis en humanos por el consumo de moluscos bivalvos (Galmés Truyols et al., 2011).

El aumento en el consumo de moluscos bivalvos ha llevado a un incremento en los procesos de producción y el desarrollo de técnicas capaces de mejorar la calidad de estos (FAO, 2006). El proceso de depuración aprovecha la capacidad de filtración de los moluscos bivalvos, por ello mediante la recirculación de agua busca potenciar la separación de los contaminantes bacterianos y/o metálicos que están presentes en el sistema digestivo impidiendo que se contaminen nuevamente (FAO, 2010).

El sistema de depuración consiste en suministrar agua de mar previamente tratada, siguiendo condiciones establecidas acorde a los moluscos bivalvos, siendo el proceso más aceptado por otros países debido a que permite la comercialización del molusco vivo o fresco (Lees et al., 2010). Además de aprovechar los ácidos grasos esenciales que contienen y aporta oportunidades laborales a las comunidades costeras (FAO, 2008), por ello se requiere validar el sistema de depuración con recirculación de agua en moluscos bivalvos a nivel de laboratorio, y de ¿cómo les puede interesar a los productores implementar este sistema como parte de su proceso de producción y comercialización?, además ¿cómo dar a conocer las bondades del sistema de depuración?

1.2 Justificación del problema

El Ecuador es parte de los países del mundo más megadiversos, la presencia de ecosistemas de manglar a lo largo de su costa y de los canales estuarinos junto a su pronunciada salida al mar, sus extensas raíces y su abundante contenido orgánico le brinda la capacidad de albergar una gran diversidad de especies marinas como los moluscos bivalvos (Acosta Solis, 1961; Lodeiros, 2020).

Los moluscos bivalvos son parte esencial del desarrollo de las comunidades asentadas en las zonas costeras, su uso como fuente de alimento para consumo u obtención de este ha trascendido generaciones (Darrigran, 2013). Su pesca artesanal ha ido en aumento y especies como la concha prieta (*Anadara tuberculosa*) y la concha macho (*Anadara similis*) son las de mayor rango comercial a nivel nacional (Lomas et al., 2011), así mismo desde su introducción al país la producción de la ostra del Pacífico (*Crassostrea gigas*) ha ido en constante crecimiento (Alvarez et al., 2008).

La capacidad de filtración de los moluscos bivalvos los ha llevado a ser transmisores de contaminantes bacterianos, de virus y de metales que están presentes en el agua debido a procesos como la tala, construcción de camaroneras, asentamientos humanos, y presencia de aguas servidas que han incrementado los niveles de contaminación y por ende de patógenos en las zonas de manglar (Pernia et al., 2019); al consumir moluscos bivalvos mayormente crudos ha incrementado las infecciones de enfermedades como la gastroenteritis o hepatitis A en los consumidores (Darrigran, 2013).

Entre los procesos para mejorar la calidad de los moluscos bivalvos para su comercialización se encuentra la depuración, el cual evita su re-contaminación y expulsa de su sistema digestivo los patógenos que se han acumulado reduciendo el contagio por su consumo (Lees et al., 2010). Además de impulsar la producción y comercialización de moluscos bivalvos más seguros y frescos, atrayendo al consumidor y promoviendo al pescador la implementación de técnicas capaces de promover su estabilidad laboral.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Evaluar la operación de un sistema de depuración con recirculación de agua, a nivel de laboratorio, determinando el comportamiento de las variables fisicoquímicas y biológicas comparándolos, ajustándolo a los estándares establecidos y socializando los beneficios del sistema.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Monitorear las variables de temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, pH e índice de condición su control durante el proceso de depuración.
- Comparar los resultados con los estándares exigidos por organismos reguladores para el ajuste de los valores establecidos del sistema.
- Socializar los beneficios de la depuración de moluscos bivalvos a productores y consumidores para su futura implementación en las zonas productivas del país.

1.4 Marco teórico

1.4.1 Moluscos bivalvos

Características generales

Los moluscos bivalvos se caracterizan por poseen simetría bilateral con dos conchas que cubren todo el cuerpo del animal, no tienen una cabeza formada, su pie se encuentra comprimido en forma de hacha, son organismos excavadores y acuáticos (Cargnin-Ferreira & Sarasquete, 2008).

Cumplen un papel importante en los ecosistemas marinos al ser utilizado al filtrar el agua y servir como hábitat y carnada para mucha variedad de vida marina. Se estima que existen alrededor de 180 especies, incluyendo mejillones, ostras, almejas, vieiras; las cuales han formado parte de la alimentación humana (Ramasamy Santhanam, 2018).

Generalmente, los bivalvos se alimentan de diatomeas y flagelados, también de detritus y tipos de bacterias. Son distinguidos por poseer un bajo requerimiento de oxígeno, haciendo referencia a que algunos moluscos bivalvos presentan una pigmentación para la respiración permitiéndole sobrevivir en ambientes deficientes en oxígeno, como es el caso de especies que viven en manglares (Castillo Henríquez et al., 2007).

1.4.1.1 Ostra del Pacífico (*Crassostrea gigas*)

La ostra del Pacífico es un molusco bivalvo perteneciente a la familia Ostreidae. Nativos del noroeste de Asia, se ha extendido por diversos países fuera de su área de distribución natural con fines acuícolas. Es considerada una de las especies más

resistentes, altas tasas de reproducción y rápido crecimiento (Department of Primary Industries - NSW Government, 2010).

La ostra del Pacífico tiene un caparazón curvo, laminado y arrugado que permanece adherido a rocas y se alimenta de protozoos y fitoplancton. Tiene la capacidad de bioacumular toxinas y metales, tolera variaciones ambientales y contaminantes (Rogerio Fischer, 2019).

La *C. gigas* crecen rápidamente y adquieren un tamaño de 10 – 15 cm al cabo de 2 años. Son especies filtradores que logran soportar una gran variedad de salinidad y temperaturas, a diferencia de otro tipo de moluscos bivalvos. Viven y se desarrollan en temperaturas entre 8 a 22 °C, aunque soportan temperaturas de hasta 43 °C a corto plazo, lo que afecta a sus condiciones óptimas de desarrollo y reproducción. El crecimiento de las *C. gigas* es mejor si se encuentran en aguas con salinidades entre 24 y 28 ppm, pero soportan salinidades por debajo de 5 ppm en períodos cortos (Zamora Laborde et al., 2018).

1.4.1.2 Concha Prieta (*Anadara tuberculosa*)

La *A. Tuberculosa* es un bivalvo que pertenece a la familia Arcidae, presenta una coloración blanca, internamente, y, va desde castaño oscuro hasta de color negro, en su exterior. Se localizan en sedimentos fangosos como el mangle rojo (*Rhizophora mangle*), entre 5 y 30 cm de profundidad (Calispa Quinto, 2018). Escogen este tipo de sectores debido a que las raíces de los mangles las protege de depredadores (Vacacela Romero, 2021; Calispa Quinto, 2018).

La concha prieta depende de diversos factores para que su crecimiento y reproducción sea la ideal, a pesar de que en ocasiones podrían soportar variantes en las condiciones de vida. Se desenvuelven a temperaturas entre 25 a 26 °C, pH entre 7,6 y 8 y condiciones de oxígeno de 3,5 a 4 mg/l para que presente un buen desarrollo (Vacacela Romero, 2021).

1.4.1.3 Concha macho (*Anadara similis*)

La *A. similis* al igual que la *A. tuberculosa* pertenece a la familia Arcidae, se encuentra mayormente en las raíces del mangle rojo (*Rhizophora mangle*) pero en profundidades que van entre los 15 a 50 cm y espacios abiertos (Musello et al., 2009 ;

Mora & Moreno, 2007); tiene un periodo de sobrevivencia menor en comparación con la *A. tuberculosa* (Ordinola et al., 2019); se distribuye desde Corinto, Nicaragua hasta las costas de Tumbes, Perú según Keen 1971 (Mora & Moreno, 2007).

Su tamaño varía entre los 35,4 a 61,3 mm para las hembras y entre 30,5 a 58,2 mm para los machos (Flores & Licandeo, 2010); tiene una forma ovoide, es pequeña que la *A. tuberculosa*, durante su crecimiento pierde su capa más externa el perióstraco que tiene una tonalidad entre color café oscuro y su pie tiene un color rojizo (Palacio Cardozo, 2008).

1.4.2 Sistema de depuración

El sistema de depuración es una planta de tratamiento utilizada para eliminar patógenos, bacterias, virus, etc., en los moluscos bivalvos que son para el consumo humano. Mientras ocurre el proceso de depuración, los moluscos bivalvos están en agua depurada filtrando y adsorbiendo agua mientras expulsa bacterias que se localizan en su interior (Egalsa, 2020).

Existen dos tipos de sistemas de depuración: sistema de circuito abierto, el agua de mar es recolectada y eliminada continuamente y; sistema de circuito cerrado, el agua es reciclada por medio de sistemas de esterilización y desinfección. Los procesos más comunes para la desinfección de agua son luz UV, yodoformos, cloración y ozonización (Polo Montero, 2014).

El sistema de depuración permite que rápidamente los moluscos mantengan su alimentación por filtración y que no tengan residuos orgánicos para no exista contaminación en el sistema y que, las condiciones de vida de los moluscos bivalvos se mantengan en condiciones apropiadas (FAO, 2010).

La efectividad del proceso de depuración va a depender del diseño del sistema, la calidad de agua y de que los organismos mantengan de las condiciones fisiológicas necesarias en la depuración. Este proceso solo permitirá la eliminación de los contaminantes microbianos (Cáceres Martínez & Vásquez Yeomans, 2014).

1.4.3 Índice de condición

El índice de condición (IC) es una medida rápida del estado físico de los moluscos bivalvos. Adicional a esto, es una técnica muy utilizada para las actividades reproductiva

de los organismos e indica donde la biomasa se encuentra en su mayor expresión (Yildiz et al., 2011).

En los moluscos bivalvos, el IC se divide en dos grupos: 1) las causadas por la acuicultura, quiere decir que, por medio de la manipulación antropogénica de poblaciones de filtradores, y 2) las que están relacionadas con variantes naturales la distribución y disponibilidad poblacional y las condiciones ambientales en las que se encuentren (Filgueira et al., 2013).

En nuestro caso se utilizó para determinar las posibles variaciones en la condición del animal debido a la depuración.

1.4.4 Monitoreo de variables fisicoquímicas

El monitoreo de las variables fisicoquímicas y biológicas permiten vigilar el desarrollo adecuado del proceso del sistema de depuración al mantenerse dentro de los rangos permitidos controlando la calidad del agua y reanudando la actividad de filtración de los moluscos bivalvos para que puedan expulsar los contaminantes contenidos en su sistema digestivo (Cáceres Martínez & Vásquez Yeomans, 2014;FAO, 2010). Entre las variables fisicoquímicas se tiene a la salinidad, temperatura, oxígeno disuelto y pH.

1.4.4.1 Salinidad

Dependiendo del tipo de molusco bivalvo a usar para el proceso de depuración la salinidad es diferente, sin embargo, la salinidad que no presente cambios del 20 % en relación con la zona de recolección constituye un valor estable para cualquier tipo de molusco bivalvo. El agua para emplear debe poseer alrededor de 19 a 35 ppt (FAO, 2010), o alrededor de 16 ppm (Xunta de Galicia, 2021).

1.4.4.2 Temperatura

La temperatura al igual que la salinidad depende del tipo de molusco bivalvo, además de que la temperatura fisiológica de cada organismo no constituye un rango adecuado para la eliminación de los patógenos. La temperatura entre los 18 a 20 °C tiende a eliminar más rápidamente los virus, sin embargo, puede aún presentarse restos virales en el molusco con el transcurso de los días (FAO, 2010), para la depuración el rango recomendado de temperatura es entre 21 a 22 °C (Hermida Ameijeiras & Simal

Lozano, 1994), otros recomiendan que el rango es entre 14 – 18 °C pero recalcan que la temperatura del ambiente donde se encuentre el sistema influye en el rango correcto para la depuración (Xunta de Galicia, 2021).

1.4.4.3 Oxígeno disuelto

El oxígeno disuelto está relacionado con la temperatura, es decir que, si la temperatura aumenta el oxígeno disuelto disminuye y viceversa, puede verse influenciado a su vez por el área de la superficie de agua, el volumen, la salinidad y el método de aireación. Diferentes normativas de distintos países han indicado que los niveles de oxígeno disuelto deben encontrarse mínimo el 50 % de saturación o más alto para sistemas mucho más elaborados (Food Standards Agency, 2009;FAO, 2010), o un valor de 5,5 mg/L (Xunta de Galicia, 2021).

1.4.4.4 pH

El pH es un determinante para el desarrollo de un buen proceso de depuración, y la supervivencia de los moluscos bivalvos. La normativa de Nueva Zelanda ha establecido que un pH entre 7,0 – 8,4 constituye un rango adecuado para un molusco bivalvo en un sistema de depuración (FAO, 2010).

1.4.5 Normativa de bivalvos para la depuración

La comercialización de los moluscos bivalvos está regida por normativas enfocadas en prevenir y controlar las infecciones por el consumo de dichos organismos, para ello el Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN) estableció la norma técnica ecuatoriana NTE INEN 2729-2013 para los moluscos bivalvos vivos y los moluscos bivalvos crudos, basándose en la norma internacional CODEX STAN 292, estableciendo las siguientes normativas nacionales (INEN, 2013):

- CPE INEN-CODEX 1:2013 Principios generales de higiene de los alimentos
- CPE INEN-CODEX CAC/GL 21:2013 Principios para el establecimiento y la aplicación de criterios microbiológicos a los alimentos.
- CPE INEN-CODEX CAC/GL 31-1999 Directrices para la evaluación sensorial del pescado y los mariscos en laboratorio.

- CPE INEN-CODEX CAC/RCP 52:2013 Código de prácticas para el pescado y los productos pesqueros.
- NTE INEN 2074:2012 Aditivos alimentarios permitidos para consumo humano. Listas positivas. Requisitos.
- NTE INEN 1529-15:96 Control microbiológico de los alimentos. Salmonella. Método de detección.

De igual manera para la implementación de un sistema de depuración dentro del país se debe cumplir con las normas establecidas por el Ministerio de Producción, Comercio Exterior, Inversiones y Pesca (MPCEIP) donde establece que toda persona natural o jurídica debe solicitar autorización para implementar un centro de depuración; además los centros de depuración deben cumplir con una serie de especificaciones (MPCEIP, 2019):

1. Las paredes y fondos de los tanques o piscinas deben ser lisos, resistentes e impermeables de fácil limpieza.
2. Los tanques/piscinas deben contar con una inclinación que facilite la evacuación del agua.
3. Las bandejas o recipientes de depuración deben ser materiales resistentes, que no se oxiden y de fácil limpieza y dispuestos en los tanques/piscinas para que permitan el flujo de agua limpia.
4. Las formas de las bandejas o recipientes deben permitir que los moluscos bivalvos queden sumergidos durante la depuración.
5. Al contar con otras técnicas de depuración estas deben ser autorizadas por la Autoridad Acuícola Sanitaria.
6. De darse modificaciones en el sistema de depuración este debe ser previamente autorizados por la Autoridad Acuícola.

Para la recepción de los moluscos bivalvos los centros de depuración deben contar con:

- a. Procedimientos de buenas prácticas acuícolas, manipulación e higiene alimentaria para prevenir la contaminación cruzada entre los diferentes lotes de moluscos.
- b. Un sistema de trazabilidad que facilite la información de cada lote o batch, sometido al proceso de depuración, manteniendo un registro y al alcance de la Autoridad Sanitaria.

- c. Establecer manuales, procedimientos o instructivos que detallen los requisitos de los organismos, las instalaciones y el proceso de depuración con sus etapas.

Además, para el proceso de depuración establece criterios que aseguren la calidad e inocuidad de los moluscos bivalvos:

1. Revisión previa de los moluscos bivalvos para separar los muertos o con daño en sus valvas.
2. Los moluscos deberán ser lavados con agua limpia para remover partículas de arena, lodo, fango u otro elemento.
3. Los sistemas de depuración no deberán ser llenados hasta que todos los moluscos sean ubicados dentro del sistema.
4. El agua deberá ser tratada por medios físicos y/o químicos.
5. Los recipientes usados deberán ser señalados y el flujo debe mantener una relación con el número de moluscos presente en el sistema de depuración.
6. En la depuración los moluscos bivalvos deben estar en agua que reduzca los niveles de microorganismos.
7. Durante la depuración se debe evitar la resuspensión del material expulsado y sedimentado.
8. De presentarse desove se debe suspender el proceso de depuración.
9. La depuración finalizara cuando los niveles de microorganismos lleguen a niveles permisibles.
10. Previo al inicio y al finalizar un proceso de depuración se debe limpiar el sistema entre lotes.
11. Los lotes de moluscos bivalvos deben proceder de la misma área de producción o de diferentes áreas pero que tengan igual categorización.
12. No se debe mezclar los lotes depurados.

CAPÍTULO 2

2. METODOLOGÍA

El presente estudio se desarrolló en las instalaciones de ESPOL, en el bloque donde se ubica el Centro de Investigaciones Biotecnológicas del Ecuador (CIBE) dentro del Campus Gustavo Galindo ubicada en el Km 5 Vía Perimetral, en la ciudad de Guayaquil, provincia del Guayas.

El monitoreo de las variables fisicoquímicas e índice de condición son calculados por medio de procedimientos cuantitativos y cualitativos a través de materiales y equipos de laboratorio, fórmulas, mediciones fisiológicas del molusco bivalvo, etc.

A su vez se planteó el recurso de charlas y capacitaciones como medio para la divulgación de información a los productores y consumidores acerca de los beneficios de la implementación de un sistema de depuración para moluscos bivalvos.

2.1 Detalle del sistema

2.1.1 Especie

Se empleó tres tipos de especies la concha prieta (*A. tuberculosa*), la ostra del Pacífico (*C. gigas*), y concha macho (*A. similis*), cada una con características distintas, y necesarias para su introducción en el sistema de depuración.

Para la concha prieta (*A. tuberculosa*) se contó con 270 conchas, distribuidas en tres tanques (Tanque A, Tanque B y Tanque C) cada uno con 90 conchas, dentro de cada tanque se encuentran 6 cestas y 15 conchas en cada cesta. Mientras que para la ostra del Pacífico (*C. gigas*) y para la concha macho (*A. similis*) se encuentran en 4 cestas y 15 conchas en cada cesta. Por cada día de depuración se retiraron 6 conchas por tanque para el respectivo análisis biológico (índice de condición).

Las conchas empleadas en este proyecto fueron entregadas por comerciantes concheros de diferentes ciudades de la costa ecuatoriana, en la cual fueron recogidas y traídas el mismo día al laboratorio para que luego se procediera lavar rápidamente las conchas para su ingreso al sistema.

2.1.2 Diseño de sistema de depuración

El sistema de depuración se construyó con un tanque de almacenamiento el cual era alimentado de agua con una bomba en tres estaciones para la depuración. Este a su vez está conformado por tres tanques para depuración con cestas cada uno, un sistema de luz UV, un filtro de sedimentación, válvulas y un sistema de tuberías, conectados a una bomba independiente que induce la recirculación del agua, estos tres tanques enviaron el agua a un tanque de descarga una vez que finalizó el proceso de depuración (Adrián Erazo & Ruiz Wong, 2020).

2.2 Monitoreo de variables

2.2.1 Físicoquímicas

Se midieron los niveles de salinidad, temperatura, oxígeno disuelto y pH con el multiparámetro HANNA HI18194, equipo especializado en medir diferentes parámetros físicoquímicos. Se hicieron dos mediciones por tanque, una en la mañana y otra por la tarde durante 4 días (primer día, es el control inicial antes de la depuración; y tres días del proceso de depuración) por cada especie.

Se realizó una bitácora con los valores correspondientes a las mediciones de cada variable, la hora y fecha de la toma, nombre de la persona que toma la muestra y las observaciones que se presentaron durante el proceso de depuración.

2.2.2 Índice de condición

El índice de condición se calculó por medio de tres procedimientos que se muestran en el **Gráfico 1**.

Para la medición de las tallas de las conchas se empleó un vernier donde se registró los valores del alto, ancho y largo según Zeng & Yang, (2021). Para la medición del volumen corporal se usó una probeta en el cual se registró el desplazamiento del agua al sumergir la concha en 200 ml de agua destilada, para ello se usó la ecuación:

$$\text{volumen corporal} = \text{volumen}_{\text{final}} - \text{volumen}_{\text{inicial}} \quad (1)$$

Por último, para la medición de la cocha y la carne, seca y húmeda se usó una balanza analítica marca Ohaus Pioneer PA214 y un horno marca REBELK para el secado de las muestras. Previamente con un papel para secar manos se quitó el jugo de la concha que quedo en las valvas y la carne, para finalmente pesar y secar en el horno a una temperatura de 105 °C durante 48 horas.

Finalmente, el índice de condición se calculó mediante la siguiente ecuación (Zeng & Yang, 2021):

$$IC = (\text{peso seco del tejido (g)} * 100) / \text{volumen total del caparazón} \quad (2)$$

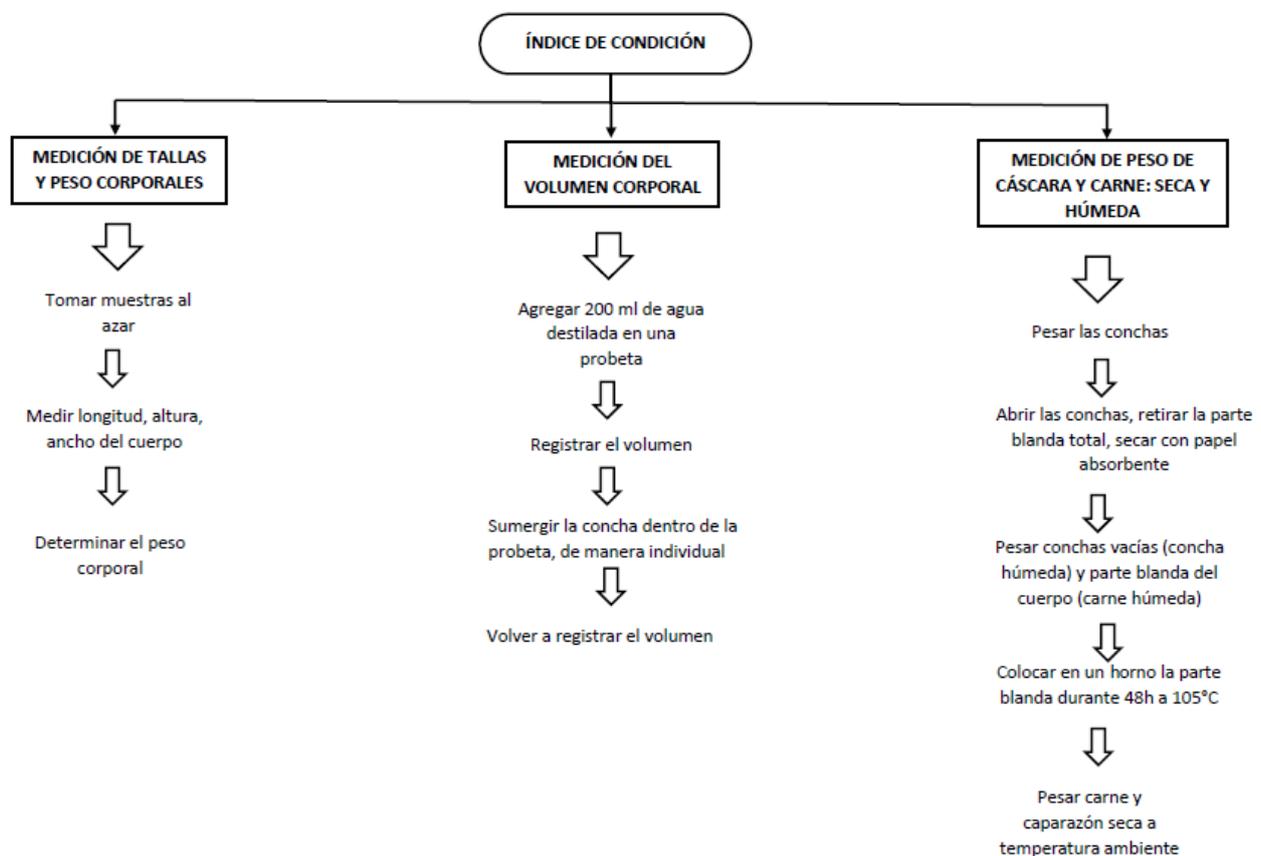


Gráfico 1: Esquema del procedimiento del índice de condición

2.3 Análisis estadístico

Los datos se probaron para determinar la homogeneidad de las varianzas mediante la prueba de ANOVA. Se utilizó el análisis de varianza unidireccional (ANOVA)

para probar el efecto del tratamiento (cuatro niveles: control y tres días de depuración) sobre el índice de condición. En donde, la hipótesis nula planteada es que las medias del índice de condición sean iguales y, la hipótesis alterna es que las medias del índice de condición sean diferentes. Si la probabilidad calculada es menor a 0,05 (probabilidad teórica) se rechaza la hipótesis nula, es decir que sus medias no son iguales, por ende, existe diferencia significativa en el índice de condición por día de depuración y el control.

2.4 Socialización de beneficios

La socialización de los beneficios del sistema de depuración permite generar confianza en aquellos que van a usar o recibir los productos de la depuración, además constituye un medio por el cual se facilita el acercamiento a las comunidades y genere el ingreso de nuevos recursos, ideas y aliados para el impulso del proyecto y su aceptación.

Para la socialización se entablo un acercamiento mediante medios virtuales a los presidentes de dos comunidades de concheros de la costa ecuatoriana, a quienes se entregó material con la información más relevante y entendible.

CAPÍTULO 3

3. RESULTADOS Y ANÁLISIS

3.1 Monitoreo de variables

3.1.1 Físicoquímicas

El monitoreo de los parámetros físicoquímicos tomados para la concha prieta (*A. tuberculosa*) durante el primer día de depuración en los tres tanques (A, B y C) muestra que la temperatura se mantiene entre 32°C en la mañana y 34°C por la tarde; para el segundo día de la depuración para los tres tanques se mantuvo en valores de 33°C en la mañana y 34°C en la tarde; en el tercer día alcanzó su valor más alto de 34°C durante la mañana. Durante los dos primeros días especialmente en la mañana la temperatura fue mayor en el tanque B. La temperatura se incrementó diariamente (**Gráfico 2**).

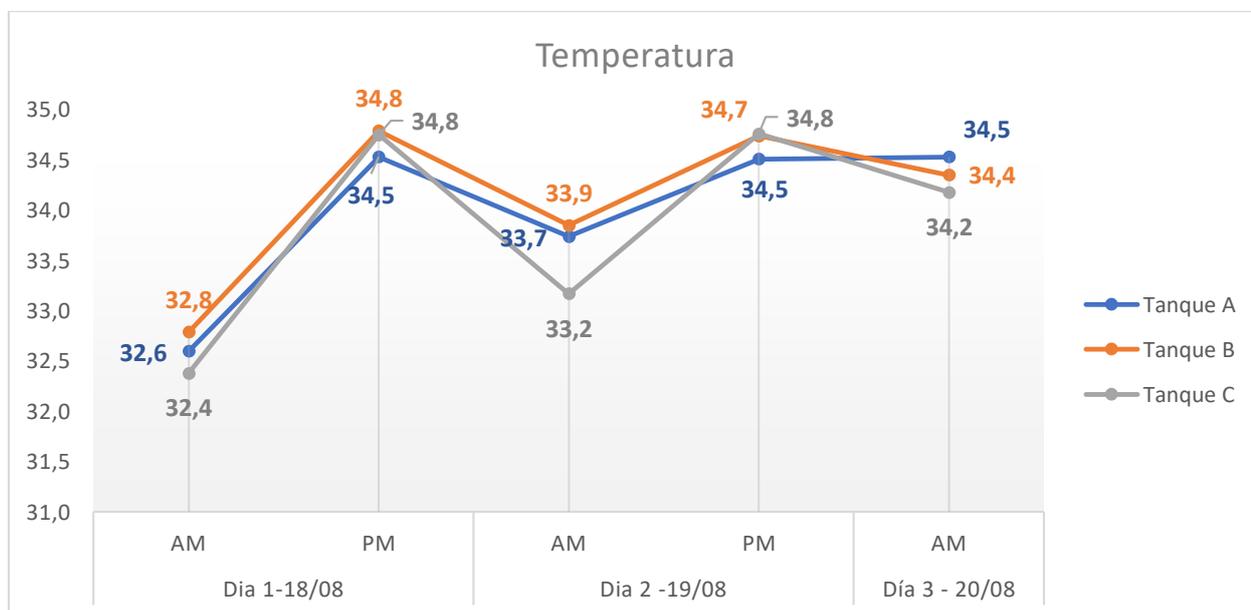


Gráfico 2: Valores de la temperatura en los tanques de depuración de la *A. tuberculosa*.

La salinidad en el primer día de depuración aumentó sus valores durante la tarde alcanzando su máximo de 25 PSU en el tanque B; en el segundo día aumentó a un máximo de 24 °C en la mañana mientras que en la tarde bajo hasta los 17 °C; para el tercer día de depuración se tuvo registros de una baja salinidad durante la mañana en comparación con los dos primeros días, donde el valor más bajo fue de 19 °C. La

salinidad en los tres tanques mostro un comportamiento de aumento y descenso, siendo en el tanque C con mayor cambio durante los tres días de depuración (**Gráfico 3**).

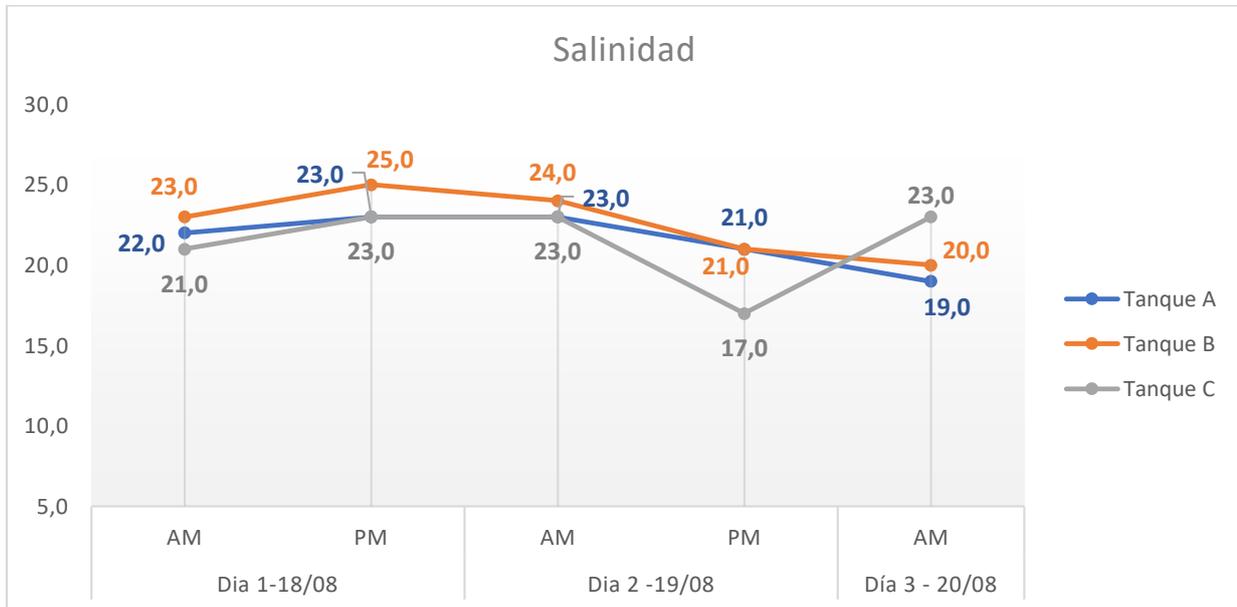


Gráfico 3: Valores de la Salinidad en los tanques de depuración de la *A. tuberculosa*.

El oxígeno disuelto no mostró mucha diferencia entre los tres tanques durante los tres días de depuración, para los tanques A y B tuvo un OD mínimo de 6 y máximo de 7 mg/L, mientras que el tanque C se mantuvo constante con un OD de 7 mg/L durante todo el proceso de depuración (**Gráfico 4**).

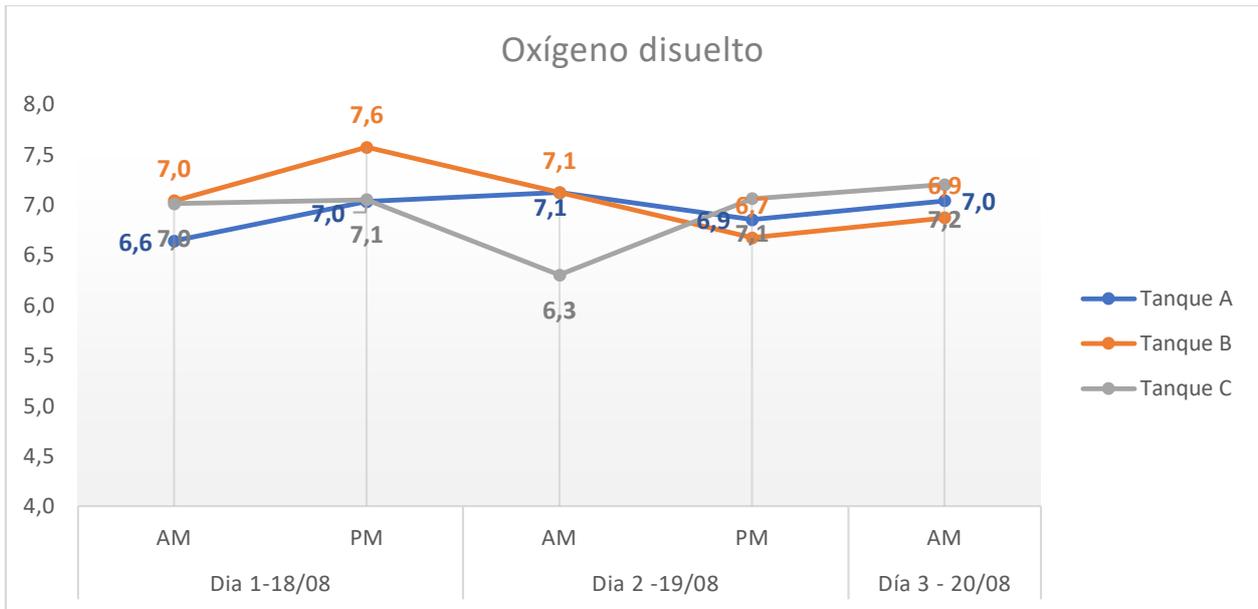


Gráfico 4: Valores del Oxígeno disuelto en los tanques de depuración de la *A. tuberculosa*.

Finalmente, el pH fue neutro para los tres tanques. En el tanque A el pH fue mayor en el segundo día de depuración; el tanque B aumento su pH en la tarde en el primer día y a partir de ahí fue constante, no aumento ni bajo de 7,5; por otro lado, el tanque C

alcanzo su máximo valor en el tercer día con 7,7 y de los tres tanques a partir del segundo día se notó su incremento en el pH (**Gráfico 5**).

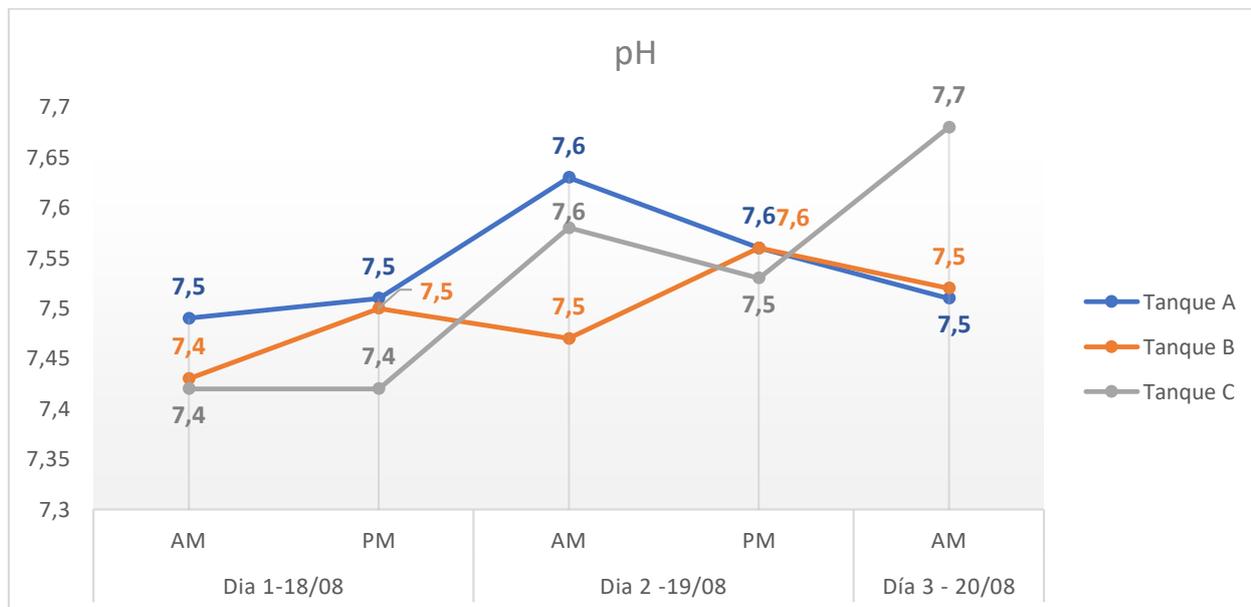


Gráfico 5: Valores del pH en los tanques de depuración de la *A. tuberculosa*.

En la **Tabla 1**, se observa que el promedio de los parámetros entre los tres días de depuración indica que en el tanque B se registraron los valores más altos. Por otro lado, la temperatura total es mayor al recomendado para un proceso de depuración, sin embargo, no significa que haya afectado al proceso; el oxígeno disuelto muestra valores superiores a 5 mg/L, es decir se encuentra dentro de las valoraciones indicadas como aceptables; el pH debe mantenerse entre 7,0 – 8,4 para la depuración, y la concha prieta muestra un pH dentro del rango recomendado (FAO, 2010).

Tabla 1: Promedio total de los parámetros fisicoquímicos por tanque de depuración de la *A. tuberculosa*.

Concha Prieta	Promedio de Temperatura (°C)	Promedio de Salinidad (PSU)	Promedio de Oxígeno Disuelto (mg/L)	Promedio de pH
Tanque A	33,98	21,60	6,94	7,54
Tanque B	34,10	22,60	7,05	7,50
Tanque C	33,85	21,40	6,92	7,53
TOTAL	33,98	21,87	6,97	7,52

En la depuración de la ostra del Pacífico (*C. gigas*), en el **Gráfico 6** para el primer día la temperatura solo en el tanque A disminuye durante la tarde; el tanque B y el tanque C mostraron un comportamiento similar en su temperatura, sin embargo, al tercer día el tanque C obtuvo su registro más bajo de 30,2 °C siendo la temperatura menor registrada de los tres días de depuración. La temperatura mostro ir en aumento durante la tarde y descendía durante la mañana.

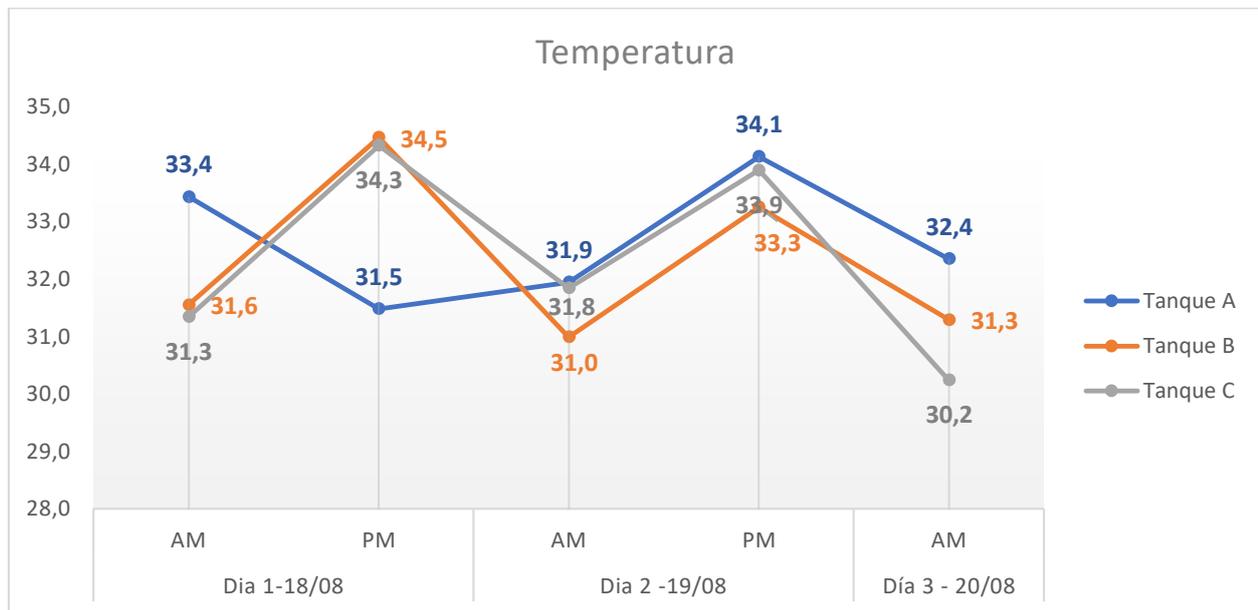


Gráfico 6: Valores de la Temperatura en los tanques de depuración de la *C. gigas*.

La salinidad en el tanque A fue mayor en el segundo día de depuración donde alcanzó los 35 PSU durante la mañana, y su mínimo de 30 PSU en el tercer día; para el tanque B el primer día de depuración registró su mayor cambio entre la mañana y la tarde con 33 y 35 PSU respectivamente, luego alcanzó los 36 PSU al siguiente día en la mañana para mantenerse constante con 35 PSU la tarde y la mañana del tercer día de depuración; por otro lado, el tanque C que en el primer y tercer día su salinidad fue de 30 PSU pero en segundo día alcanzó los 35 PSU en la mañana y tarde. En los tres tanques se observó que la salinidad tuvo un aumento durante el segundo día de depuración (**Gráfico 7**).

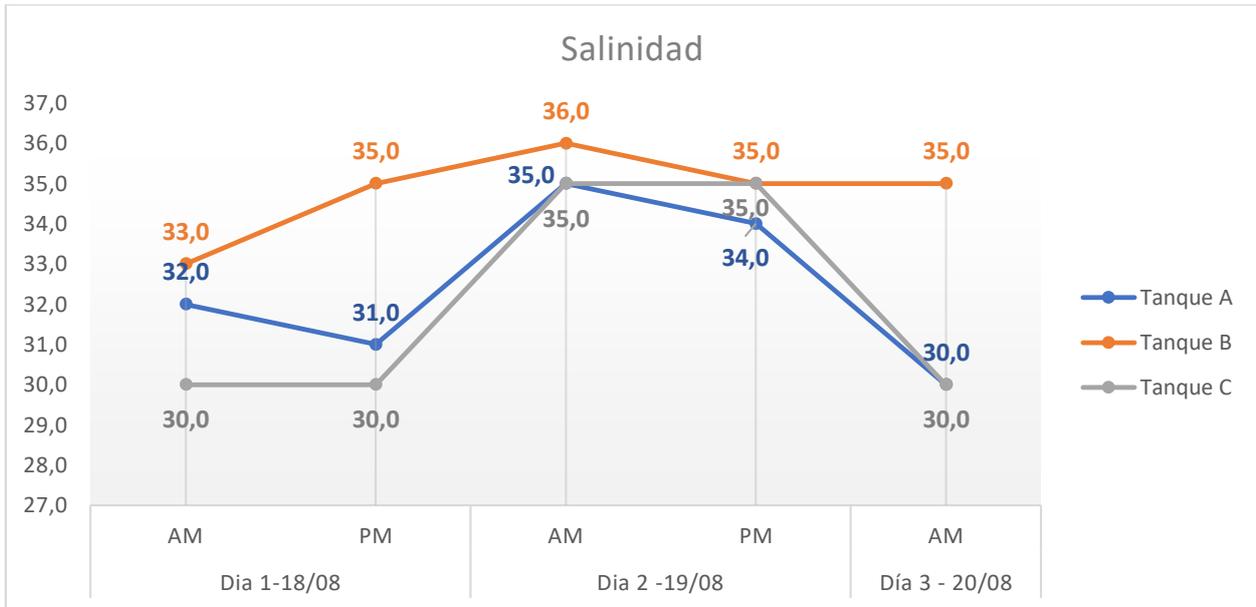


Gráfico 7: Valores de la Salinidad en los tanques de depuración de la *C. gigas*.

El oxígeno disuelto en el **Gráfico 8** solo en el tanque A por la mañana alcanzó un valor de 8,05 mg/L luego se mantuvo constante con un OD entre los 7 mg/L sin embargo, en los tanques B y C ya sea por la mañana o la tarde sus valores se mantienen entre los 7 mg/L teniendo pequeños aumentos o disminuciones, pero dentro del rango de 7 mg/L.

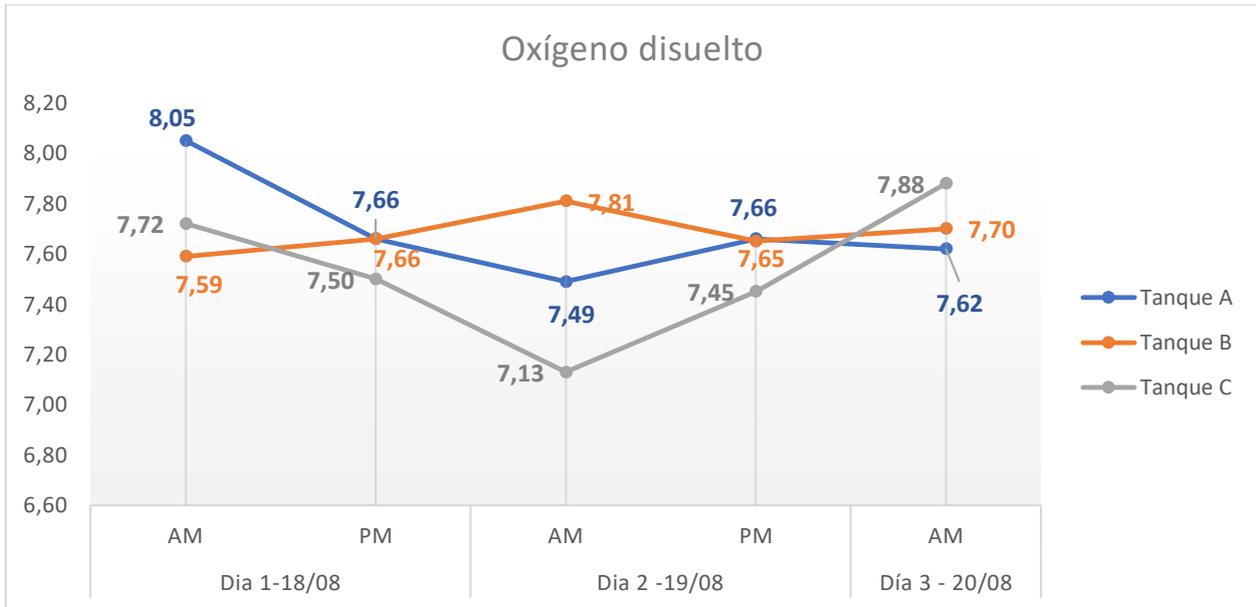


Gráfico 8: Valores del Oxígeno disuelto en los tanques de depuración de la *C. gigas*.

Finalmente, el pH en los tres tanques se mantuvo neutro, el tanque A y B registraron el valor más bajo de pH con 7,5 en el segundo día de la depuración, mientras que el tanque C durante el segundo día de la depuración bajo de 7,6 a 7,5 durante la tarde, ya para el tercer día se mantuvo en 7,6 igual al primer día. Para los tres tanques el segundo día de depuración comprendió ser donde se registró cambios (**Gráfico 9**).

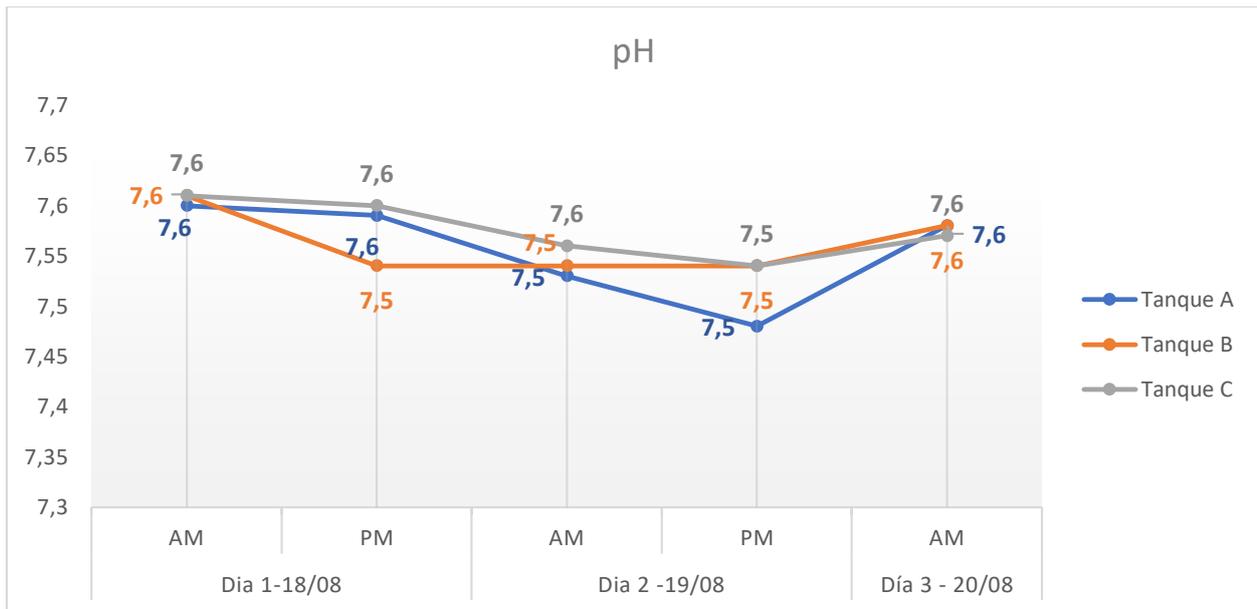


Gráfico 9: Valores del pH en los tanques de depuración de la *C. gigas*.

En la ostra del Pacífico se observó que según la **Tabla 2** la salinidad aumento en el tanque B a pesar de que la temperatura bajo unos pocos grados en comparación con los otros tanques, ya que entre el día uno y dos la salinidad mostro distinto comportamiento, aumentando su nivel para la tarde y bajando su valor respectivamente. La salinidad se mantiene en un promedio de 33,07 PSU, el cual para la ostra del Pacífico es considerado óptimo para depurar, ya que en rangos mayores de 20 ppt la ostra mantiene su proceso biológico (Phuvasate & Su, 2013). Se mantiene un promedio de temperatura mayor a 30, niveles de oxígeno disuelto mayores a 7 mg/L y un pH de 7,56, valores que se encuentran dentro de los límites recomendados. Estudios demuestran que la reducción de virus en la *C. gigas* a temperaturas menores de 10 °C no son efectivas, mientras que a temperaturas entre 15 a 20 °C o mayores se observan disminución de los patógenos, pero la temperatura optima donde se visualiza un mayor resultado de la depuración es a 15 °C (Chae et al., 2009), por lo que la temperatura de la **Tabla 2** sobrepasa el rango de depuración adecuada para la ostra del Pacífico.

Tabla 2: Promedio total de los parámetros fisicoquímicos por tanque de depuración de la *C. gigas*.

Ostra del Pacífico	Promedio de Temperatura (°C)	Promedio de Salinidad (PSU)	Promedio de Oxígeno Disuelto (mg/L)	Promedio de pH
Tanque A	32,67	32,40	7,70	7,56
Tanque B	32,31	34,80	7,68	7,56
Tanque C	32,33	32,00	7,54	7,58
TOTAL	32,43	33,07	7,64	7,56

Para la concha macho (*A. similis*) en el **Gráfico 10** la temperatura fue similar en los tanques B y C, tuvo un mínimo de 32 °C y un máximo de 34 °C. El tanque C fue el que presentó mayor cambio de temperatura. Por otro lado, el tanque A se mantuvo constante durante los tres días de depuración, mientras que los tanques B y C mostraron aumentos en las tardes y descensos en las mañanas los dos primeros días, en el tercer día su temperatura fu alta durante la mañana.

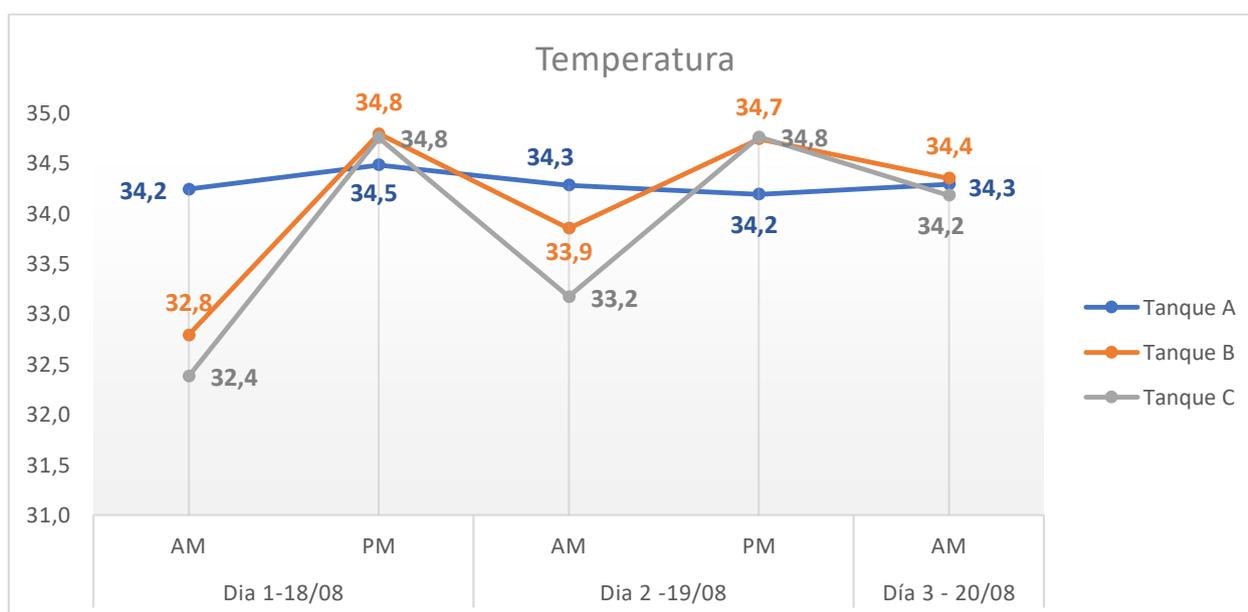


Gráfico 10: Valores de la Temperatura en los tanques de depuración de la *A. similis*.

La salinidad por otro lado, en el **Gráfico 11** los tanques A y C fue la misma, a excepción del primer día durante la tarde donde en el tanque A registró un valor de 17 PSU; mientras que el tanque B aumento su salinidad de 16 PSU registrado en el primer

día a 21 PSU en el tercer día de depuración. En el segundo día de depuración se registró valores constantes de salinidad de 18 y 19 PSU en los tres tanques.

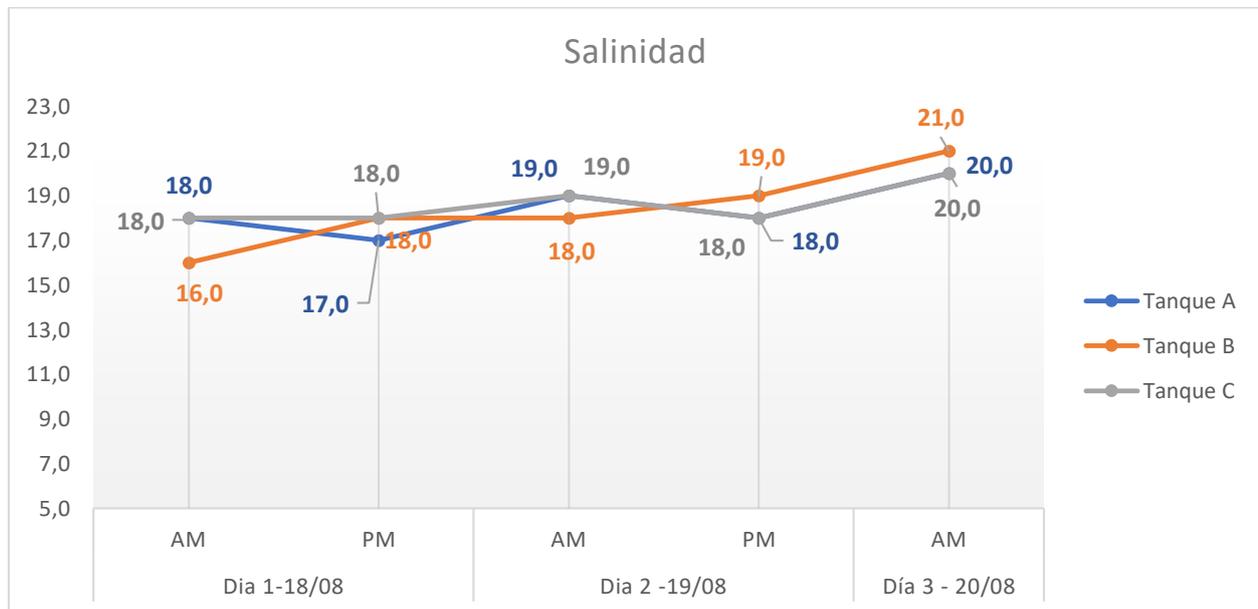


Gráfico 11: Valores de la Salinidad en los tanques de depuración de la *A. similis*.

El oxígeno disuelto registró en el tanque A un descenso de OD la tarde del primer día de depuración y la mañana del segundo y tercer día de depuración siendo su OD máximo de 8,4 mg/L; el tanque B mantuvo un OD constante de 8 mg/L, siendo el tercer día con el valor más alto de OD. En el tanque C la tarde del segundo día registro el OD más alto. De los tres tanques, el tanque A registró tener mayor cambio entre el primer día y el tercer día de depuración, más que el tanque C, mientras que el tanque B mantuvo un OD constante (**Gráfico 12**).

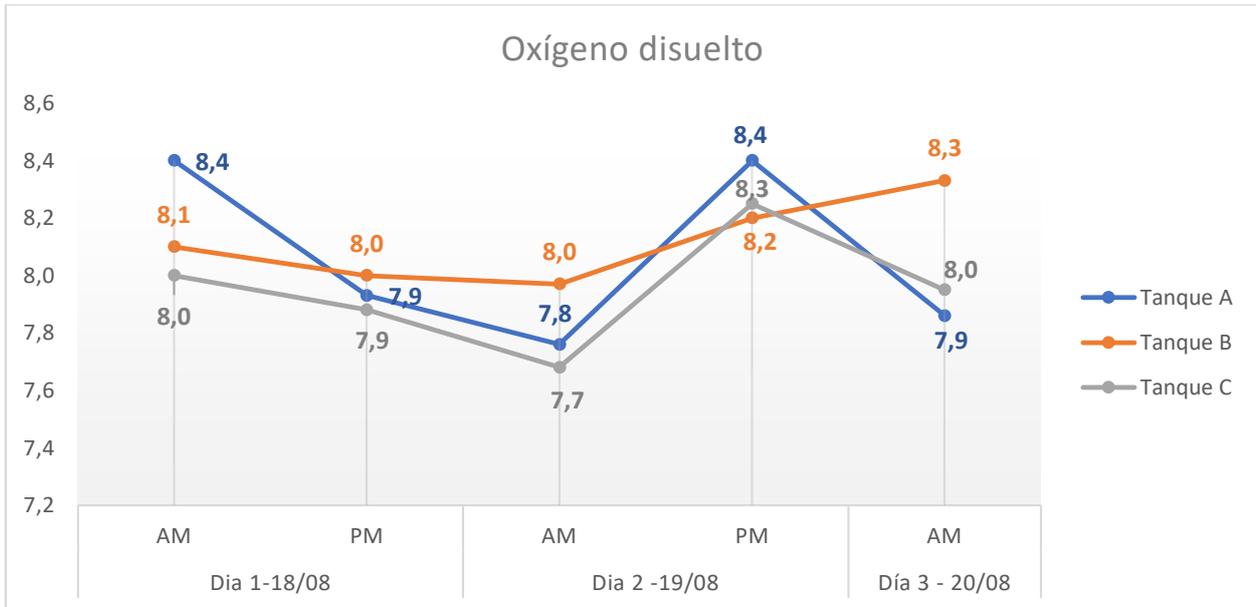


Gráfico 12: Valores del Oxígeno disuelto en los tanques de depuración de la *A. similis*.

Finalmente, el pH es neutro para los tres tanques, registraron valores similares en los tres días de depuración, variando en el tanque B al inicio de la depuración y el tanque A en la tarde del primer día de depuración. Por lo tanto, no se observó un cambio notable en el pH de los tres tanques (**Gráfico 13**).

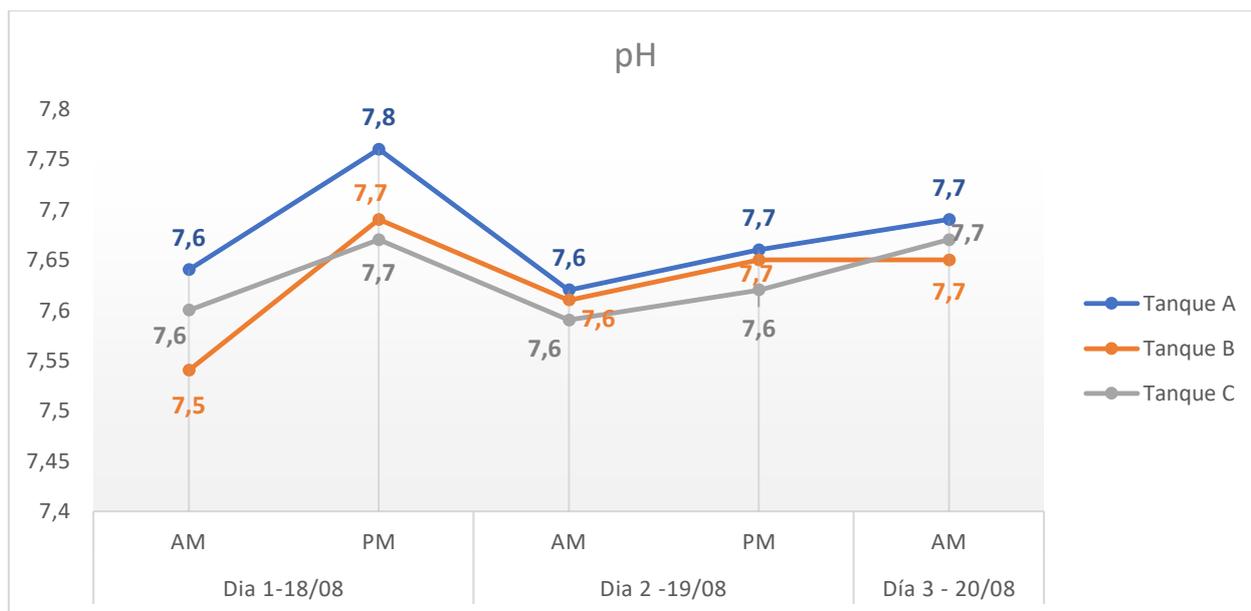


Gráfico 13: Valores del pH en los tanques de depuración de la *A. similis*.

Para la concha macho, durante su depuración es notable la interacción de la temperatura con la salinidad debido a que al aumentar una la otra disminuye. En el tanque C se registra que la temperatura y el oxígeno disuelto bajaron, mientras que la salinidad a pesar de ser constante en los tres tanques sube levemente (**Tabla 3**). Esto indica que la temperatura influye en los otros parámetros. Además, el total de cada parámetro indica que la depuración de la concha negra se encuentra dentro de los rangos recomendados.

Tabla 3: Promedio total de los parámetros fisicoquímicos por tanque de depuración en la *A. similis*.

Concha Negra	Promedio de Temperatura (°C)	Promedio de Salinidad (PSU)	Promedio de Oxígeno Disuelto (mg/L)	Promedio de pH
Tanque A	34,30	18,40	8,07	7,67
Tanque B	34,10	18,40	8,12	7,63
Tanque C	33,85	18,60	7,95	7,63
TOTAL	34,08	18,47	8,05	7,64

3.1.1.1 Análisis estadístico de los parámetros fisicoquímicas

Para la *A. tuberculosa* (concha prieta) se comparó si existe diferencia significativa de los parámetros fisicoquímicos (pH, salinidad, temperatura y OD) y los tanques de depuración (control, A,B, C), dando como resultado un valor menor a la probabilidad teórica para los parámetros (**Tabla 4**), lo que significa que sus variables son diferentes y existe cambios, mientras que para los tanques no existe diferencia significativa según el valor de 0,05, por lo tanto, no hay cambios entre cada tanque.

Tabla 4: Tabla ANOVA de los parámetros fisicoquímicos por tanque de la *A. tuberculosa*.

ANÁLISIS DE VARIANZA						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Tanques	0,33176267	2	0,16588133	1,84644497	0,237188652	5,14325285
Parámetros	1503,01152	3	501,003841	5576,7337	1,0078E-10	4,75706266
Error	0,53902933	6	0,08983822			
Total	1503,88232	11				

Para la *C. gigas* (ostra del Pacífico) se obtuvo al igual que para *A. tuberculosa* que los parámetros fisicoquímicos tuvieron diferencia significativa, es decir que su probabilidad fue menor que la probabilidad significativa (0.05). Para los tanques sus medias son iguales, por lo que no presentan cambios (**Tabla 5**).

Tabla 5: Tabla ANOVA de los parámetros fisicoquímicos por tanque de la *C. gigas*.

ANÁLISIS DE VARIANZA						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Tanques	1,11691267	2	0,55845633	0,93936321	0,441657582	5,14325285
Parámetros	1897,97604	3	632,65868	1064,17682	1,44293E-08	4,75706266
Error	3,56703133	6	0,59450522			
Total	1902,65998	11				

Para la *A. similis* (concha macho) el factor tanques indica que no hay diferencia significativa y por ende no existe cambios entre los tanques, mientras que los parámetros muestran un valor menor a 0,05 (**Tabla 6**).

Tabla 6: Tabla ANOVA de los parámetros fisicoquímicos por tanque de la *A. similis*.

ANÁLISIS DE VARIANZA						
<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Tanques	0,02106067	2	0,01053033	0,51419596	0,62213673	5,14325285
Parámetros	1384,91732	3	461,639108	22541,8281	1,5274E-12	4,75706266
Error	0,12287533	6	0,02047922			
Total	1385,06126	11				

3.1.2 Índice de condición

Para la *A. tuberculosa* (Concha prieta) se comparó la efectividad del sistema de depuración por medio del índice de condición entre el control y el día de depuración. Como resultado se tuvo que el día con mejor índice de condición en comparación al día de control es el primer día de depuración, 5,48 y 6,18, respectivamente. Lo que indica que el segundo y tercer día bajaron el valor promedio del índice de condición en comparación a del control teniendo como resultado 5,46 para el día 2 y 5,22 para el tercer día de depuración (**Gráfico 14**).

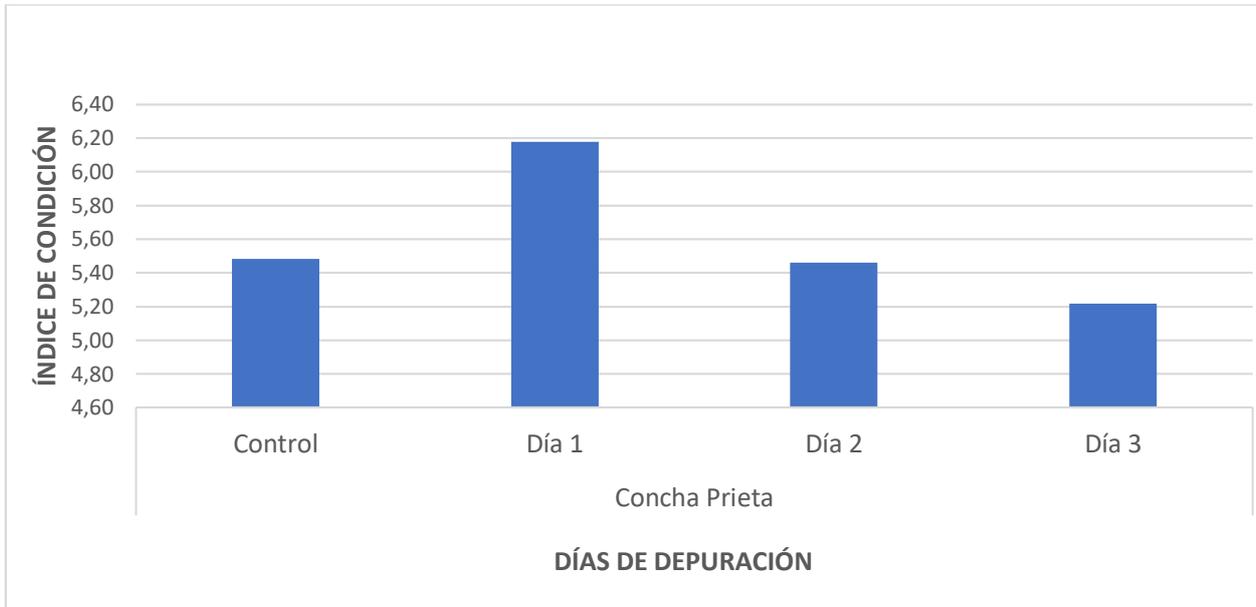


Gráfico 14: Valores promedios del índice de condición por día de depuración de *A. tuberculosa*

Para la *C. gigas* (Ostra del Pacífico) se comparó la efectividad del sistema de depuración por medio del índice de condición entre el control y el día de depuración. Como resultado se tuvo que el día con mejor índice de condición en comparación al día de control es el primer día de depuración, 2,09 y 2,10, respectivamente. Lo que indica que el segundo y tercer día de depuración bajaron el valor promedio del índice de condición en comparación a del control teniendo como resultado 1,92 para el segundo día y para el tercer día de depuración. Siendo el primer día de depuración el día recomendado para que la *C. gigas* (**Gráfico 15**).

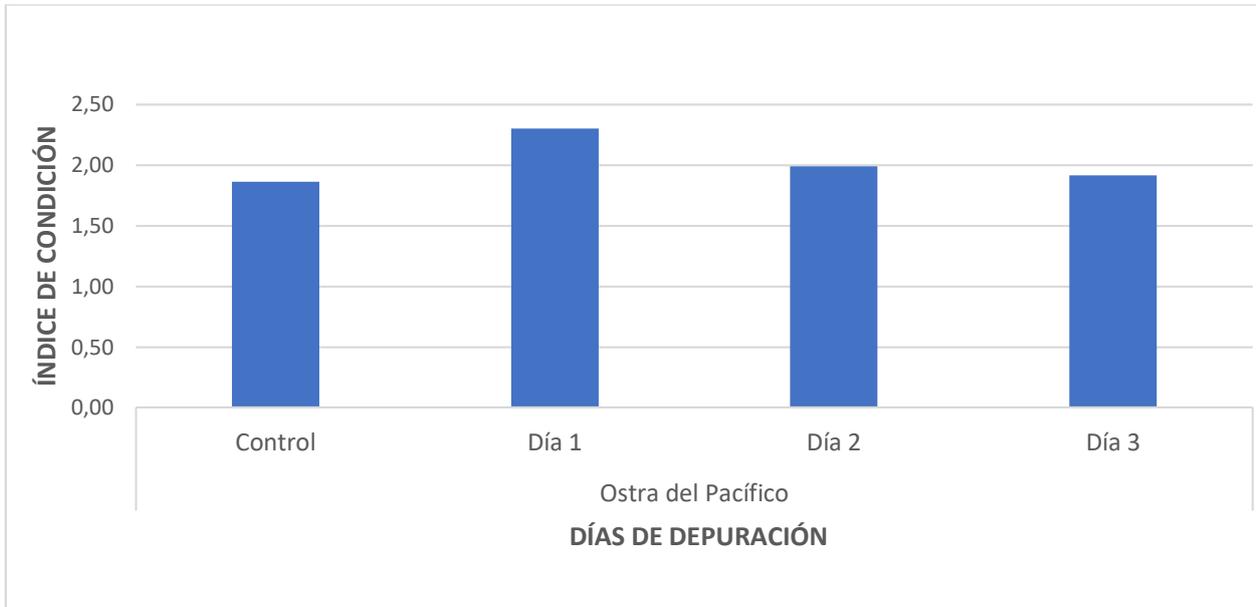


Gráfico 15: Valores promedios del índice de condición por día de depuración de *C. gigas*

Para la *A.similis* (Concha macho) se comparó la efectividad del sistema de depuración por medio del índice de condición entre el control y el día de depuración. Como resultado se tuvo que los días con mejor índice de condición en comparación al día de control fue el segundo día de depuración, teniendo 5,93 como control y 6,46 como segundo día de depuración, respectivamente. Lo que indica que en el primer y tercer día de depuración bajaron el valor promedio del índice de condición en comparación a del control teniendo como resultado 3,33 para el primer día y 6,40 para el tercer día de depuración (**Gráfico 16**).

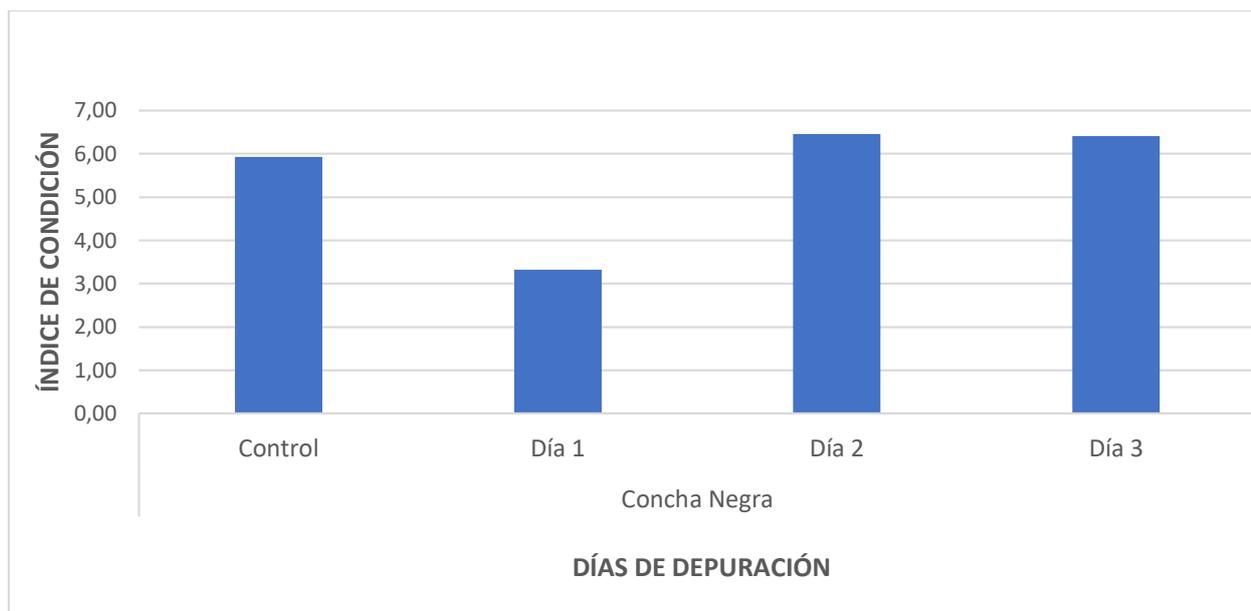


Gráfico 16: Valores promedios del índice de condición por día de depuración de *A. similis*

3.1.2.1 Análisis estadístico del índice de condición

Para la *A. tuberculosa* se observa en la **Tabla 7**, el valor de la probabilidad calculada es de 0,6851, es decir, no es menor a la probabilidad teórica (0,05). Lo que significa que sus medias son iguales y que no tienen diferencia significativa, por ende, no hubo cambios notorios en el índice de condición entre el control y los días en los que estuvo expuesto a la depuración.

Tabla 7: Tabla ANOVA para el índice de condición de *A. tuberculosa*.

ANÁLISIS DE VARIANZA						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad calculada	Valor crítico para F
Entre grupos	9,255854346	3	3,085284782	0,49766737	0,68513021	2,739502302
Dentro de los grupos	421,5654398	68	6,199491762			
Total	430,8212941	71				

Para la *C. gigas* se observa en la **Tabla 8** que el valor de la probabilidad calculada es de 0,7807, es decir, no es menor a la probabilidad teórica (0,05). Lo que significa que sus medias son iguales y que no tienen diferencia significativa, por ende, no hubo cambios notorios en el índice de condición entre el control y los días que estuvo expuesto a la depuración.

Tabla 8: Tabla ANOVA para el índice de condición de *C. gigas*

ANÁLISIS DE VARIANZA						
<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad calculada</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	0,5859	3,0000	0,1953	0,3619	0,7807	2,7395
Dentro de los grupos	36,6957	68,0000	0,5396			
Total	37,2815	71,0000				

Para la *A. similis* se observa en la **Tabla 9** que el valor de la probabilidad calculada es de 0,0001, es decir, si es menor a la probabilidad teórica (0,05). Lo que significa que sus medias no son iguales y que tiene diferencia significativa, por ende, sí hubo cambios notorios en el índice de condición entre el control y los días que estuvo expuesto a la depuración.

Tabla 9: Tabla ANOVA para el índice de condición de *A. similis*

ANÁLISIS DE VARIANZA						
<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad calculada</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	240,0079	3,0000	80,0026	8,7048	0,0001	2,7395
Dentro de los grupos	624,9664	68,0000	9,1907			
Total	864,9743	71,0000				

3.2 Socialización de beneficios

La socialización hacia los concheros se realizó mayormente por vía telefónica y también con visitas a los comerciantes, además se compartió un folleto (Apéndice A) con información acerca de la depuración de moluscos bivalvos. Este folleto albergó las preguntas más importantes y las más comunes tales como:

- ¿Qué es la depuración?
- ¿Por qué depurar?
- ¿Cómo se construye un sistema de depuración?
- ¿Qué beneficios tiene depurar moluscos bivalvos?

En donde se comentó los resultados obtenidos del sistema de depuración por cada especie en cuestión, teniendo una gran aceptación por parte de las comunidades y asociaciones.

Betzaida Tejada, presidenta de la asociación de concheros de Puerto Bolívar – Machala, a quien se le presentaron los resultados se mostró optimista ante tal iniciativa. En donde mencionó que considera que sería un sistema viable bajo las circunstancias en las cuales la asociación se encuentra, detalló también que, los concheros estarían dispuestos a participar debido a que su objetivo es darse conocer más en el mercado nacional y que su producto presente buena calidad.

También, Ángel Mero, comerciante e integrante de una comunidad de concheros de la zona de Esmeraldas, se le comentó de manera presencial (en su lugar de trabajo – en la ciudad de Manta) acerca del sistema de depuración y sus resultados, en donde mencionó que no tenía conocimientos sobre este proceso para la mejora de calidad de moluscos bivalvos. Sin embargo, se mostró interesado por el mismo y mencionó que mientras su producto no se vea afectado estaría de acuerdo que se aplique dentro de la comunidad a la cual pertenece.

Dentro de las inquietudes más relevantes que tuvo fue sobre:

- La capacitación a sus compañeros o cómo hacerles llegar la información sobre el sistema.
- La aceptación por los consumidores acerca de la aplicabilidad del sistema.
- El capital monetario por invertir en el sistema de depuración.

Por el momento, se les compartió información sobre el sistema por medio de un folleto. Por cuestión de tiempo y organización por parte de las comunidades no se pudo realizar una videoconferencia para el acercamiento de los resultados obtenidos y una completa explicación acerca de la efectividad y viabilidad del sistema de depuración en el Ecuador.

CAPÍTULO 4

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El sistema de depuración de moluscos bivalvos tiene la capacidad de mejorar y asegurar la calidad de los moluscos bivalvos para su comercialización. La importancia de la depuración radica en entregar productos que aseguren la salud del consumidor y la estabilidad económica del productor del sector conchero del país, además de cumplir con las especificaciones y normas establecidas por distintas entidades dentro y fuera del país.

Esto contribuirá a que nuevos procedimientos o técnicas que aseguren la calidad del producto, sean cada vez más aceptadas y aplicadas por parte de las comunidades productoras del país. Así mismo, la implementación de tecnología tendrá la capacidad de contribuir con la conservación de los ecosistemas, sobre todo las zonas de manglar asegurando la protección de la extensa biodiversidad existente.

4.1 Conclusiones

- ✓ El monitoreo de los parámetros fisicoquímicos obtenidos en las tres especies, se encontraron entre los rangos recomendados para un sistema de depuración.
- ✓ El índice de condición mostró que las especies *A. tuberculosa* y *C. gigas* mantuvieron su condición después de la depuración.
- ✓ Finalmente, la socialización de los beneficios del sistema de depuración hacia las comunidades de concheros especialmente a sus representantes se mostró asertivos e interesados por los resultados y el funcionamiento del sistema de depuración. A pesar de eso, se mantiene en proceso y en desarrollo la elaboración de una charla en donde se pretende dar información más detallada sobre el sistema a los concheros.

4.2 Recomendaciones

- ✓ Durante la instalación del sistema de depuración y al momento del monitoreo de los parámetros fisicoquímicos, se debe tomar las medidas del ambiente debido a que estas pueden influir en los tanques de depuración afectando al proceso final.
- ✓ Se recomienda realizar mayor investigación de los efectos de la depuración en las especies *A. tuberculosa* y *A. similis*, especialmente de sus condiciones Se recomienda buscar información acerca de más comunidades de concheros para

tener un mayor alcance de respuesta y aceptación sobre el sistema de depuración.

BIBLIOGRAFÍA

- Acosta Solis, M. (1961). Los Manglares del Ecuador. *Geográfica*, 28(54), 69–88.
<https://www.jstor.org/stable/40996589>
- Adrián Erazo, E., & Ruiz Wong, P. (2020). *Diseño de un sistema de depuración para moluscos bivalvos con recirculación, a nivel de laboratorio*. Escuela Superior Politécnica del Litoral.
- Alvarez, R., Cobo, L., Sonnenholzner, S., & Stern, S. (2008). Estado actual de la acuicultura de moluscos bivalvos en Ecuador. In *Estado actual del cultivo y manejo de moluscos bivalvos y su proyección futura: factores que afectan su sustentabilidad en América Latina* (12th ed., pp. 129–133).
- Cáceres Martínez, J., & Vásquez Yeomans, R. (2014). *Manual de buenas prácticas de Manejo para el cultivo de moluscos bivalvos*. OIRSA-OSPESCA.
- Calispa Quinto, A. (2018). *CRIA EN CAUTIVERIO DE CONCHA PRIETA EN EL ESTUARIO RIO PORTOVIEJO Y EL ESTUARIO DEL RÍO CHONE PARA FORTALECER LOS MEDIOS DE VIDA TRADICIONALES COMUNITARIOS, EN LOS CANTONES PORTOVIEJO, SUCRE Y SAN VICENTE*. <http://gef-satoyama.net/wp/wp-content/uploads/2019/04/54.-INFORME-RESULTADOS-MAE-PROYECTO-CONCHA-PRIETA.docx.pdf>
- Cargnin-Ferreira, E., & Sarasquete, C. (2008). *Histofisiología de moluscos bivalvos marinos*. Google Libros.
<https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=5OjwLttb2wC&oi=fnd&pg=PA9&dq=Bivalvos&ots=xlodlfXNUM&sig=mk7URYHSR6ppkOqGT5QRyendTI8#v=onepage&q=Bivalvos&f=false>
- Castillo Henríquez, O. L., Cornejo Hernández, N. E., & Rodríguez Fernandez, C. J. (2007). *Determinación de la eficacia de adhesión en cuatro tipos de colectores utilizados en la producción artificial de larvas de Anadara grandis “Casco de burro” en el laboratorio húmedo la Pirrayita en la Bahía de Jiquilisco, Usulután*. Universidad de El Salvador.
- Chae, M. J., Cheney, D., & Su, Y.-C. (2009). Temperature Effects on the Depuration of *Vibrio parahaemolyticus* and *Vibrio vulnificus* from the American Oyster (*Crassostrea virginica*). *Journal of Food Science*, 74(2), M62–M66. <https://doi.org/10.1111/J.1750-3841.2008.01031.X>
- Darrigran, G. (2013). *Los moluscos bivalvos. Aportes para su enseñanza: teoría-*

- métodos*. Universidad Nacional de La Plata – Editorial de la Universidad de La Plata.
http://naturalis.fcnym.unlp.edu.ar/repositorio/_documentos/sipcyt/bfa003233.pdf
- Department of Primary Industries - NSW Government. (2010). *Pacific Oyster*.
- Egalsa. (2020, October 21). *Sistemas de depuración de moluscos eficaces*.
<https://www.egalsa.es/2020/10/21/sistemas-de-depuracion-de-moluscos/>
- FAO. (2006). *Cultivo De Bivalvos En Criadero: Un Manual Practico*. FAO Fisheries and Aquaculture.
<https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=dLtgXJo3W3EC&oi=fnd&pg=PA1&dq=Bivalvos&ots=MefuMVjIPi&sig=Pyvm3w5rufHihz6qP--c99yqDLY#v=onepage&q=Bivalvos&f=false>
- FAO. (2008). *Estado actual del cultivo y manejo de moluscos bivalvos y su proyección futura. Factores que afectan su sustentabilidad en América Latina*. FAO Fisheries and Aquaculture.
- FAO. (2010). Depuración de bivalvos: aspectos fundamentales y prácticos. In *FAO Fisheries and Aquaculture*.
- FAO. (2020). *El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2020*. FAO.
<https://doi.org/10.4060/ca9229es>
- 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>
- Flores, L., & Licandeo, R. (2010). Size composition and sex ratio of *Anadara tuberculosa* and *Anadara similis* in a mangrove from the northwest of Ecuador. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 45(3), 541–546.
<https://www.redalyc.org/pdf/479/47919217021.pdf>
- Food Standards Agency. (2009). *Guidance for inspection of shellfish purification systems for Local Food Authorities Local Authority Food Law Enforcement Branch*.
- Galmés Truyols, A., Giménez Duran, J., Nicolau Rioutort, A., Arbona Cerdá, G., Bosch Isabel, C., Portell Arbona, M., & Vanrell Berga, J. (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>
- Hermida Ameijeiras, A., & Simal Lozano, J. (1994). El Mejillón: Desde su desarrollo en una Batea hasta su depuración. *Alimentaria*, 31, 31–35.
- INEN. (2013). *NORMA PARA LOS MOLUSCOS BIVALVOS VIVOS Y LOS MOLUSCOS*

- BIVALVOS CRUDOS (CODEX STAN 292-2008, MOD).*
https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_2729.pdf
- Lees, D., Younger, A., & Doré, B. (2010). Depuration and relaying. *Safe Management of Shellfish and Harvest Waters.*, January 2010, 145–181.
- Lodeiros, C. (2020). Especies emergentes para el cultivo de moluscos en el pacífico tropical iberoamericano: foco Ecuador. In *IX Foro Iberoamericano de los Recursos Marinos y Acuicultura* (Vol. 9, pp. 116–125).
- 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].
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/503>
- Montiel, M., García, Y., Severeñ, H., & Morales, F. (2009). Depuración bacteriana y física de la almeja *Polymesoda Solida* a pequeña escala. *Revista Científica Maracaibo*, 19(5), 533–538.
http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-22592009000500014&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- Mora, E., & Moreno, J. (2007). *ESTADO DE LA PESQUERÍA DEL RECURSO CONCHA (Anadara tuberculosa y A. similis) EN LA COSTA ECUATORIANA.*
- MPCEIP. (2019). *Propuesta Normativa Acuerdo Ministerial Categorización Depuración de moluscos bivalvos.* https://www.produccion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/04/Propuesta-Normativa-Acuerdo-Ministerial_Categorizacion_Depuracion-de-moluscos-bivalvos_12_04_2021.pdf
- Musello, C., Álvarez, M., & Flores Luis. (2009). *Crecimiento de Anadara similis (C.B. Adams, 1852) en la Reserva Ecológica de Manglares Cayapas-Mataje, REMACAM: Una Aproximación Basado en Tallas* [Escuela Superior Politécnica del Litoral].
[https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/8081/1/Crecimiento de Anadara Siilis \(C.B. Adams, 1852\).pdf](https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/8081/1/Crecimiento_de_Anadara_Siilis_(C.B._Adams,_1852).pdf)
- Nappier, S. P., Graczyk, T. K., & Schwab, K. J. (2008). Bioaccumulation, retention, and depuration of enteric viruses by *Crassostrea virginica* and *Crassostrea ariakensis* oysters. *Applied and Environmental Microbiology*, 74(22), 6825–6831.
<https://doi.org/10.1128/AEM.01000-08>
- Ordinola, E., Alemán, S., Inga, C. E., Vera, M., & Llanos, J. (2019). Sinopsis biológica,

- poblacional y pesquera de *Anadara tuberculosa* (Sowerby, 1833) y *Anadara similis* (C.B. Adams, 1852) en los manglares de Tumbes: 1995 a 2015. In *Boletín Instituto del Mar del Perú* (1st ed., Vol. 34, Issue 1). Instituto del Mar del Perú. <https://revistas.imarpe.gob.pe/index.php/boletin/article/view/22>
- Palacio Cardozo, J. G. (2008). *EXPLOTACIÓN Y CONSERVACIÓN DE LA PIANGUA: Anadara tuberculosa* [Universidad de Los Andes]. <https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/23837/u343587.pdf?sequence=1>
- Pernia, B., Cornejo, X., Mero, M., & Zambrano, J. (2019). IMPACTOS DE LA CONTAMINACIÓN SOBRE LOS MANGLARES DE ECUADOR . *Manglares de América*, 375–419. <https://www.researchgate.net/publication/337424161>
- Phuvasate, S., & Su, Y. C. (2013). Impact of water salinity and types of oysters on depuration for reducing *Vibrio parahaemolyticus* in Pacific oysters (*Crassostrea gigas*). *Food Control*, 32(2), 569–573. <https://doi.org/10.1016/J.FOODCONT.2013.01.025>
- Polo Montero, D. (2014). *Control y eliminación de virus entéricos en moluscos bivalvos y agua mediante sistemas de depuración y desinfección solar*. Universidad de Santiago de Compostela.
- Pourmozaffar, S., Tamadoni Jahromi, S., Rameshi, H., Sadeghi, A., Bagheri, T., Behzadi, S., Gozari, M., Zahedi, M. R., & Abrari Lazarjani, S. (2019). The role of salinity in physiological responses of bivalves. *Reviews in Aquaculture*, 12(3), raq.12397. <https://doi.org/10.1111/raq.12397>
- Ramasamy Santhanam. (2018). *Biology and Ecology of Edible Marine Bivalve Molluscs*. In *Biología y ecología de los moluscos bivalvos marinos comestibles* (Primera). Apple Academic Press.
- Rogério Fischer, K. (2019). *DEFESAS ANTIOXIDANTES INDUZIDAS POR CURCUMINA EM OSTRAS DO PACIFICO*. Universidade Federal de Santa Catarina.
- Vacacela Romero, L. A. (2021). *Manejo de parámetros físicos y químicos para la reproducción de la concha prieta Anadara tuberculosa*. Universidad Técnica de Machala.
- Xunta de Galicia. (2021). *Cuadernos de Acuicultura* . <https://mar.xunta.gal/gl/omar/investigacion-e-formacion/formacion/divulgacion/cuadernos-de-acuicultura>

- Yildiz, H., Berber, S., Acarli, S., & Vural, P. (2011). Seasonal variation in the condition index, meat yield and biochemical composition of the flat oyster *Ostrea edulis* (Linnaeus, 1758) from the Dardanelles, Turkey. *Italian Journal of Animal Science*, 10(1), 22–26. <https://doi.org/10.4081/ijas.2011.e5>
- Zamora Laborde, J., Zamora Guevara, J., & Andrade Zamora, F. (2018). Clustering ecológico de la ostra del Pacífico del Ecuador. *Revista Universidad y Sociedad*, 10(4), 25–33. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202018000400025&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- 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>

APÉNDICE

Apéndice A

Folleto de comunicación para comunidades de concheros



¿Qué beneficios tiene depurar moluscos bivalvos?

- Aprovecha la capacidad de filtración de los moluscos bivalvos.
- Elimina los contaminantes.
- Evita la **recontaminación**.
- Mantiene la viabilidad y calidad de los moluscos bivalvo.
- Mayor posibilidad de exportación de moluscos bivalvos.
- Fuentes de trabajo.

Quiénes somos

Sobre nosotros

Somos docentes y estudiantes de la ESPOL que buscamos implementar mecanismos capaces de mejorar la calidad del producto y la seguridad laboral del sector conchero del país.

Contacto

Teléfono: +593-99-291-9437
Correo electrónico:
femorale@espol.edu.ec



**SISTEMA DE
DEPURACION**
Escuela Superior
Politécnica del Litoral
Campus Gustavo
Galindo km 5 Vía
Perimetral
Guayaquil



SISTEMA DE DEPURACIÓN

Moluscos bivalvos



Tanques para el sistema de depuración

¿Qué es la depuración?

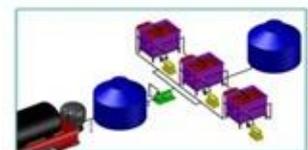
Es una técnica que se aplica en distintas partes del mundo y consiste en eliminar los contaminantes que existen en los moluscos bivalvos, al colocarlos en tanques con agua limpia, durante un periodo de tiempo que puede llevar horas o días.

¿Por qué depurar?

Los moluscos son especies filtradoras y gran parte de su hábitat se encuentra sujeto a contaminación por aguas residuales. Al ser un producto enfocado para el consumo humano, estos patógenos concentrados en el interior de los moluscos son causantes de enfermedades gastrointestinales.



La industria busca garantizar la inocuidad del consumidor, y satisfacer los requisitos legales de los países donde vaya a ser exportado el molusco, por lo que la aplicación de la depuración cumple que lo establecido.



Diseño final del sistema de depuración

Cómo se construye el sistema de depuración

El sistema de depuración está conformado por un tanque de almacenamiento, que tiene la capacidad de alimentar a través de bombas a tres estaciones para depuración, cada estación está conformada por un tanque con cestas, un sistema de luz UV, un filtro de sedimentación, válvulas y un sistema de tuberías; para la finalización del proceso el agua se deposita en un tanque de descarga.