

Contaminación por Coliformes Totales y *Escherichia Coli* en Concha (*Anadara Tuberculosa* y *Anadara Similis*) en Jambelí, El Oro, Ecuador

Contamination by Total Coliformes and *Escherichia Coli*, in Concha (*Anadara Tuberculosa* and *Anadara Similis*) in Jambeli, El Oro, Ecuador

Alba Patricia Hidalgo-Villon ¹, Olga Raquel Arévalo-Castro ², Henry Narciso Carreño-Rosario ^{3,1}

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Fecha de recepción: 6 de noviembre de 2019.

Fecha de aceptación: 1 de junio de 2020.

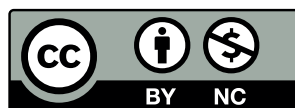
¹ Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad de Guayaquil.
E-mail: albi11_93@hotmail.com
Código ORCID:
<https://orcid.org/0000-0002-0287-1067>

² Magister en Bioquímica Clínica. Docente de la Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad de Guayaquil.
E-mail: olga.arevaloc@ug.edu.ec
Código ORCID:
<https://orcid.org/0000-0001-9040-2721>

³ Ingeniero Ambiental. Facultad de Ciencias Naturales, Universidad de Guayaquil.
E-mail: henrycarrenorosario19@gmail.com
Código ORCID:
<https://orcid.org/0000-0002-3427-6828>

CITACIÓN: Hidalgo-Villon, A., Arévalo-Castro, O. & Carreño-Rosario, H. (2020). Contaminación por Coliformes Totales y *Escherichia Coli* en Concha (*Anadara Tuberculosa* y *Anadara Similis*) en Jambelí, El Oro, Ecuador Investigatio, 14, 1-11.
doi:10.31095/investigatio.2020.14.1

ENLACE DOI:
<http://dx.doi.org/10.31095/investigatio.2020.14.1>



Resumen

Esta investigación dirige el análisis microbiológico de coliformes totales y *Escherichia coli* en *Anadara Tuberculosa* y *Anadara Similis* en el Archipiélago de Jambelí en la provincia de El Oro en Ecuador. Se obtuvieron muestras de cuatro puntos estratégicos en época seca (noviembre) y lluviosa (diciembre) usando el medio de cultivo *Agar Chromocult* en 240 conchas. En los resultados obtenidos en los cultivos de análisis, se presenció coliformes totales en *Anadora Similis*, con una media para el primer muestreo de $1,5 \times 10^4$ UFC/100g y segundo muestreo de $2,0 \times 10^4$ UFC/100g y para *Anadora Tuberculosa* $1,7 \times 10^4$ UFC/100g y $2,4 \times 10^4$ UFC/100g. Entre los cuatro puntos de muestreo, el más elevado por contaminación es el punto dos con $2,1 \times 10^4$ UFC/100g, en ambas especies no se observó presencia de *Escherichia Coli*. Se planteó la reducción del nivel bacteriano en las especies mediante un sistema de depuración y llevar a cocción los bivalvos antes de ingerirlos.

Palabras Clave:

Coliformes totales, *Escherichia coli*, *Anadara tuberculosa*, *Anadara similis*, depuración.

Clasificación JEL: Q10, Q24.

Abstract

This research directs the total microbiological coliform and *Escherichia coli* analysis in *Anadara tuberculosa* and *Anadara similis*; this research was done in the Archipelago of Jambeli, Province of El Oro. In the development of this study, samples were obtained from four strategic points. These samples were taken in the dry season (November) and in the rainy season (December); *Chromocult Agar* was used as a culture medium in 240 shells. The results obtained in the culture analysis show total coliform in *A. similis*. The median for the first sampling was 1.5×10^4 CFU/100g; the second sampling median was 2.0×10^4 UFC/100g. For *A. tuberculose* the first sampling median was 1.7×10^4 CFUs/100g; the second sampling median was 2.4×10^4 CFU/100g. Among the four sampling points, point two was the one with the highest contamination; it had 2.1×10^4 UFC/100g. The presence of *E. coli* was not found in either species. It was suggested that the species' bacterial count level be reduced by means of a purifications system and by cooking the bivalves before eating them.

Keywords:

Total Coliforms, *Escherichia coli*, *Anadara tuberculosa*, *Anadara similis*, debugging.

JEL Classification: Q10, Q24.

Introducción

La contaminación marina en América Latina ocupa un lugar destacado, por esta razón, la alteración de los ríos y sus efectos en las áreas costeras y el mar han manifestado su interés en proponer y cumplir estrategias que permitan mitigar y controlar los efectos negativos que provoca la contaminación de los estuarios sobre el área (Escobar, 2002).

Siendo la actividad antrópica la principal causa de contaminación en los estuarios, entre ellas se destaca, la acuicultura, minería y la sobrepesca y sobre todo la descarga de aguas residuales, mismos que han ocasionado graves impactos tanto en la biodiversidad como en la calidad de vida de la población en general (Castro & Chang, 2015).

En Ecuador, la provincia de El Oro, al ser en su mayoría una zona costera, resulta óptimo para el depósito de metales pesados y de bacterias. Diversas investigaciones se han llevado a cabo, los cuales muestran el deterioro de la calidad ambiental. El mayor porcentaje de bacterias se encuentran en el sedimento afectando a las especies acuáticas como: bivalvos, moluscos y vegetación (Riofrio, 2016).

Aunque el estuario se encuentra estrechamente influenciado por actividades antropogénicas, la mayor concentración de contaminación radica en canales con emisión directa al mar de: hidrocarburos, combustibles, metales pesados y demás, formando un coctel químico totalmente perjudicial para la vida marina (Castro, 2015); por lo

tanto, la contaminación microbiológica es responsable de más del 90 % de las intoxicaciones y transmisión de enfermedades causadas por el agua. Si bien es cierto los principales microorganismos se transmiten a través del agua, mismas que engloban a bacterias, virus y protozoos, aunque también existen otros organismos que pueden ser transmitidos en el agua potable, pero su posibilidad de transferencia es muy baja (Moro, 2011).

La ingesta de bivalvos generalmente contaminados por su característica filtradora pueden bioacumular diferentes agentes patógenos como bacterias y virus, entre los más comunes *E. coli*, *Salmonella spp*, *Shigella spp*, *Vibrio*, *Listeria* y coliformes totales, mismas que pueden desencadenar un sinnúmero de síntomas al consumidor como: náuseas, hepatitis y enfermedades gastrointestinales (SENASICA, 2003).

A fin de contrarrestar los problemas sanitarios y ecológicos se requiere analizar los niveles de contaminación de coliformes totales y *Escherichia coli* en *Anadara tuberculosa* y *Anadara similis* en la Parroquia Jambeli, Provincia del Oro-Ecuador, con la finalidad de disminuir estos contaminantes se propone un sistema de depuración, el mismo que favorecerá a mejorar la inocuidad alimentaria y a su vez optimizará las condiciones bióticas del área.

Metodología

Se establecieron cuatro puntos correspondientes para la realización del muestreo y sus influencias directas con

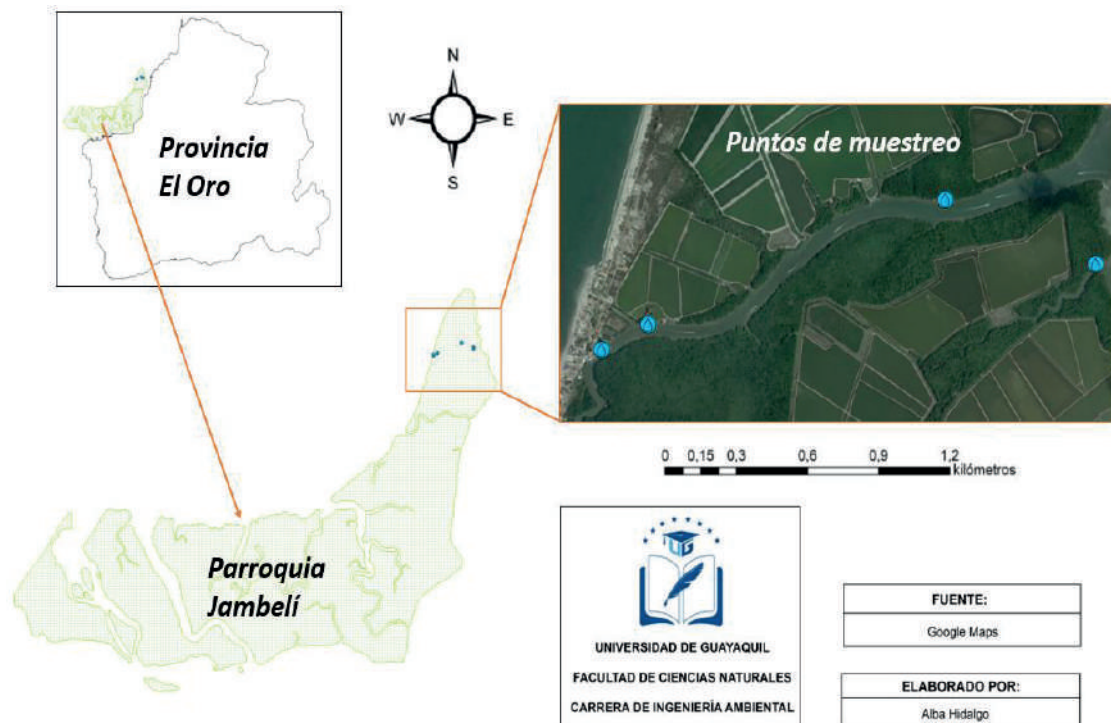


Figura 1. Mapa de puntos de muestreo de Jambelí.
Fuente: (Hidalgo, 2019).

las descargas de aguas residuales de la población, camaroneras y un punto de muestreo totalmente apartado de las diferentes intervenciones antropogénicas (ver figura 1), con el objetivo de determinar las influencias existentes sobre el área de estudio, las mismas que pueden repercutir sobre el ecosistema.

Además, se realizaron dos muestreos, uno en el mes de noviembre (época seca) y otro en diciembre (época lluviosa), se recolectaron 30 organismos de cada especie en cada punto de muestreo, es decir un total de 240 ejemplares entre los dos. Estos organismos fueron extraídos del fango de las raíces del mangle, a una profundidad aproximada de 30 a 50 cm, adicionalmente fueron colocadas en bandejas plásticas estériles que contenían

papel absorbente empapado con agua del mismo medio para mantener la humedad y evitar que se estresen, también se precauteló que los procedimientos sean adecuados para la captura y posterior traslado de las muestras al laboratorio, posteriormente se tomaron muestras de agua para el respectivo análisis fisicoquímico como pH, Salinidad, temperatura y conductividad eléctrica.

Para realizar correctamente la clasificación respectiva de cada especie se procedió a la diferenciación de acuerdo con el número de costillas, tamaño y coloración de sus valvas. Una vez clasificadas las muestras fueron trasladadas al IIRN de la Facultad de Ciencias Naturales, mediante una hielera, con geles refrigerantes, manteniendo una

temperatura que oscila entre 5 a 15°C y dentro de lapso de conservación de 24 horas.

Como seguimiento a esta actividad se procedió a realizar el lavado de las muestras con solución salina, tomando 10 individuos de cada punto para el procesamiento microbiológico y 5 diluciones por cada triplicado utilizando como medio de detección simultanea los cultivos de enriquecimientos *Agar Chromocult* y Agua de Peptona teniendo como objetivo principal la combinación de dos sustratos cromogénicos Galactosidasa para coliformes y Glucuronidasa para *E. coli*. Utilizando además pruebas confirmatorias con controles negativos (sin bacteria) y positivos con cepas certificadas de referencia ATCC 11229 de *E. coli*. Mientras que los 20 individuos sobrantes de cada punto fueron considerados como contra muestra (Merck, 2000).

Resultados

Para la realización de este estudio se llevó a cabo mediante el análisis

estadístico en el programa Matlab y se efectuaron sus gráficos en Excel para mayor interpretación de los mismos. Por lo tanto, el primer punto de muestreo corresponde a la interacción de la población, localizada a una distancia de 50 m del P1 a la zona poblada, tuvo un valor para *A. similis* de $2,1 \times 10^4$ y para *A. tuberculosa* de $2,6 \times 10^4$, el segundo punto de muestreo hace referencia a las descargas residuales, desde una distancia entre la comuna y el P2 de 136 m. El resultado obtenido en el primer muestreo ayudó a determinar que los mayores niveles de coliformes totales se encontraron en el punto número dos correspondiente a la *Anadara tuberculosa* la misma que estuvo en un valor de $3,1 \times 10^4$ UFC/g, mientras tanto en el segundo muestreo se presentó un valor de $3,38 \times 10^4$ UFC/g encontrando el valor más alto en el punto dos en *Anadara tuberculosa*, el rango de ambos muestreos fue de $1,7 \times 10^4$ UFC/g (Figura 2).

Aunque el tercer punto se relaciona con camarónicas y su distancia desde la toma de muestra del P3 a la población es

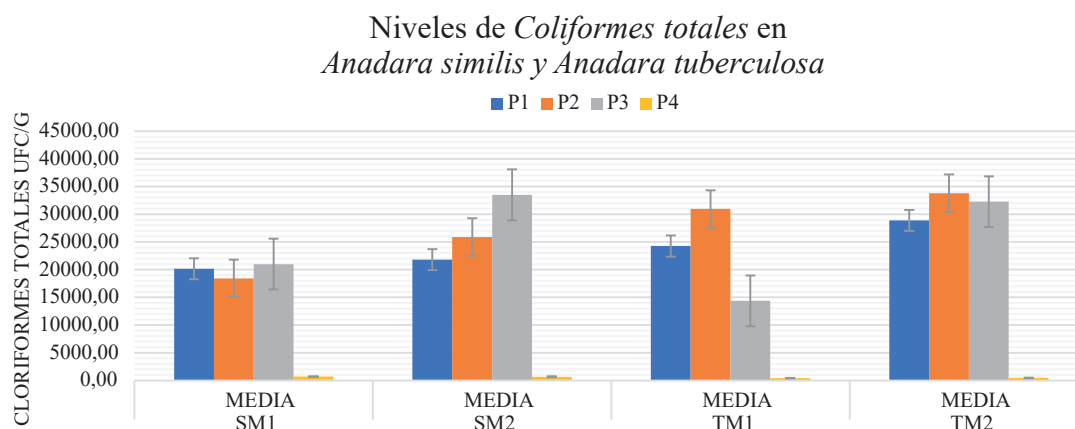


Figura 2. Niveles de Coliformes totales cada uno de los puntos correspondientes al muestreo 1 y muestreo 2 para *Anadara tuberculosa* y *similis*. Los datos obtenidos se muestran con desviación estándar.
Fuente: (Hidalgo, 2019).

de 1,5 km, se determinó que la especie *A. similis* posee mayor porcentaje en este punto, estipulado su valor en $2,7 \times 10^4$ UFC/. Finalmente, el punto cuatro es una zona alejada de los parámetros antropogénicos y de turistas, su distancia entre comuna y el P4 es de 2,7 km, por lo tanto, en los resultados los niveles más bajos se establecieron en este punto de muestreo con un valor de 4×10^2 y 4.5×10^2 4 UFC/g para ambas épocas. Cabe mencionar que no se observó el crecimiento de *E. coli* para ningún muestreo.

De acuerdo con el nivel de coliformes totales para *Anadara similis* demuestra que el primer muestreo junto con las medias muestrales de cada subgrupo se encontró mayor presencia en el punto 3, con un total de 21400 ufc/g de coliformes totales, la cual tuvo una desviación estándar de 400, es decir, que, entre los elementos de dicha categoría, los valores no se mostraron muy disímiles. En cambio, en el mismo muestreo la mayor concentración de coliformes totales para *Anadara tuberculosa* estuvo en el punto 2 con 30966,67, y una desviación estándar

de 950,40.

Mientras tanto, en el segundo muestreo, se evidenció un mayor nivel de coliformes totales en *Anadara similis* según las medias de dicha categoría mismas que corresponden al punto 3, con un valor de 33000, y una desviación estándar de 1500 UFC/g. De igual forma para la *Anadara tuberculosa* el mayor porcentaje bacteriano radica en el punto 2, con un valor de 33800 y una desviación estándar de 1200 UFC/g. Durante el primer y segundo análisis se determinó la ausencia de *E. coli* en todos los puntos a estudiar.

De acuerdo con la media total para cada punto de muestreo correspondiente a ambas especies, se evidenció que, dentro del primer muestreo, la concha *A. tuberculosa* fue quien presentó mayor carga de coliformes totales, con un valor de 17500 ufc/g, postulándose muy por encima del valor permisible (ver figura 3). Resultado similar presentó el segundo muestreo, donde se obtuvo un valor de 23856 ufc/g de coliformes totales para la

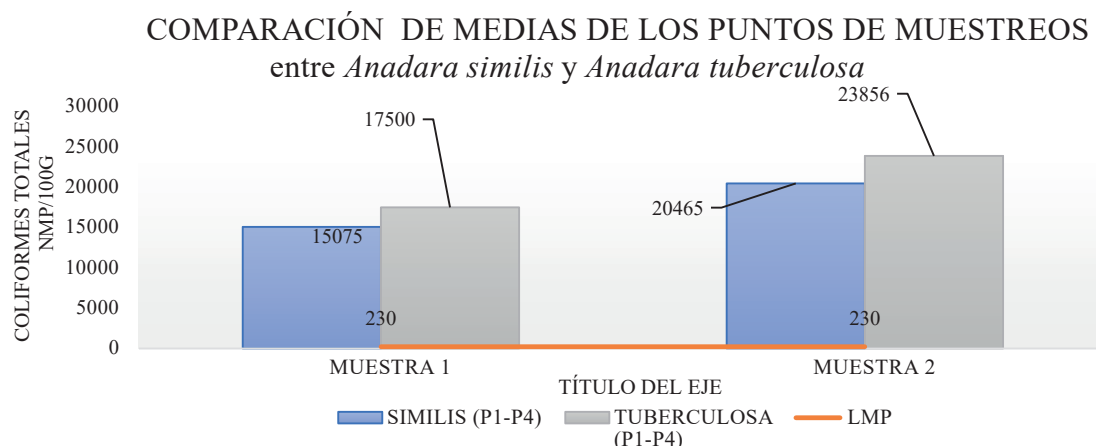


Figura 3. Comparación de límites máximos permisibles tomando en cuenta la media total de P1, P2, P3 Y P4 para los dos muestreos correspondientes tanto para *Anadara similis* y *tuberculosa*.
Fuente: (Hidalgo, 2019).

especie antes mencionada, superando con una abismal diferencia el límite máximo permisible. Mientras tanto la media para *A. similis* en el primer muestreo fue de 15075 ufc/g y el segundo muestreo de 23856 ufc/g. Es decir, que la contaminación por coliformes totales en los lugares escogidos para el estudio es muy alta por lo tanto puede verse afectada la salud de su consumidor.

Además, se realizó una comparación entre los valores detectados de coliformes totales en el presente estudio con la Norma Oficial Mexicana NOM-031-SSA1-1993, bienes y servicios productos de la pesca, moluscos bivalvos frescos-refrigerados y congelados, especificaciones sanitarias que es de $2,3 \times 10^2$ UFC/100g, debido a que Ecuador no cuenta con normativas que determinen el LMP en moluscos, por lo tanto, se determinó la siguiente representación (Figura 3).

Por otro lado, la media total en cada punto de muestreo correspondiente a ambas especies, se evidenció que, dentro del primer muestreo, la concha *A. tuberculosa* fue quien presentó mayor carga de coliformes totales, con un valor de 17500 ufc/g, postulándose muy por encima del valor permisible. Resultado similar presentó el segundo muestreo, donde se obtuvo un valor de 23856 ufc/g de coliformes totales para la especie antes mencionada, superando con una abismal diferencia el límite máximo permisible. Mientras tanto la media para *A. similis* en el primer muestreo fue de 15075 ufc/g y el segundo muestreo de 23856 ufc/g. Es decir, que la contaminación por coliformes totales en los lugares

escogidos para el estudio es muy alta por lo tanto puede verse afectada la salud de su consumidor.

Se determinó la calidad de agua mediante el análisis de pH, salinidad, temperatura y conductividad eléctrica, por medio de un multi parámetro, Haciendo referencia de acuerdo a los resultados de coliformes totales y la relación entre los diferentes resultados de los parámetros fisicoquímicos (tabla 1). Existiendo una estrecha relación entre el pH y la temperatura, es decir al momento que la temperatura en el primer y segundo muestreo disminuye su pH aumenta a consecuencia de esta relación inversamente proporcional de estos dos puntos de muestreo.

Tabla 1.

Resultados de los parámetros fisicoquímicos del agua en Jambelí sectoriales

Puntos de Muestreo	Temperatura °C	pH	Salinidad ppm	Densidad g/ml	Conductividad Eléctrica S/cm
P1	28	8.09	32	1.025	20
P1	28	8.05	32	1.025	20
P1	30	7.94	32	1.025	20
P1	31	8.14	32	1.025	20
MEDIA	29.25	8.05	32	1.025	20

Fuente: Elaboración propia.

La correlación existente entre la temperatura, el pH y la salinidad, mostraron valores muy débiles y bajos. Teniendo para la temperatura y pH una correlación de 6,5% con una significancia estadística (93,5%) muy superior al 5%, es decir, que entre ambas medidas para este estudio no existe una correlación significativa. En cambio, en la salinidad al ser una variable con valores iguales para la prueba de Pearson, por lo tanto, esta se anula.

Tomando en consideración los dos muestreos analizando los niveles de coliformes totales para *Anadara similis* y *Anadara tuberculosa*, se presenció entre *A. tuberculosa* del muestreo 2 (TM2) y *A. similis* del muestro 1 (SM1), una correlación de 95,3%; mientras tanto, entre *tuberculosa* muestreo dos (TM2) y *tuberculosa* muestreo uno (TM1), una correlación de 85,4%; y entre TM2 y SM2 una asociación de 93,9%; con una significancia estadística ideal. En otras palabras, las variables descritas en el recuadro presentan una alta correlación positiva y significativa.

Lineamientos para propuesta de control

Los bivalvos se caracterizan por acumular o filtrar contaminantes en su sistema digestivo, mismos que se hallan en el sedimento y en el medio acuático. Siendo estos contaminantes los principales portadores de enfermedades a sus consumidores. Mientras tanto la contaminación microbiológica genera riesgo por el consumo crudo de conchas, ostras, ostiones, entre otros (Lee, Lovatelli, & Ababouch, 2010).

Uno de los métodos más factibles para la eliminación de cierto nivel bacteriano en los bivalvos se encuentra la depuración o purificación, siendo un tratamiento encargado de contener a los bivalvos en recipientes de agua de mar purificada y previamente tratada (Lee, Lovatelli, & Ababouch, 2010).

Por ello dentro de la propuesta de control para el manejo de *Anadara*

tuberculosa y *similis* se propone a implementar lo siguiente:

- Realizar artesanalmente la depuración por parte de los concheros mejorando la inocuidad alimentaria.
- Implementar un estricto control de calidad alimentaria en moluscos o bivalvos en Ecuador.
- Diseñar, construir y mantener un buen sistema de tratamiento de aguas residuales en Jambelí por parte del GAD municipal.
- Establecer una planta de depuración de moluscos o bivalvos, mejorando la calidad alimentaria a sus consumidores.

Depuración artesanal

Debido al medio que habitan estos bivalvos, a su método de alimentación y respiración es necesario para ellos realizar la filtración de agua, a causa de este proceso en su sistema digestivo alberga gran cantidad de bacterias dependiendo del grado de contaminación del ecosistema que se desarrollan, por ello se presenta el siguiente método de depuración artesanal usada por los comerciantes de bivalvos (Figura 4), (Figura 5).

- Lavado superficial de las valvas de *A. tuberculosa* y *similis*.
- En un recipiente de tamaño considerable se introduce agua salada lo más limpia posible.

- En algunos casos para poder purificar el agua se usa dos filtros uno de arena y otro de silica para eliminar la materia orgánica y mejorar la turbidez que pudiera existir en ella. Adicional a ello se introduce cierta cantidad de cloro para excluir las bacterias existentes.

- Finalmente, se las introduce en el agua salada y por 24 a 48 horas, obteniendo resultados satisfactorios.

Discusión

Por medio de diversos estudios, se ha evaluado información trascendental con la finalidad de mejorar la correcta alimentación de los bivalvos optimizando la salud del consumidor, demostrando que es posible valernos de *A. similis* y *A. tuberculosa* con el monitoreo microbiológico del ecosistema marino y la calidad sanitaria de los bivalvos para el consumo

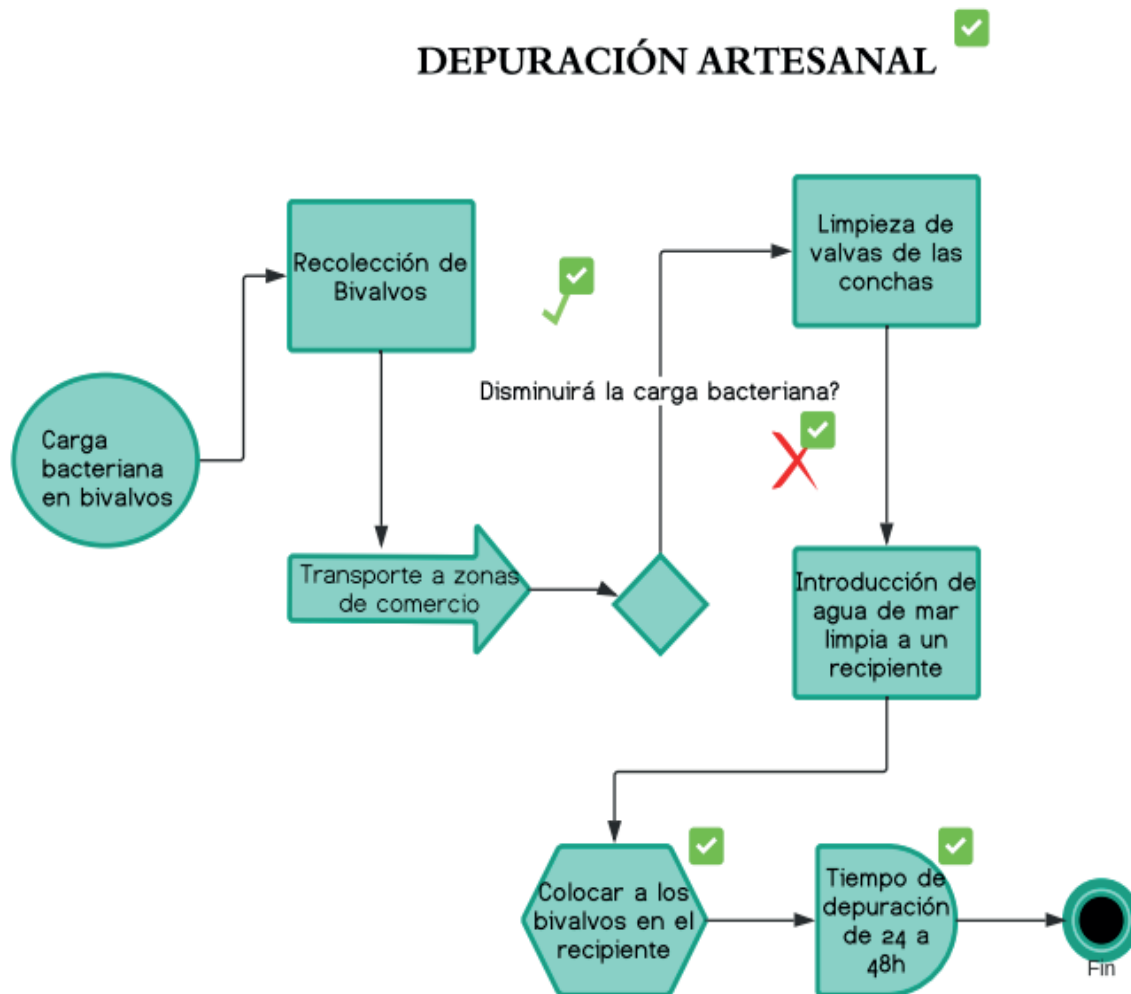


Figura 4. Depuración artesanal.
Fuente: (Hidalgo, 2019).

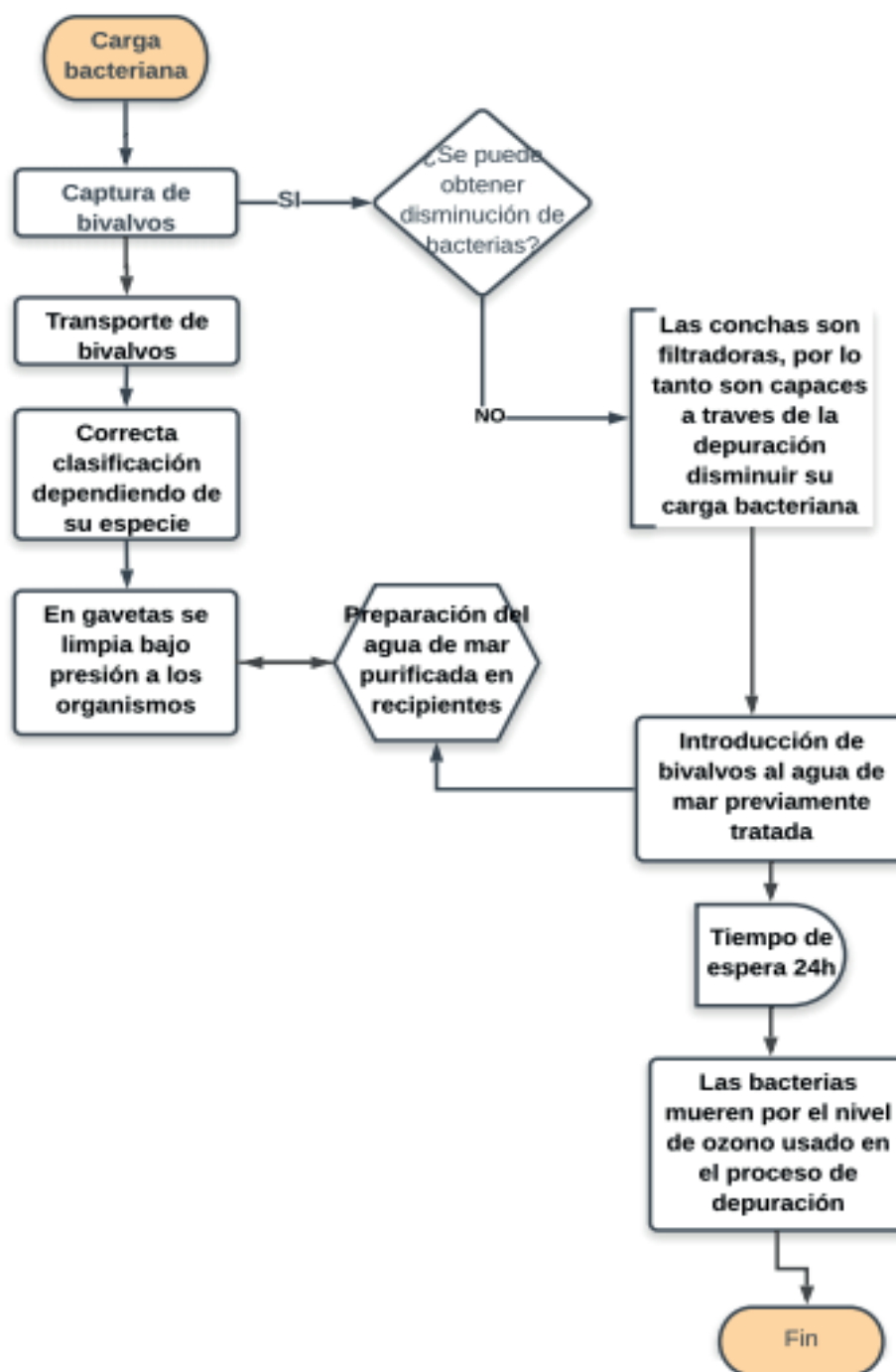


Figura 5. Depuración de bivalvos.
Fuente: (Hidalgo, 2019).

humano, a través de organismos indicadores, como las bacterias de coliformes fecales (Sosa, 2006).

Por esta razón se decidió realizar estos tipos de análisis en un área muy turística y de importancia económica de la

Provincia de El Oro. Se tomó de referencia la Norma Oficial Mexicana 031-SSA1-1993, bienes y servicios. Producto de pesca. Moluscos bivalvos frescos-refrigerados y congelados, con su límite permisible establecido de (230 NMP/100g) (Salud, Pesca, Pesca, México, & Pesquera, 1995).

Un estudio realizado por Delgado (2018), en Puerto el Morro-Ecuador, se llevó a cabo el mismo proceso de análisis microbiológico que nuestra investigación, aunque sus valores oscilaron en un rango de 4×10^3 hasta 2×10^7 UFC/100g para *E. coli* y para coliformes totales 8×10^3 hasta 9×10^8 UFC/100g, concluyendo que no son aptos para el consumo humano. A diferencia de Delgado en esta área de estudio los valores por *E. coli* fueron negativos, no obstante, para coliformes totales tuvieron un valor de $3,5 \times 10^4$ UFC/g, determinando que el Morro posee mayor porcentaje de contaminación, en relación con la isla de Jambelí.

De esta manera se confirma que, en todas las investigaciones comparadas en las especies comerciales de *A. tuberculosa* y *A. similis*, sobrepasan los límites máximos permisibles (230 NMP/100g). Sumándole a ello la capacidad filtradora de las especies analizadas debido a que forman parte del nivel trófico de filtradores alimentándose de zooplancton, lo que implica el mayor incremento de bacterias en su sistema digestivo.

Según Sorroza *et al.* (2018), en su investigación realizada en Jambelí, provincia El Oro-Ecuador, determinó que

la ingesta de concha *A. tuberculosa* y *similis* pueden ocasionar daños al consumidor por la contaminación registrada en estos bivalvos, entre ellas se encuentra: *E. coli*, *Salmonella*, Enterobacterias y *Vibrios*. Por tal efecto se aplicó el método de depuración con agua estéril con la finalidad de disminuir sus valores logrando la reducción satisfactoria en aproximadamente un 40 a 29% de carga bacteriana en estas especies. De acuerdo con ello se propone en esta investigación la depuración de manera artesanal que deberá ser realizada por los comuneros del lugar antes de ser comercializada.

Aunque al momento de comparar con algunas investigaciones se ha podido determinar que las concentraciones por coliformes totales se alteran de una especie a otra. Sin embargo, en Jambelí se define que la mayor carga se genera en la *A. tuberculosa* 4.1×10^4 esto se debe a la profundidad en la que habitan, a excepción de la *A. similis* 1.7×10^4 esta se encuentra en el fango más denso y menos profundo (observación personal y comunicación de los concheros de la asociación defensores del manglar).

En términos finales se indica que los datos a comparación con estudios anteriores los niveles de contaminación en Jambelí se encuentra en menor porcentaje de contaminación por coliformes totales y negativos para *Escherichia coli*, con otros análisis demostrados en esta discusión.

Referencias

Castro. (2015). *Determinación de la concentración*

- de metales pesados (hg, pb, cd) en la ostra (*crassostrea columbiensis*) utilizada como biosensor en cuatro localidades de la zona costera de la provincia de el Oro, 2014. (Trabajo de Titulación) UTMACH. Unidad Académica de Ciencias Química y de la Salud, Machala, Ecuador. Obtenido de: <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/2842>
- Castro, D., & Chang, J. (2015). Principales Estuarios del Ecuador. Obtenido de Escuela Superior Politécnica del Litoral: https://www.researchgate.net/publication/283294802_Principales_Estuarios_del_Ecuador.
- Delgado, D. (2018). Niveles de Coliformes totales y *Escherichia coli* en *Anadara tuberculosa* y *Anadara similis* en el Recinto El Morro, Provincia Del Guayas. (Trabajo de Titulación) Obtenido de: <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/29451/1/Dayana%20Delgado.pdf>
- Escobar, J. (2002). La Contaminación de los ríos y sus efectos en las áreas costeras y mar. Naciones Unidas, Chile Recuperado de: <https://archivo.cepal.org/pdfs/Waterguide/LCL1799S.PDF>
- FAO. (2006). Biología básica de los bivalvos: taxonomía, anatomía y ciclo vital. Obtenido de FAO: <http://www.fao.org/docrep/009/y5720s/y5720s06.htm>
- Hidalgo, A. (s.f de s.f de 2019). Google Maps. Obtenido de Mapa General de Jambelí: <https://www.google.com/maps>
- Lee, R., Lovatelli, A., & Ababouch, L. (2010). Depuración de bivalvos: aspectos fundamentales y prácticos. Obtenido de FAO documento técnico de pesca: <http://www.fao.org/3/a-i0201s.pdf>
- Merck. (2000). Microbiology Manual. 12th Edition.
- Moro, A. (2011). Contaminación del agua potable: problemas microbiológicos. Obtenido de Interempresas: <http://www.interempresas.net/Agua/Articulos/50288-Contaminacion-del-agua-potable-problemas-microbiologicos.html>
- Riofrio, D. (2016). *Biomonitoreo de mercurio en Bivalvo Anadara Grandis en tres localidades de la Región Costera de la Provincia de El Oro*. (Trabajo de Titulación) Obtenido de UTMACH: <http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/eam/48000/7725/1/RIOFRIO.pdf>
- Salud, S. d., Pesca, S. d., Pesca, I. N., México, U. A., & Pesquera, C. N. (6 de Marzo de 1995). Norma Oficial Mexicana NOM-031-SSA1-1993, Bienes y Servicios. Productos de la Pesca. Moluscos Bivalvos Frescos-Refrigerados y Congelados. Especificaciones Sanitarias. Obtenido de: <http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/031ssa13.html>
- SENASICA. (2003). Moluscos Bivalvos para la Inocuidad Alimentaria. Obtenido de SENASICA: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/167791/5_Manual_Moluscos_Bivalvos.pdf
- Sorroza, L., Velasquez, P., Santacruz, R., Echeverría, E., Yáñez, M., & Solano, G. (2018). Reducing bacterial load in *Anadara tuberculosa* for human consumption. *Espacios*, 39(45), 1-6.
- Sosa, D. (2006). Determinación de contaminación por bacterias Coliformes Fecales en Bahía de Jiquilisco, Usulután, utilizando como biomonitor *Anadara similis* y *A. tuberculosa*. Obtenido de Universidad de El Salvador: <http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/12449/1/19200603.pdf>