

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE QUÍMICA Y FARMACIA



RECOPIACIÓN DE INVESTIGACIONES RELACIONADAS CON MÉTODOS  
DE ANÁLISIS EN PRODUCTOS DEL MAR, GENERADAS EN LA  
UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR EN EL PERIODO 2014 -2024  
TRABAJO DE GRADO EN MODALIDAD DIPLOMADO DE ESPECIALIZACIÓN

PRESENTADO POR  
TATIANA BERENICE CHACÓN MARTÍNEZ  
KARLA MARÍA TRUJILLO DE POLANCO

PARA OPTAR AL GRADO DE  
LICENCIADA EN QUÍMICA Y FARMACIA

MAYO 2025

SAN SALVADOR, EL SALVADOR, CENTRO AMÉRICA.

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR

MAESTRO JUAN ROSA QUINTANILLA

SECRETARIO GENERAL

LICENCIADO PEDRO ROSALÍO ESCOBAR CASTANEDA

FACULTAD DE QUÍMICA Y FARMACIA

DECANA

MAESTRA NANCY ZULEYMA GONZÁLEZ SOSA

SECRETARIA

LICENCIADA EUGENIA SORTO LEMUS

DIRECCIÓN GENERAL DE PROCESOS DE GRADO

DIRECTORA GENERAL (AD-HONOREM)

MAESTRA KATIA LISSETTE MARTÍNEZ DE PALACIOS

TRIBUNAL EVALUADOR

MAESTRA DELMY IDALIA HERNÁNDEZ HUEZO

LICENCIADA PATRICIA DEL ROSARIO ESCOBAR DE MURCIA.

TUTORA

MAESTRA ROCIO RUANO DE SANDOVAL

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios Todo poderoso por darnos fuerzas para no desistir y estar con nosotras en todo momento.

A la Universidad de El Salvador, que nos permitió ser parte de ella y brindarnos una formación integral.

A los docentes asesores, por brindarnos su apoyo, ayuda y conocimiento, para el desarrollo de este trabajo.

A nuestros compañeros, por su colaboración y motivación constante en este proceso.

Tatiana Chacón y Karla Trujillo

## **DEDICATORIA**

A Dios que me dio salud, por permitirme haber llegado hasta este momento importante de mi formación profesional.

A mis padres, hermanos, familia y amigos por todo el apoyo recibido a lo largo de este camino.

A mis profesores, quienes con su guía y enseñanzas me han ayudado a crecer académicamente.

Tatiana Chacón

## DEDICATORIA

A Dios Todopoderoso y a María Santísima, por su amor, bondad y darme la fuerza para no desistir y estar conmigo en todo momento.

A mis amados padres Carlos Trujillo Aguilar (†) y María Julia Rodríguez de Trujillo, por su amor y apoyo incondicional y ser la inspiración para seguir adelante.

A mi esposo Kid Efraín, por ser mi apoyo, ayudarme y animarme siempre.

A mis amadas hijas Karla Marcela y María Rebeca, por su constante apoyo y motivación para seguir adelante día a día.

A mi familia y amigos por su apoyo y estar conmigo.

A mi comadre Soraya Madrid por su cariño y apoyo.

Karla Trujillo

## ÍNDICE

RESUMEN	11
CAPÍTULO I	
1.0 INTRODUCCIÓN	13
CAPÍTULO II	
2.0 OBJETIVOS	16
2.1 OBJETIVO GENERAL	16
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
CAPÍTULO III	
3.0 MARCO TEÓRICO	18
3.1 PRODUCTOS DEL MAR	18
3.2 CLASIFICACIÓN	18
3.2.1 PESCADO	18
3.2.2 MARISCOS	18
3.3 ANÁLISIS DE ALIMENTOS	18
3.3.1 ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO:	19
3.3.2 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO:	19
3.3.3 ANÁLISIS SENSORIAL	19
3.4 ¿CUÁL ES LA IMPORTANCIA DE LOS MÉTODOS DE ANÁLISIS EN LOS ALIMENTOS?	19
3.5 CAMPOS DE APLICACIÓN DE LOS MÉTODOS DE ANÁLISIS DE ALIMENTOS	19
3.6 NORMATIVA APLICADA A PRODUCTOS DE ORIGEN MARINO	20
3.6.1 NORMA TÉCNICA DE ALIMENTOS. DIARIO OFICIAL TOMO N° 398	20
3.6.2 CÓDIGO DE PRÁCTICAS PARA EL PESCADO Y LOS PRODUCTOS PESQUEROS	22

3.6.3 REGLAMENTO TÉCNICO SALVADOREÑO RTS 67.01.02:13	24
3.6.4 NORMA SALVADOREÑA. NSO 67.32.06:09. PRODUCTOS PESQUEROS. EVALUACIÓN SENSORIAL DE LA FRESCURA DE PRODUCTOS DE LA PESCA	26
3.6.5 REGLAMENTO TÉCNICO CENTROAMERICANO RTCA 67.04.50:17	28
CAPÍTULO IV	
4.0 PRODUCTO FINAL	32
CAPÍTULO V	
5.0 CONCLUSIONES	153
CAPÍTULO VI	
6.0 RECOMENDACIONES	155
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	
ANEXOS	

## ABREVIATURAS Y SIGLAS

**APB:** Agua Peptonada Buferada

**Agar XLD:** Agar Xilosa Lisina Desoxicolato

**DNPC:** Demasiado Numerosas Para Contar

**EMB:** Eosina-azul de metileno.

**FAN:** Floraciones de Algas Nocivas

**ICA:** Índice de Calidad del Agua

**INCAP:** Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá

**NMP:** Número Más Probable

**PSP:** Paralytic Shellfish Poison (Intoxicación Paralítica Por mariscos)

**PAC:** Policloruro de Aluminio

**RBA:** Receptor Binding Assay (Ensayo Receptor Ligando)

**RTCA:** Reglamento Técnico Centroamericano

**spp.** Especies

**STX:** Saxitoxina

**TCBS:** Agar Tiosulfato Citrato Bilis Sacarosa

**TRIX:** Índice de estado trófico.

**UFC:** Unidad Formadora de Colonias

## GLOSARIO

**Acuicultura:** Actividad que consiste en el cultivo y producción de recursos hidrobiológicos realizada bajo control en ambientes acuáticos naturales o artificiales.<sup>9</sup>

**Alícuota:** Fracción o porción de muestra.<sup>30</sup>

**Analito:** Especie química objeto de análisis.<sup>30</sup>

**Biotoxinas marinas:** Sustancias tóxicas acumuladas en los moluscos bivalvos, en particular debido a la ingestión de plancton que contenga dichas toxinas.<sup>10</sup>

**Contaminante:** Cualquier agente biológico o químico, materia extraña u otras sustancias no añadida deliberadamente al alimento que pueda poner en peligro la inocuidad de éste.<sup>9</sup>

**Dinoflagelados:** Microorganismo unicelular, que forma parte del fitoplancton marino y de agua dulce.<sup>19</sup>

**Mariscos:** Especies de moluscos y crustáceos, incluidos los cefalópodos, que habitualmente se usan como alimento.<sup>9</sup>

**Matriz:** Especies químicas que acompañan al analito en la muestra.<sup>30</sup>

**Método analítico:** Secuencia de operaciones y técnicas aplicadas para el análisis de la muestra.<sup>30</sup>

**Moluscos bivalvos:** Son un grupo de invertebrados marinos y de agua dulce que tienen cuerpos blandos protegidos por una concha formada por dos valvas articuladas. Dentro de esta categoría se encuentran las almejas, mejillones, ostras y vieiras.<sup>23</sup>

**Muestra:** Parte representativa de la materia objeto de análisis.<sup>11</sup>

**Productos de la pesca:** todos animal marino o de agua dulce (salvo los moluscos bivalvos vivos, los equinodermos vivos, los tunicados vivos y los gasterópodos marinos vivos, así como todos los mamíferos, reptiles y ranas), ya sean salvajes o de cría, incluidas todas las formas, partes y productos comestibles de dichos animales.<sup>10</sup>

**Técnica analítica:** Es el medio empleado para obtener información del analito.<sup>30</sup>

## RESUMEN

El presente trabajo es una recopilación de investigaciones realizadas en las diferentes facultades de la Universidad de El Salvador, que hacen referencia a diversos estudios relacionados con productos provenientes del mar entre el 2014 y 2024, en ellos se menciona la aplicación de técnicas de análisis que son parte de los diferentes métodos analíticos utilizados para evaluar la calidad, seguridad y composición nutricional de estos productos, fundamentales tanto para el consumo humano, como para la industria alimentaria.

La recopilación integra estudios en los que se emplean métodos fisicoquímicos, bioquímicos microbiológicos y sensoriales en productos del mar. El trabajo se realizó en el periodo de septiembre de 2024 a abril de 2025. Cuyo objetivo fue seleccionar los documentos de investigación respecto a los métodos de análisis aplicados en productos del mar y ordenar cronológicamente la información recopilada facilitando de esta manera la búsqueda en futuras investigaciones.

El documento hace mención de los fundamentos teóricos de los diversos métodos de análisis aplicables en la evaluación de productos marinos, y realiza una referencia a la normativa que asegura que los productos, servicios o procesos se adhieran a estándares preestablecidos para garantizar su eficacia, seguridad y fiabilidad.

Las investigaciones recopiladas fueron organizadas siguiendo un formato estructurado que incluye los siguientes apartados: Título, Nombre de autores, Facultad, Año de publicación, Resumen, Introducción, Equipos e Instrumentos, Procedimiento Experimental, Resultados, Análisis de resultados, Conclusiones, Recomendaciones y Bibliografía. Se incluye una tabla en la que se identifican los métodos de análisis empleados en el estudio de los productos del mar en cada una de las investigaciones revisadas. Este enfoque sistemático facilita la reducción de los tiempos de búsqueda en futuras investigaciones, optimizando el acceso a la información relevante.

## **CAPÍTULO I**

## 1.0 INTRODUCCIÓN

El presente informe de trabajo de grado en la modalidad Diplomado de Especialización, fue desarrollado en la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador en el período comprendido de septiembre de 2024 a abril de 2025. Tiene como propósito fundamental la recopilación, análisis y sistematización de investigaciones relacionadas con productos del mar, elaboradas dentro de las diferentes facultades de la universidad. Esta labor responde a la necesidad creciente de contar con información organizada, precisa y actualizada sobre los métodos de análisis aplicados a productos marinos, los cuales son fundamentales tanto para el aseguramiento de la calidad como para la protección de la salud pública y el fomento de la investigación científica.

La importancia de seleccionar fuentes confiables a la hora de realizar una investigación es fundamental, por consiguiente, este trabajo de recopilación bibliográfica servirá para brindar una guía en futuras investigaciones, en cuanto a los métodos de análisis utilizados en productos del mar en El Salvador durante el periodo del 2014 al 2024.

El consumo de productos marinos ha adquirido gran relevancia a nivel nacional e internacional, no solo por su valor nutricional, sino también por su impacto económico, ambiental y social. Sin embargo, este tipo de productos presenta una alta susceptibilidad al deterioro y a la contaminación por agentes físicos, químicos y microbiológicos, lo que exige el desarrollo e implementación de métodos rigurosos de análisis y control de calidad. Es en este contexto que surge la importancia de revisar las investigaciones realizadas en el seno de la Universidad de El Salvador, las cuales aportan conocimientos valiosos sobre técnicas de análisis fisicoquímico, microbiológico y sensorial aplicadas a diferentes especies marinas.

El informe se estructura en una serie de capítulos que abordan de manera sistemática todos los aspectos relevantes del tema. En primer lugar, se presentan los objetivos del estudio, los cuales delinearán el camino metodológico seguido para recopilar y seleccionar las investigaciones pertinentes. Posteriormente, se incluye un marco teórico que brinda las bases conceptuales sobre los productos del mar, su clasificación, los métodos de análisis aplicados y las normativas nacionales e internacionales que regulan su calidad e inocuidad. A través de tablas y resúmenes, se ofrece una visión global de los temas abordados por cada investigación,

los autores, las metodologías empleadas, los hallazgos obtenidos y los aportes al conocimiento científico y técnico del país.

En el capítulo de producto final, se muestra la información recopilada organizada cronológicamente y clasificada por facultades, lo cual permite identificar las tendencias de los métodos de análisis que se utilizaron en cada una de las investigaciones.

Este informe no solo representa un requisito académico para optar al título de Licenciatura en Química y Farmacia, sino también una valiosa contribución al acervo científico del país y un esfuerzo por consolidar una cultura de investigación aplicada al análisis y aprovechamiento sostenible de los recursos marinos.

## **CAPÍTULO II**

## **2.0 OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GENERAL**

Recopilar investigaciones relacionadas con métodos de análisis en productos del mar, generadas en la Universidad de El Salvador en el periodo 2014 - 2024.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

2.2.1 Utilizar el repositorio de la Universidad de El Salvador para búsqueda de investigaciones realizadas entre el 2014 y el 2024 sobre métodos de análisis en productos provenientes del mar.

2.2.2 Seleccionar los documentos de investigación respecto a los métodos de análisis (análisis químicos, análisis físico-químico, análisis microbiológico, análisis sensorial), utilizados en los productos provenientes del mar.

2.2.3 Ordenar cronológicamente en un informe la información recopilada con el fin de facilitar la búsqueda en futuras investigaciones.

## **CAPÍTULO III**

### **3.0 MARCO TEÓRICO**

#### **3.1 Productos del mar**

Se consideran productos del mar cualquier forma de vida utilizada como alimento de consumo humano o animal. Estos productos se obtienen a través de la pesca, para la conservación de estos alimentos se utilizan diversos métodos como: enhielado, congelación, conservas de pescado, salazón y ahumado.<sup>1</sup>

#### **3.2 Clasificación**

##### **3.2.1 Pescado**

Comprende a los animales vertebrados comestibles marinos o de agua dulce, frescos o conservados por distintos procedimientos. Se puede definir un pez como un cordado acuático con branquias y, a menudo, con extremidades pares en forma de aletas.<sup>2</sup>

La carne de pescado se caracteriza por su poco contenido de grasas y sodio, así como un alto índice de vitaminas liposolubles. Los pescados de mar contienen por lo general hasta 0,4 mg más de yodo por cada 100g y proteínas en cantidades similares a las carnes rojas; especialmente los denominados pescados azules, más grasos y menos digeribles que los blancos.<sup>1</sup>

##### **3.2.2 Mariscos**

Se define como cualquier animal marino comestible que no pertenece a la clase de los peces. Son de bajo contenido en grasas (1,5% por cada 100 gramos del mismo). Entre los más consumidos tenemos a las almejas, mejillones, calamar, camarones y langostas.<sup>1</sup>

#### **3.3 Análisis de alimentos**

Los alimentos son compuestos dinámicos y consecuentemente las ciencias alimentarias deben estudiar la composición de los alimentos y los efectos que sus componentes provocan en el curso de los diferentes procesos a que están sujetos los alimentos, investigando y descubriendo las conexiones que existen entre la estructura de los diferentes compuestos y sus propiedades organolépticas, así como su capacidad de deterioro en función de su composición química.<sup>3</sup>

La caracterización de los alimentos proviene de los resultados de los diferentes ensayos a que puede someterseles utilizando diferentes métodos de evaluación, los cuales pueden agruparse

en función de los objetivos que persigan y los principios en que se fundamentan. Así, la evaluación de los alimentos involucra tres tipos de análisis: análisis físico-químico, análisis microbiológico y análisis sensorial.<sup>3</sup>

**3.3.1 Análisis físico-químico:** A través de análisis físicoquímicos se obtienen datos sobre composición química como pH, actividad de agua, humedad y valor nutricional de los alimentos. A través de ellos se pueden detectar la presencia de metales pesados, plaguicidas entre otros.<sup>4</sup>

**3.3.2 Análisis microbiológico:** Proceso por el que se examina la presencia de microorganismos en los alimentos. Estos microorganismos pueden ser inofensivos o patógenos. Este tipo de análisis es esencial para garantizar la seguridad alimentaria.<sup>5</sup>

**3.3.3 Análisis sensorial:** Técnicas de medida y evaluación de determinadas propiedades de los alimentos por uno o más de los sentidos, englobando factores como la apariencia, color, olor, sabor y textura.<sup>6</sup>

### **3.4 ¿Cuál es la importancia de los métodos de análisis en los alimentos?**

La conexión entre los métodos para analizar alimentos y la seguridad alimentaria es fundamental. Estos métodos son herramientas clave para asegurarnos de que lo que comemos sea seguro. Las técnicas más avanzadas nos ayudan a detectar sustancias químicas dañinas, como pesticidas y metales pesados, así como microorganismos peligrosos, como bacterias y virus. Gracias a esto, podemos prevenir enfermedades que se transmiten a través de los alimentos.

### **3.5 Campos de aplicación de los métodos de análisis de alimentos**

#### **- Control de calidad:<sup>3</sup>**

La norma ISO 9000 define el término calidad como el conjunto de propiedades y características de un producto o servicio que le confieren su actitud para satisfacer necesidades al consumidor. Las determinaciones físico-químicas que se realizan a los alimentos como parte del control de calidad, así como los límites en que deben encontrarse los componentes que se cuantifican están normadas en documentos técnicos y dependen del tipo de alimento.

Los parámetros microbiológicos y sensoriales igualmente son determinados como parte del control de calidad.

- **Desarrollo de nuevos productos:** El análisis de la composición de ingredientes y sus propiedades puede ayudar a desarrollar alimentos con nuevas características o a mejorar los existentes.<sup>7</sup>
- **Seguridad alimentaria:**  
El análisis de alimentos juega un papel fundamental en asegurar que lo que comemos sea seguro. A través de pruebas microbiológicas y químicas, garantizamos que los nuevos productos no contengan contaminantes peligrosos, como bacterias dañinas, micotoxinas o residuos de pesticidas. Estas pruebas nos ayudan a identificar los microorganismos que pueden causar enfermedades y así prevenir brotes, asegurando que nuestros alimentos sean realmente seguros.
- **Investigación científica:**  
El análisis de alimentos es clave en la investigación científica, ya que nos ayuda a comprender mejor qué hay en nuestros alimentos, cómo son de calidad y si son seguros para consumir. Permite crear soluciones innovadoras que optimizan la eficiencia. Los resultados de los análisis de alimentos nos muestran tanto la composición como la calidad nutricional, lo que resulta muy útil en varios ámbitos.<sup>7</sup> Algunas de sus principales aplicaciones son: desarrollo de alimentos funcionales, evaluación de contaminantes, estudio de vida útil, entre otros.
- **Certificación y cumplimiento:** Apoyan a las empresas en el cumplimiento de normativas locales e internacionales, como las de la FDA, la EFSA o los estándares ISO.

### **3.6 Normativa aplicada a productos de origen marino**

#### **3.6.1 Norma Técnica de Alimentos. Diario oficial tomo N° 398<sup>s</sup>**

Esta Norma Técnica de Alimentos establece los requisitos sanitarios que deben cumplir los establecimientos y unidades de transporte dedicados a la producción, procesamiento, almacenamiento, distribución y comercialización de alimentos.

Define requisitos sanitarios obligatorios para establecimientos alimentarios como panaderías, restaurantes, supermercados, pupuserías, bodegas, cuartos fríos y vehículos de transporte de alimentos.

En el Título IV de este documento se detallan exigencias particulares para bodegas secas, cuartos fríos y unidades de transporte de alimentos como se muestra a continuación:

### **3.6.1.1 TÍTULO IV- Requisitos sanitarios de bodegas secas, cuartos fríos y unidades de transporte de alimentos**

#### **CAPITULO II Cuartos fríos**

Del control de la temperatura

Art. 88.- El cuarto frío debe tener termómetros en buen estado, visibles y mantener los alimentos, materias primas y productos procesados a las temperaturas especificadas en la tabla 1. Debe llevarse bitácora de control de temperatura del cuarto frío, que debe ser presentada al momento de la inspección, las hojas del registro deben conservarse por lo menos un mes.

Almacenamiento de alimentos

Art. 89.- Los alimentos deben almacenarse, de tal manera que no haya sobre saturación, no se deben mezclar alimentos procesados con materias primas ni alimentos crudos, y para garantizar la inocuidad de los alimentos almacenados debe establecerse el método PEPS.

#### **Capítulo III Requisitos sanitarios de las unidades de transporte de alimentos perecederos y no perecederos**

Requisitos sanitarios

Art. 93.- Las unidades de transporte de alimentos perecederos y no perecederos deben tener el compartimiento de carga de alimentos cerrado e independiente de la cabina y ser de uso exclusivo para productos alimenticios, perecederos o no perecederos.

De los contaminantes

Art. 94.- Los productos alimenticios perecederos deben transportarse en condiciones que impidan la contaminación por agentes químicos, físicos y biológicos; para tal efecto el

compartimiento de carga, al igual que los recipientes para transportar alimentos, deben estar limpios, residuos, suciedad, corrosión, polvo, grasa u otras materias contaminantes de los alimentos o sus materias primas.

Del sistema de refrigeración

Art. 95.- La unidad de transporte destinada a la movilización de carne, pescado u otros alimentos perecederos, debe tener sistema de refrigeración o congelación y puertas herméticas para que la carga quede aislada del exterior; además un diseño que permita la evacuación de las aguas de lavado (sifón de descarga); en el caso de disponer de orificios para drenaje, éstos deben permanecer cerrados mientras haya alimento al interior del vehículo.

La unidad de transporte de alimentos refrigerados o congelados, que cuente con sistema de refrigeración, debe estar equipada con un sistema de monitoreo de temperatura de fácil lectura y ubicado en un lugar donde se pueda verificar, lo cual debe ser registrado; Las temperaturas para conservar los productos perecederos se describen en la tabla 1.

**Tabla N°1.** Temperaturas para conservar alimentos perecederos<sup>8</sup>

Producto	Temperatura °C	Temperatura °F
Carnes frescas, productos lácteos, embutidos, aves, crema pastelera y otros que requieran refrigeración.	0 a 4	32 a 39.2
Productos pesqueros.	-2 a 2	28.4 a 35.6
Carnes congeladas.	-18 a -20	-0.39 a 28.4
Otros alimentos congelados.	-10 a -2	14 a 28.4
Verduras y frutas.	4 a 10	39.2 a 50
Alimentos preparados no envasados de consumo inmediato.	60 a más	140 a más
Tamales artesanales a base de maíz.	4 a 7	39.2 a 44.6

### 3.6.2 Código de prácticas para el pescado y los productos pesqueros<sup>9</sup>

Es una guía internacional desarrollada por la FAO y la OMS para establecer normas de higiene, manipulación y elaboración segura del pescado y productos pesqueros, a fin de garantizar su inocuidad y calidad para el consumo humano.

La sección 4 ofrece una visión general de los peligros y defectos que pueden afectar al pescado, mariscos y otros invertebrados acuáticos frescos, y está destinada a ayudar a quienes desarrollan un plan HACCP o de Punto de Corrección de Defectos (PCD).

### **3.6.2.1 Sección 4 - Consideraciones generales para la manipulación de pescado y marisco frescos**

En ningún caso debe aceptarse pescado, mariscos y otros invertebrados acuáticos del que se sepa que contiene parásitos, microorganismos indeseables, plaguicidas, medicamentos veterinarios o sustancias extrañas, tóxicas o descompuestas a no ser que puedan reducirse a un nivel aceptable mediante los procedimientos normales de clasificación y/o elaboración. Cuando se encuentre pescado o marisco que haya sido declarado no apto para el consumo humano, deberá ser retirado y almacenado en un lugar separado de las capturas, y ser elaborado de nuevo o eliminado en forma apropiada.<sup>9</sup>

Todo el pescado y marisco que se consideren aptos para el consumo humano habrán de manipularse correctamente, prestando especial atención a la regulación del tiempo y de la temperatura.<sup>9</sup>

#### **Regulación del tiempo y la temperatura**

La temperatura es el factor más importante que influye en la rapidez del deterioro de pescado y mariscos en la multiplicación de microorganismos. En el caso de las especies proclives a la producción de escombrotóxicas, la regulación del tiempo y la temperatura puede ser el método más eficaz para garantizar la inocuidad de los alimentos. Por consiguiente, es fundamental que tanto el pescado fresco, los filetes y otros productos como el marisco y sus productos, que deben ser enfriados, se mantengan a una temperatura lo más cercana posible a 0 °C.<sup>9</sup>

#### **Reducción al mínimo del deterioro- Tiempo**

Para reducir al mínimo el deterioro del pescado: el enfriamiento comenzará lo antes posible; el pescado fresco se mantendrá en frío y se manipulará, elaborará y distribuirá con cuidado y en el menor tiempo posible.<sup>9</sup>

### **Reducción al mínimo del deterioro – Regulación de la temperatura**

En lo que concierne a la regulación de la temperatura: se aplicará una cantidad adecuada y suficiente de hielo o se utilizarán sistemas de agua enfriada o refrigerada, según el caso, para que el pescado se mantenga a una temperatura lo más cercana posible a 0 °C; el pescado se almacenará en bandejas poco profundas y se rodeará de hielo picado; pescados y mariscos vivos deberán ser transportados a la temperatura adapta a su especie; se proyectarán y mantendrán sistemas de agua enfriada o refrigerada o de almacenamiento en frío para disponer de capacidad suficiente de enfriamiento o congelación durante los períodos de carga máxima.

Cuando el pescado se almacene en sistemas de agua refrigerada se evitará alcanzar una densidad que impida a dichos sistemas funcionar eficazmente; se procederá periódicamente a vigilar y regular el tiempo y la temperatura y la homogeneidad del enfriado.

### **Reducción al mínimo del deterioro – manipulación**

Prácticas deficientes de manipulación pueden causar daños al pescado, mariscos y otros invertebrados acuáticos frescos que aceleren su descomposición y aumentar las pérdidas innecesarias después de la captura o recolección.

Para reducir los daños durante la manipulación: el pescado y los mariscos se manipularán y acarrearán con cuidado, especialmente durante su traslado y clasificación, con el fin de evitar daños físicos tales como perforaciones, mutilaciones, etc.; cuando se manipulen o transporten peces vivos, se tendrá cuidado de mantener las condiciones que puedan influir en su salud (por ej. CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, temperatura, desechos nitrogenados, etcétera).

#### **3.6.3 Reglamento Técnico Salvadoreño RTS 67.01.02:13<sup>11</sup>**

El reglamento regula los niveles máximos permitidos de plomo, cadmio, mercurio y estaño inorgánico en productos pesqueros, tanto frescos como en conserva, para garantizar la seguridad alimentaria en El Salvador.

**Ámbito de aplicación:** El reglamento se aplica a todos los productos pesqueros, frescos y en conserva, procesados, comercializados e importados en El Salvador, con reglas específicas para productos provenientes de donaciones.

**Límites máximos:** Define niveles permitidos para diferentes metales en diversas categorías de productos, como pescado fresco, crustáceos, moluscos y productos en conserva.

Por ejemplo, límite para metales pesados en productos pesqueros:

Mercurio: 0.5 mg/kg para la mayoría, 1.0 mg/kg para ciertas especies específicas.

Plomo: 0.3-1.5 mg/kg según el producto.

Cadmio: 0.05-1.0 mg/kg dependiendo del tipo de pescado o molusco.

Estaño inorgánico (productos en conserva): 200 mg/kg.

**Otros contaminantes regulados:** Se incluyen límites para dioxinas, PCBs similares a dioxinas y benzo(a)pireno.

**Métodos de muestreo y análisis:** se especifica cómo se deben tomar y analizar las muestras, incluyendo requisitos para garantizar la representatividad y trazabilidad.

Temperaturas específicas para almacenamiento y transporte de muestras, por ejemplo, 4 °C para transporte fresco y -18 °C para congelados.

**Vigilancia y cumplimiento:** Supervisión a cargo del Ministerio de Agricultura y Ganadería y el Ministerio de Salud, con sanciones en caso de incumplimiento.

El Reglamento Técnico Salvadoreño tiene un gran impacto en la industria pesquera de El Salvador, ya que establece estándares claros que garantizan la seguridad alimentaria y la calidad de los productos del mar.

Principales impactos:

**Mejora la calidad y seguridad de los productos:** Al regular los niveles máximos de metales pesados, se asegura que los productos pesqueros sean seguros para el consumo humano, lo que fortalece la confianza de los consumidores.

**Cumplimiento de estándares internacionales:** La alineación con normativas internacionales, como el Codex Alimentarius, facilita la exportación de productos pesqueros salvadoreños, abriendo oportunidades en mercados internacionales.

**Mayor control y trazabilidad:** los métodos de muestreo y análisis detallados promueven una mayor transparencia y responsabilidad en la cadena de producción, lo que beneficia tanto a los productores como a los consumidores.

**Impacto económico:** el cumplimiento de estas regulaciones puede implicar costos adicionales para los productores, pero, también puede mejorar la competitividad de la industria al garantizar productos de alta calidad.

**Protección ambiental:** al limitar contaminantes en los productos pesqueros, se fomenta una producción más sostenible y responsable.

### **3.6.4 Norma salvadoreña. NSO 67.32.06:09. Productos pesqueros. Evaluación sensorial de la frescura de productos de la pesca<sup>12</sup>**

Esta norma busca definir criterios organolépticos que ayuden a evaluar la frescura de los productos pesqueros en El Salvador, incluyendo pescados, crustáceos, cefalópodos y otros productos que se comercializan, importan, exportan o se reciben como donaciones. Aplica a todos los productos de la pesca en circulación nacional e internacional. Los exportadores deben además acatar la legislación del país de destino.

Clasifica los productos pesqueros en tres categorías según su estado:

- **Extra:** Frescura máxima sin señales de deterioro.
- **A:** Alta frescura con pequeñas imperfecciones aceptables.
- **B:** Frescura aceptable con signos más evidentes de desgaste.

Los criterios sensoriales consideran factores como apariencia, textura, olor y presencia de parásitos.

#### **Criterios para evaluar frescura**

Los parámetros específicos para los diferentes productos pesqueros se encuentran en el Anexo Normativo "A" de la norma.

#### **Principales indicadores de frescura:**

##### **En pescados blancos o magros**

**Piel:** Pigmentación viva, tornasolada y sin decoloraciones para la categoría Extra.

**Ojo:** Convexo con pupila negra brillante en la categoría Extra.

**Branquias:** Color rojo vivo y sin mucosidad en la categoría "Extra"; menos coloridas en categorías inferiores.

**Carne:** Firme y elástica en frescura máxima, mientras que una textura más blanda caracteriza grados menores.

#### **En pescados grasos o azules**

**Piel:** Colores brillantes e irisados con diferencia clara entre el dorso y el vientre en la categoría superior.

**Mucosidad cutánea:** Transparente y acuosa en frescura máxima, volviéndose lechosa o turbia al deteriorarse.

**Carne:** Muy firme en frescura máxima; más blanda en niveles inferiores.

#### **En elasmobranquios (Tiburones y Rayas)**

**Ojo:** Brillante y convexo para productos más frescos; cóncavo y descolorido en categorías inferiores (tiburones).

**Olor:** A algas marinas en frescura máxima, convirtiéndose en amoniacal al deteriorarse (tiburones).

**Piel:** Pigmentación viva, irisada y brillante en la categoría extra, pigmentación que se torna decolorada y sin brillo en la categoría B (Rayas).

**Carne:** Firme y elástica en la categoría de máxima, frescura que se vuelve flácida en las categorías inferiores (Rayas).

#### **En crustáceos como cangrejos, camarones.**

**Carne:** Transparente y con pigmentación viva en niveles altos; se vuelve opaca al bajar la frescura.

**Olor:** Fresco y característico en Extra, mientras que olores fuertes o amoniacales indican deterioro.

### **En cefalópodos (calamares y pulpos)**

**Piel:** Adherente y con pigmentación viva en frescura alta; decolorada y fácil de desprender en grados menores.

**Olor:** A algas marinas en la categoría más fresca, pasando a olores no característicos al deteriorarse.

Dichos criterios están diseñados para clasificar los productos de la pesca en las categorías de frescura Extra, A y B dependiendo del estado de parámetros clave como textura, olor, color y apariencia.

#### **3.6.5 Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 67.04.50:17<sup>13</sup>**

El documento establece criterios microbiológicos para garantizar la inocuidad de los alimentos en los países centroamericanos, cuyo objetivo principal es fijar parámetros microbiológicos y límites de aceptación para alimentos comercializados en la región.

El reglamento aplica a todos los alimentos destinados al consumo final dentro de la región. Los alimentos se agrupan según su origen, nivel de procesamiento, y riesgo asociado, por ejemplo: Lácteos, carnes, vegetales, bebidas no alcohólicas, entre otros.

**Criterios Microbiológicos:** Establece límites máximos permitidos para ciertos microorganismos como *Salmonella*, *E. coli*, y *Listeria monocytogenes*, dependiendo del grupo de alimento y su proceso de manipulación.

Se establecen límites máximos permitidos para diversos microorganismos en alimentos, dependiendo del tipo de alimento y su riesgo asociado.

En la tabla 9.1 del reglamento RTCA 67.04.50:17 (Ver **Tabla 2**), se detalla los límites máximos permitidos para microorganismos en alimentos del grupo 9, que incluye pescados, productos marinos y de agua dulce.

**Tabla N°2.** Grupo 9 de alimentos. pescados, derivados, productos marinos y de agua dulce<sup>13</sup>

<b>9.1. Subgrupo del alimento: pescado, productos marinos y de agua dulce, crudos, refrigerados o congelados, incluidos moluscos, crustáceos y equinodermos, empacados.</b>			
<b>Parámetro</b>	<b>Categoría</b>	<b>Tipo de riesgo</b>	<b>Límite Permitido</b>
<i>Escherichia coli</i>	6	A	10 UFC/g
<i>Staphylococcus aureus</i>	8		10 <sup>2</sup> UFC/g
<i>Listeria monocytogenes</i>	10		Ausencia/25 g
<i>Salmonella spp</i>	10		Ausencia/25 g
<i>Vibrio cholerae</i> toxigénico O1 / O139	10		Ausencia/25g

<b>9.2. Subgrupo del alimento: pescados precocidos, cocidos, salados o ahumados.</b>			
<b>Parámetro</b>	<b>Categoría</b>	<b>Tipo de riesgo</b>	<b>Límite Permitido</b>
<i>Escherichia coli</i>	6	A	10 UFC/g
<i>Staphylococcus aureus</i>	7		10 <sup>2</sup> UFC/g
<i>Salmonella spp</i>	10		Ausencia/25 g
<i>Listeria monocytogenes</i> (productos ahumados)	10		Ausencia/25 g

<b>9.3 Subgrupo del alimento: moluscos y crustáceos, precocidos, cocidos, salados o ahumados.</b>			
<b>Parámetro</b>	<b>Categoría</b>	<b>Tipo de riesgo</b>	<b>Límite permitido</b>
<i>Staphylococcus aureus</i>	8	A	10 <sup>2</sup> UFC/ g
<i>Salmonella spp</i>	10		Ausencia/25 g
<i>Listeria monocytogenes</i>	10		Ausencia/25 g

<b>9.4. Subgrupo del alimento: pescados, moluscos, equinodermos y crustáceos envasados tratados térmicamente (comercialmente estériles).</b>			
<b>Parámetro</b>	<b>Categoría</b>	<b>Tipo de riesgo</b>	<b>Límite permitido</b>
<i>Aerobios mesófilos.</i> Previo incubación 35°C / 10 días	N/A	A	Ausencia/g

Tabla N°2. Continuación

<b>9.5. Subgrupo del alimento: productos marinos y de agua dulce envasados pasteurizados.</b>			
<b>Parámetro</b>	<b>Categoría</b>	<b>Tipo de riesgo</b>	<b>Límite permitido</b>
<i>Escherichia coli</i>	N/A	A	<3 NMP/g o < 10 UFC/g
<i>Staphylococcus aureus</i>	8		10 UFC/g
<i>Salmonella spp</i>	10		Ausencia/25 g
<i>Listeria monocytogenes</i>	10		Ausencia/25 g

<b>9.6 Subgrupo del alimento: preparados a base de pescado, moluscos, crustáceos y equinodermos, empacados listos para consumo. Ejemplo: ceviche, coctel, carpaccios, sashimi, entre otros.</b>			
<b>Parámetro</b>	<b>Categoría</b>	<b>Tipo de riesgo</b>	<b>Límite permitido</b>
<i>Escherichia coli</i>	6	A	10 UFC/g
<i>Staphylococcus aureus</i>	8		10 UFC/g
<i>Salmonella spp</i>	10		Ausencia/25 g
<i>Listeria monocytogenes</i>	10		Ausencia/25 g
<i>Vibrio cholerae</i> toxigénico O1 / O139	10		Ausencia/25 g
<i>Vibrio parahaemolyticus</i> (solo para moluscos bivalvos)*	8		Ausencia/25 g

Muestreo: Proporciona procedimientos específicos para analizar muestras de alimentos, determinando la aceptabilidad o rechazo de los productos según criterios técnicos.

Las autoridades sanitarias de cada país son responsables de supervisar el cumplimiento del reglamento.

## **CAPÍTULO IV**

#### 4.0 PRODUCTO FINAL

Se ha recopilado un total de 27 trabajos de graduación provenientes de las diferentes facultades de la Universidad de El Salvador, en los cuales se abordan diversos estudios en productos del mar, de estos solamente en 15 trabajos de graduación se aplican los distintos métodos analíticos en productos marinos. Con el propósito de sistematizar la información, se ha elaborado una tabla en la que se detallan los títulos de las investigaciones encontradas, los nombres de sus respectivos autores, la fecha de publicación y el enlace al documento correspondiente (Ver **Tabla 3**).

Se utilizó el repositorio digital de la Universidad de El Salvador para la recopilación de información. Se realizó una búsqueda exhaustiva de investigaciones relacionadas con el tema de interés, organizándolas según las diferentes facultades, en el período comprendido entre 2014 y 2024.

Durante este proceso, se identificaron seis trabajos de investigación correspondientes a la Facultad de Química y Farmacia, cinco a la Facultad de Ciencias Agronómicas, dos a la Facultad de Ingeniería y Arquitectura y dos a la Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas. Posteriormente, con base en el análisis de cada una de las investigaciones revisadas, se procedió a sintetizar la información recopilada con el objetivo de exponer los aspectos más relevantes de cada estudio, y se ha estructurado un resumen de acuerdo con el formato preestablecido (Ver **Anexo N° 1**).

En cada uno de los estudios de investigación analizados se identificaron y documentaron los distintos métodos de análisis aplicados a productos de origen marino (Ver **Tabla 19**). De este modo se facilita la búsqueda de información de estos temas en investigaciones futuras.

**Tabla N°3.** Investigaciones recopiladas de productos del mar desarrollados en la Universidad de El Salvador entre el 2014 y el 2024, clasificados por facultades: Título, Autores, Fecha de publicación y Link del documento. Tesis seleccionadas para resúmenes en negrita.

<b>FACULTAD DE QUÍMICA Y FARMACIA</b>				
<b>No</b>	<b>Título</b>	<b>Autores</b>	<b>Fecha de publicación</b>	<b>Link del documento</b>
<b>1</b>	<b>Evaluación de la calidad microbiológica de pescado crudo comercializado en el muelle del puerto de La Libertad</b>	<b>Martínez Ronquillo, Berta Liliana. Dinorah Romero Angulo, María Sandra.</b>	<b>NOVIEMBRE 2015</b>	<b><a href="https://hdl.handle.net/20.500.14492/1677">https://hdl.handle.net/20.500.14492/1677</a></b>
<b>2</b>	<b>Determinación de la calidad microbiológica de lonja de pescado comercializada en supermercados del Distrito dos del área metropolitana de San Salvador</b>	<b>García Granadino, Cristian Alberto Velásquez Herrera, Daniel Wilfredo</b>	<b>JULIO 2018</b>	<b><a href="https://hdl.handle.net/20.500.14492/1746">https://hdl.handle.net/20.500.14492/1746</a></b>
<b>3</b>	<b>Determinación de minerales y metales pesados en <i>Anadara tuberculosa</i> (concha peluda) en la bahía de Jiquilisco departamento de Usulután El Salvador</b>	<b>Rivas Mejía, Johanna Reyna Victoria</b>	<b>NOVIEMBRE 2018</b>	<b><a href="https://hdl.handle.net/20.500.14492/1754">https://hdl.handle.net/20.500.14492/1754</a></b>
<b>4</b>	<b>Cuantificación de metales pesados en sedimentos de manglar en zonas de reproducción de <i>Anadara tuberculosa</i> (concha peluda) en bahía de Jiquilisco Usulután El Salvador</b>	<b>Landaverde Martínez, Sonia Mariela Rivas Rivas, Oscar Alexander</b>	<b>MAYO 2019</b>	<b><a href="https://hdl.handle.net/20.500.14492/1759">https://hdl.handle.net/20.500.14492/1759</a></b>
<b>5</b>	<b>Análisis bromatológico proximal en <i>Anadara tuberculosa</i> (concha peluda) de la bahía de Jiquilisco departamento de Usulután El Salvador</b>	<b>Cañas García, Francisco Antonio. Sierra Ortez, Sergio Oswaldo</b>	<b>SEPTIEMBRE 2019</b>	<b><a href="https://hdl.handle.net/20.500.14492/1773">https://hdl.handle.net/20.500.14492/1773</a></b>

Tabla N°3. Continuación

6	<b>Identificación del <i>Vibrio parahaemolyticus</i> en <i>Anadara tuberculosa</i> (concha peluda) comercializado en el muelle del puerto de La Libertad</b>	Sánchez de Milian, Débora María; Avalos Platero, Denis Francisco; González de Díaz, Coralia de los Ángeles	ABRIL 2021	<a href="https://hdl.handle.net/20.500.14492/1810">https://hdl.handle.net/20.500.14492/1810</a>
7	<b>Determinación de calcio y magnesio en sardinas enlatadas en salsa de tomate sin picante; de venta en dos supermercados reconocidos de San Salvador</b>	De Leon Ramírez, Yanira Patricia	JUNIO 2023	<a href="https://hdl.handle.net/20.500.14492/2073">https://hdl.handle.net/20.500.14492/2073</a>
<b>FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS</b>				
8	<b>Utilización de melaza como fertilizante orgánico de estanques camaroneros durante la fase de engorde del camarón marino (<i>Litopenaeus vannamei</i>)</b>	Fuentes Arévalo, Esther Abigaíl. Guillén Orellana, Gracia Margarita	ABRIL 2014	<a href="https://hdl.handle.net/20.500.14492/2744">https://hdl.handle.net/20.500.14492/2744</a>
9	<b>Endoparásitos helmintos en peces corvina (<i>Cynoscion stolzmanni</i>), róbalo (<i>Centropomus medius</i>) y pargo (<i>Lutjanus guttatus</i>), en el Puerto de La Libertad de El Salvador.</b>	Guevara Carranza, Ingrid Noelia. Pérez Segovia, Claudia Elizabeth. Pineda Chacón, Josué Edmundo.	SEPTIEMBRE 2016	<a href="https://hdl.handle.net/20.500.14492/2774">https://hdl.handle.net/20.500.14492/2774</a>
10	<b>Prevalencia de gregarinas (protozoa) en camarón marino (<i>Litopenaeus vannamei</i> Boone, 1931) en cuatro granjas de El Salvador</b>	Peña Molina, Miguel Ángel. Rodríguez Díaz, Manuel Alejandro.	MARZO 2017	<a href="https://hdl.handle.net/20.500.14492/2775">https://hdl.handle.net/20.500.14492/2775</a>
11	<b>Determinación de la calidad microbiológica de pescado fresco comercializado en el área de mariscos del mercado de mayoreo La Tiendona, Ciudad de San Salvador.</b>	Linares Hernández, César Eduardo. Rodríguez Ruano, César Antonio. Vásquez Guardado, Junior Alberto.	MARZO 2019	<a href="https://hdl.handle.net/20.500.14492/2807">https://hdl.handle.net/20.500.14492/2807</a>

Tabla N°3. Continuación

12	<b>Incorporación de bacterias ácido lácticas nativas como probióticos en el cultivo de camarón blanco <i>Litopenaeus vannamei</i> (Boone, 1931) en la camaronera Las Animas, El Salvador</b>	<b>Delgado Diaz, Luis Miguel</b>	<b>JULIO 2019</b>	<b><a href="https://hdl.handle.net/20.500.14492/2532">https://hdl.handle.net/20.500.14492/2532</a></b>
13	Rendimiento productivo de tres densidades de siembra de camarón blanco ( <i>Litopenaeus vannamei</i> ) en la estación de maricultura, los cóbanos, Sonsonate.	Murcia Mena, Linda Jessica.	FEBRERO 2020	<a href="https://doi.org/10.5281/zenodo.10944601">https://doi.org/10.5281/zenodo.10944601</a>
14	Desarrollo de alternativas de manejo industrial del camarón en las variedades <i>Penaeus vannamei</i> y <i>Protrachypene precipua</i> a fin de mejorar el rendimiento y calidad bajo un sistema de gestión de calidad e inocuidad de la Empacadora Coral del Pacífico S.A - EMCOPAC, Esmeraldas, Ecuador.	Reyes Alvarado, Saira Evelyn.	MARZO 2023	<a href="https://hdl.handle.net/20.500.14492/2896">https://hdl.handle.net/20.500.14492/2896</a>
<b>FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA</b>				
15	Modelo de empresa para el procesamiento y comercialización de productos de la pesca con mayor potencial para el crecimiento económico de El Salvador	Cruz Cañenguez, Jenny Lisette. Rodríguez Preza, Irene Bethania. Sánchez Leiva, Claudia Liliana.	MAYO 2014	<a href="https://hdl.handle.net/20.500.14492/17147">https://hdl.handle.net/20.500.14492/17147</a>
16	Sistema de gestión y operación para el procesamiento de camarón blanco, para la sociedad cooperativa el zompopero, ubicada en el municipio de Jiquilisco, Usulután, basado en la cadena de suministro	Cente García, Dimelza Ivet. Crespín Linares, Roberto Antonio. Molina Santacruz, Alejandra Beatriz.	ENERO 2015	<a href="https://hdl.handle.net/20.500.14492/17158">https://hdl.handle.net/20.500.14492/17158</a>

Tabla N°3. Continuación

17	<b>Procesamiento innovador de pescado ahumado para la exportación de la cooperativa ACPETAMAR DE R.L de Sonsonate.</b>	<b>Lovo Casco, Franklin Alexander.</b>	<b>MARZO 2018</b>	<b><a href="https://hdl.handle.net/20.500.14492/17235">https://hdl.handle.net/20.500.14492/17235</a></b>
18	<b>Elaboración de coagulante a partir de los desechos de camarón (exoesqueletos) provenientes de los negocios de venta de mariscos del Malecón del Puerto de La Libertad, y evaluación de su efectividad en el tratamiento de aguas residuales</b>	<b>Baños Zepeda, Claudia Cecilia Montti Quevedo, Vilma Margarita Rodríguez Rodríguez, José Alberto</b>	<b>SEPTIEMBRE 2023</b>	<b><a href="https://hdl.handle.net/20.500.14492/17874">https://hdl.handle.net/20.500.14492/17874</a></b>
<b>FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA</b>				
19	Dieta del “curil” <i>Anadara tuberculosa</i> (Sowerby, 1833) a partir del análisis de contenido estomacal e intestinal, en Bahía de Jiquilisco, Departamento de Usulután, El Salvador	Santos García, Claudia Esperanza	AGOSTO 2014	<a href="https://hdl.handle.net/20.500.14492/11634">https://hdl.handle.net/20.500.14492/11634</a>
20	<b>Validación del ensayo receptor ligando, para la determinación de saxitoxina en moluscos bivalvos, utilizando extractos sinápticos obtenidos de cerdo</b>	<b>Parada Herrera, Nubia Patricia Rivera Torres, Wilfredo Ernesto</b>	<b>NOVIEMBRE 2016</b>	<b><a href="https://hdl.handle.net/20.500.14492/11844">https://hdl.handle.net/20.500.14492/11844</a></b>
21	<b>Contaminantes metálicos en cetáceos varados en las costas salvadoreñas</b>	<b>Mendoza Hernández, Wendy Emely</b>	<b>OCTUBRE 2024</b>	<b><a href="https://hdl.handle.net/20.500.14492/30120">https://hdl.handle.net/20.500.14492/30120</a></b>
<b>FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS</b>				
22	Bases para el Desarrollo de la Competitividad en la Explotación de Camarón en el Municipio de Jiquilisco	Orellana, Fanis Cecilia, Muñoz Campos, Julio César. Suria Valencia, Yeny Carolina	FEBRERO 2015	<a href="https://hdl.handle.net/20.500.14492/6419">https://hdl.handle.net/20.500.14492/6419</a>

Tabla N°3. Continuación

23	Consultoría sobre la comercialización de harina de pescado, para el mercado nacional para la asociación cooperativa de producción pesquera y servicios múltiples bocanalempa-jaltepeque de R.L., de la microrregión la pita, municipio de tecoluca, departamento de San Vicente”	Mónico Mulato, Leticia del Carmen. Roque de Domínguez, María Inés	JUNIO 2015	<a href="https://hdl.handle.net/20.500.14492/7506">https://hdl.handle.net/20.500.14492/7506</a>
24	Estudio de factibilidad técnica - económica para una granja de cultivo de camarón blanco, en la asociación cooperativa de producción pesquera “marlín del pacífico” de R.L., municipio de san pedro masahuat, departamento de La Paz.	Fabián García, Claudia Liseth Majano Obando, Mederlyn Escarlet Torres Mercado, Claudia Elizabeth	MARZO 2017	<a href="https://hdl.handle.net/20.500.14492/4028">https://hdl.handle.net/20.500.14492/4028</a>
25	“Metodología para la evaluación financiera de proyectos de inversión en las cooperativas productoras de camarón”	Rodríguez Ramírez, Karla Victoria Barahona Clímaco, Ramón Alexander	OCTUBRE 2019	<a href="https://hdl.handle.net/20.500.14492/7347">https://hdl.handle.net/20.500.14492/7347</a>
<b>FACULTAD MULTIDICCIPLINARIA DE OCCIDENTE</b>				
26	Aclimatación de peces juveniles de pargo lunarejo <i>Lutjanus guttatus</i> a condiciones de cautiverio en la estación de maricultura los Cóbanos, departamento de Sonsonate, El Salvador, durante los meses de enero a junio del año 2016.	Samayoa Zepeda, Cindy Massielle	OCTUBRE 2016	<a href="https://repositorio.ues.edu.sv/bitstreams/d/b3543b96-f4dc-4f6e-a21e-c64868bc990/download">https://repositorio.ues.edu.sv/bitstreams/d/b3543b96-f4dc-4f6e-a21e-c64868bc990/download</a>

**Tabla N°3.** Continuación

<b>FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL</b>				
27	Determinación del costo de producción por proceso del cultivo del camarón y su tratamiento contable para la asociación cooperativa de producción agropecuaria San Hilario de R.L del municipio de Jiquilisco departamento de Usulután, 2017	Argueta Márquez, Sandra Elizabeth Hernández Romero, Ana Mabel Morales Benítez, Karla María	ENERO 2017	<a href="https://hdl.handle.net/20500.14492/24590">https://hdl.handle.net/20500.14492/24590</a>

Fuente: Elaboración propia.

**CONTAMINANTES METÁLICOS EN CETÁCEOS VARADOS EN LAS COSTAS  
SALVADOREÑAS (15)**

**Mendoza Hernández, W. E.**

**Universidad de El Salvador**

**Facultad de Ciencias Naturales y Matemática**

**2024**

**RESUMEN**

El mercurio en los cetáceos es un indicador crítico de la salud de los ecosistemas marinos y plantea graves implicaciones tanto para los animales como para el medio ambiente. Los cetáceos, al igual que los delfines y las ballenas, se encuentran en la parte superior de la red alimentaria marina. Esto significa que acumulan mercurio a través de un proceso llamado biomagnificación. Los organismos pequeños como el plancton absorben mercurio, que luego es consumido por los peces, y a medida que los depredadores más grandes comen estos peces, la concentración de mercurio aumenta a lo largo de la cadena alimentaria, alcanzando finalmente niveles tóxicos en los cetáceos.

La importancia del mercurio radica en su toxicidad, se presenta principalmente en forma de metilmercurio, que puede afectar gravemente al sistema nervioso. En los cetáceos, los niveles altos de mercurio pueden causar neurotoxicidad, deficiencias reproductivas y sistemas inmunológicos debilitados. Estos problemas de salud son preocupantes no solo para los animales individuales, sino también para la supervivencia de especies enteras, ya que pueden conducir a tasas de reproducción más bajas y a un aumento de la mortalidad.

Dado que los cetáceos se consideran "especies centinela", su salud refleja las condiciones más amplias del ecosistema marino. Los altos niveles de mercurio en los cetáceos son una señal de alerta de contaminación generalizada y sobre contaminación de los entornos marinos, lo que indica que se necesitan medidas urgentes para abordar las fuentes de contaminación, como los vertidos industriales, la minería y la gestión inadecuada de los desechos.

Esta investigación tiene como objetivo identificar la presencia de metales pesados, específicamente plomo (Pb) y mercurio (Hg), en cetáceos varados en las costas de El Salvador entre noviembre de 2021 y febrero de 2023. A través de la recolección de 22 muestras de tejido muscular y grasa de seis individuos de cinco especies (*Kogia sima*, *Stenella coeruleoalba*, *Tursiops truncatus*, *Stenella cf.*

*longirostris* y *Stenella attenuata*), se analizaron las concentraciones de estos contaminantes utilizando técnicas de Espectrofotometría de Absorción Atómica.

Los resultados revelaron que el mercurio fue el contaminante más prevalente, destacando concentraciones elevadas en *Stenella cf. longirostris* (2.62 mg/100g), mientras que el plomo solo fue detectable en *Stenella coeruleoalba* (0.0125 mg/100g). Estos hallazgos apuntan a una potencial bioacumulación de mercurio a través de la cadena trófica y subrayan la importancia de los cetáceos como indicadores de salud del ecosistema marino.

**Palabras clave:** Cetáceos, Mercurio, Plomo, Metales pesados, Bioacumulación, Ecosistemas marinos, Especies centinela, Contaminación marina, Espectrofotometría de Absorción Atómica.

## INTRODUCCIÓN

la investigación destaca la relevancia de los cetáceos, que incluyen ballenas, delfines y marsopas, como un suborden de mamíferos esenciales para los ecosistemas marinos. En El Salvador, se han identificado 22 especies de cetáceos, con potencial para un total de 27 especies. Sin embargo, entre 1995 y 2019, se reportaron 49 varamientos en 28 sitios del litoral salvadoreño, y las causas de estos eventos aún son poco comprendidas.

Los metales pesados, como el plomo (Pb) y el mercurio (Hg), que están naturalmente presentes en los océanos, pero amplificados por actividades humanas (industriales, urbanas, agrícolas), pueden representar una amenaza para los cetáceos. Estos contaminantes, incluso en bajas concentraciones, generan toxicidad y comprometen las defensas metabólicas de los organismos, aumentando su vulnerabilidad a otros factores estresantes e incluso provocando la muerte.

El objetivo principal de esta investigación fue identificar la presencia de plomo y mercurio en los tejidos musculares y grasos de cetáceos varados en El Salvador. Esto incluyó análisis comparativos de las concentraciones de metales en relación con variables biológicas como especie, tamaño y sexo. El estudio tiene como fin aportar información valiosa para entender mejor las posibles causas de los varamientos y fomentar estrategias de conservación de los cetáceos en la región.

Se recolectaron 22 muestras en total, distribuidas entre grasa y músculo, provenientes de 6 especímenes varados pertenecientes a 5 especies diferentes de cetáceos: *Kogia sima*, *Stenella attenuata*, *Stenella cf. longirostris*, *Stenella coeruleoalba* y *Tursiops truncatus*.

De cada espécimen, se obtuvieron duplicados de tejido muscular y graso, y cada muestra fue sometida a análisis para determinar la presencia de plomo y mercurio. Esto resultó en un total de 11 análisis para plomo y 11 para mercurio.

En la investigación, se siguieron metodologías rigurosas tanto en el campo como en el laboratorio para analizar la presencia de metales pesados (plomo y mercurio) en cetáceos varados en las costas.

#### **Fase de campo:**

Recolecta de muestras: Se visitaron los sitios de varamientos en la costa salvadoreña entre noviembre de 2021 y febrero de 2023. De cada cetáceo varado, dependiendo del estado de descomposición, se recolectaron muestras de músculo y grasa. Estas muestras fueron tomadas en la región anterior de la aleta dorsal.

Preservación de muestras: Las muestras recolectadas, en submuestras de 200 g aproximadamente, fueron empacadas en bolsas etiquetadas, indicando datos como especie, tipo de tejido, lugar y fecha. Posteriormente, se transportaron en hieleras con suficiente hielo para su análisis en laboratorio.

Variabes biológicas: Durante esta fase, se registraron datos como especie, talla, sexo, edad relativa, y el grado de descomposición de los especímenes, utilizando una ficha de varamientos.

**Fase de laboratorio:** Los análisis fueron realizados en el laboratorio de FUSADES siguiendo procedimientos específicos para cada metal.

#### **Determinación de plomo:**

Las muestras se acidificaron con ácido nítrico concentrado en bombas de teflón y se dejaron reposar a temperatura ambiente durante la noche. Posteriormente, se colocaron en un horno a 130 °C por 20 horas. Después del enfriamiento, se transfirieron a balones volumétricos y se realizaron las lecturas utilizando un Espectrofotómetro de Absorción Atómica (AA) con horno de grafito.

#### **Determinación de mercurio:**

Las muestras fueron sometidas a digestión con ácido sulfúrico y ácido nítrico concentrado a 90 °C durante una hora. Posteriormente, se añadieron soluciones de permanganato de potasio y persulfato de potasio, dejando las muestras reposar por 12 horas. Finalmente, se realizaron las lecturas en el Espectrofotómetro de AA con generador de hidruros.

Conclusiones: se detectó mercurio en mayores concentraciones que plomo en todas las especies estudiadas. Las especies del género *Stenella* mostraron una mayor tendencia a concentrar mercurio.

se refleja la necesidad de estudios adicionales sobre ecotoxicología y transferencia de contaminantes en la cadena alimenticia.

## EQUIPOS E INSTRUMENTOS

### Equipos principales:

- Espectrofotómetro de Absorción Atómica (AA): Equipado con horno de grafito para el análisis de plomo (Pb). Con generador de hidruros para el análisis de mercurio (Hg).
- Bombas de teflón: Utilizadas para la digestión ácida de las muestras.
- Horno: Configurado a 130 °C para realizar digestión controlada de las muestras de plomo.
- Balanza analítica: Para medir las muestras con alta precisión (0.2 g para plomo y 0.15-0.3 g para mercurio).

### Instrumentos auxiliares:

- Vasos de precipitados y balones volumétricos (100 mL): Para diluciones y aforos.
- Cámara de gases: Para aplicar y manejar ácidos durante la digestión de muestras.
- Licuadora: Para homogeneizar y triturar los tejidos recolectados.

### Reactivos químicos utilizados:

- Ácido nítrico y ácido sulfúrico: Para la digestión de las muestras.
- Permanganato de potasio y persulfato de potasio: En el análisis de mercurio.
- Hidrocloruro de hidroxilamina: Para neutralizar el exceso de permanganato.

## PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

**Fase de Campo:** se llevó a cabo entre noviembre de 2021 y febrero de 2023, involucrando todo el litoral salvadoreño donde se registraron los varamientos de cetáceos.

### Pasos principales:

**Identificación de individuos:** Cuando se reportaba un varamiento, se examinaba el cetáceo para registrar variables como especie, sexo, longitud total, edad relativa y el estado de descomposición.

**Toma de muestras:** Las muestras de tejido muscular y graso se colectaron de la región anterior a la aleta dorsal. Se recolectaron duplicados de cada tipo de tejido (aproximadamente 200 g por muestra), dependiendo de las condiciones del espécimen.

Almacenamiento y transporte: Las muestras se etiquetaron cuidadosamente con información relevante (especie, lugar y tipo de tejido) y se transportaron en hieleras con suficiente hielo para mantenerlas en condiciones óptimas.

**Fase de Laboratorio:** se realizó en el laboratorio de FUSADES en la unidad de análisis físico-químico de alimentos, utilizando técnicas de espectrofotometría para analizar los niveles de plomo (Pb) y mercurio (Hg) en las muestras.

Método para el análisis de plomo: Se homogeneizó y pesó la muestra (0.2 gramos aproximadamente). Se acidificó con ácido nítrico en bombas de teflón y se dejó reposar a temperatura ambiente por una noche. La muestra fue sometida a digestión en un horno a 130°C durante 20 horas. Luego se dejó enfriar y fue transferida a balones volumétricos para luego realizar las lecturas en un Espectrofotómetro de Absorción Atómica (AA) con horno de grafito.

Método para el análisis de mercurio: Se homogeneizó y pesó la muestra (0.15-0.3 gramos aproximadamente). Se sometió a digestión con ácido sulfúrico y nítrico a 90°C durante una hora. Las muestras fueron tratadas con soluciones de permanganato de potasio y persulfato de potasio, dejándolas reposar por 12 horas. Se neutralizó el exceso de permanganato con hidrócloruro de hidroxilamina y se transfirió la muestra a balones volumétricos. Las lecturas se realizaron en un Espectrofotómetro de Absorción Atómica con generador de hidruros.

Controles de calidad: En ambos análisis se aplicaron estándares del analito, muestras en blanco, muestras fortificadas y duplicados para garantizar la precisión de los resultados.

## RESULTADOS

### Registro y análisis de especímenes:

Se registraron 11 varamientos de cetáceos entre noviembre de 2021 y febrero de 2023. De estos, se recolectaron muestras de grasa y músculo de 6 especímenes pertenecientes a cinco especies: *Kogia sima*, *Stenella attenuata*, *Stenella cf. longirostris*, *Stenella coeruleoalba* y *Tursiops truncatus*. En total, se realizaron 22 análisis, distribuidos entre mercurio (Hg) y plomo (Pb).

**Tabla N°4.** varamientos ocurridos de noviembre de 2021 a febrero de 2023 en las costas salvadoreñas

N°	Fecha de varamiento	Nombre Común	Nombre científico	Playa	Departamento	Recolecta de tejidos
1	23/11/2021	"cachalote enano"	<i>Kogia sima</i>	Barra Salada	Sonsonate	Si
2	9/2/2022	"delfin listado"	<i>Stenella coeruleoalba</i>	Las Flores	La libertad	Si
3	25/3/2022	"cachalote enano"	<i>Kogia sima</i>	Los Cóbano	Sonsonate	No
4	18/6/2022	"delfin listado"	<i>Stenella coeruleoalba</i>	El Zapote	La Paz	No
5	31/8/2022	"cachalote enano"	<i>Kogia sima</i>	San Diego	La libertad	No
6	10/9/2022	"nariz de botella"	<i>Tursiops truncatus</i>	El Faro	Sonsonate	Si
7	14/10/2022	"delfin listado"	<i>Stenella coeruleoalba</i>	La Paz	La libertad	Si
8	4/11/2022	"delfin manchado"	<i>Stenella attenuata</i>	Acajutla	Sonsonate	Si
9	5/11/2022	"delfin girador o tornillo"	<i>Stenella cf longirostris</i>	El Espino	Usulután	Si
10	27/12/2022	"ballena picuda o zifio"	<i>Mesoplodon sp</i>	Barra Ciega	Sonsonate	No
11	22/12/2023	"delfin común"	<i>Delphinus delphis</i>	Costa del Sol	La paz	No

**Concentraciones de metales pesados (Pb y Hg):**

Plomo (Pb): El plomo tuvo concentraciones indetectables en la mayoría de las muestras. Se detectó únicamente en *Stenella coeruleoalba*, con un promedio de 0.0125 mg/100g. En otras especies, los niveles de plomo fueron prácticamente 0.

Mercurio (Hg): Fue el metal más prevalente, encontrado en mayores concentraciones. La especie *Stenella cf. longirostris* presentó la concentración más alta con un promedio de 2.62 mg/100g, particularmente en el tejido graso. En comparación, los niveles más bajos de mercurio se registraron en *Kogia sima* (0.005 mg/100g).

**Tabla N°5.** Promedio de concentración por especie varada.

Nombre Científico	Mercurio (mg/100g)	Plomo (mg/100g)
<i>Kogia sima</i>	0.005	0
<i>Stenella attenuata</i>	2.11	0
<i>Stenella cf longirostris</i>	2.62	0
<i>Stenella coeruleoalba</i>	0.075	0.0125
<i>Tursiops truncatus</i>	0.28	0

**Comparación por tipo de tejido:**

Mercurio mostró mayores concentraciones en tejidos de grasa (1.062 mg/100g) que en músculo (0.79 mg/100g).

Plomo, en general, presentó concentraciones mínimas o indetectables tanto en grasa como en músculo (grasa: 0.006 mg/100g, músculo: 0.0033 mg/100g).

**Tabla N°6.** Promedio de análisis de Hg y Pb.

Tejido	Mercurio mg/100g	Plomo mg/100g
Grasa	1.062	0.006
Músculo	0.79	0.003333333

**ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS**

Esta investigación pone en perspectiva los hallazgos obtenidos en el análisis de contaminantes metálicos en cetáceos varados y su relevancia ecológica y científica.

**Contextualización de los resultados:**

La presencia de mercurio (Hg) en mayor concentración respecto al plomo (Pb) refleja patrones consistentes con estudios similares en otras regiones, donde los odontocetos presentan una acumulación más alta de metales pesados debido a su posición en la cadena trófica. Este resultado refuerza la idea de que los cetáceos son indicadores bioacumulativos de contaminación marina.

El plomo fue prácticamente indetectable en la mayoría de las especies, excepto en *Stenella coeruleoalba* con concentraciones bajas (0.0125 mg/100g). Esto podría deberse a una menor

exposición directa a fuentes de plomo o a una rápida excreción de este metal en comparación con el mercurio.

#### **Bioacumulación y diferencias por tejido:**

El mercurio se encontró en concentraciones más altas en la grasa (1.062 mg/100g) en comparación con el músculo (0.79 mg/100g), lo que sugiere que este tejido actúa como un depósito primario para metales lipofílicos como el mercurio, especialmente en su forma de metilmercurio.

En contraste, el plomo mostró concentraciones menores tanto en grasa (0.006 mg/100g) como en músculo (0.0033 mg/100g), lo que coincide con la literatura científica sobre la menor afinidad de este metal por los tejidos grasos.

#### **Variabilidad entre especies:**

La especie *Stenella cf. longirostris* presentó las concentraciones más altas de mercurio (2.62 mg/100g), indicando una posible relación con su dieta y hábitos tróficos específicos, así como una mayor exposición a fuentes contaminantes. Esta variación entre especies pone de manifiesto cómo la ecología de cada taxón influye en la bioacumulación de contaminantes.

En el caso del plomo, su presencia limitada en *Stenella coeruleoalba* plantea preguntas sobre posibles fuentes puntuales de contaminación en su hábitat.

#### **Comparativa con estudios previos:**

Los resultados son consistentes con investigaciones internacionales como las de Delgado-Suárez et al. (2023), que reportaron concentraciones similares de metales pesados en cetáceos. Sin embargo, esta investigación destaca al mercurio como el metal más prevalente en las muestras analizadas, lo que es coherente con su facilidad de bioacumulación a lo largo de la red trófica.

A diferencia de estudios donde las concentraciones de mercurio en hígado y riñones superan las encontradas en músculo, los valores aquí reportados muestran que el músculo y la grasa son también importantes reservorios de contaminantes.

#### **Implicaciones ecológicas y futuras investigaciones:**

La prevalencia de mercurio subraya el impacto de la contaminación marina y la necesidad de abordar las fuentes antrópicas, como actividades mineras, descargas industriales y la acumulación de contaminantes en la cadena alimenticia.

Este estudio abre la puerta a nuevas líneas de investigación relacionadas con los efectos subletales de estos contaminantes en la fisiología y reproducción de los cetáceos, así como su impacto en otros organismos marinos.

### CONCLUSIONES

La presencia de Hg y Pb fue detectable en algunos especímenes que varan en la costa salvadoreña.

Las especies del género *Stenella* parecen estar mayormente relacionadas a concentraciones más elevadas de Hg, lo que podría ser indicio de una acumulación trófica.

Con respecto a la comparación de las variables biológicas se concluye que la presencia de los metales pesados Plomo y Mercurio en dicha investigación se encuentra presente desde estadios juveniles, particularmente en machos, lo que da apertura a nuevas líneas de investigación vinculadas a estudios de ecología trófica y transferencia de contaminantes a través de la ingesta de presas con presencia de dicho metal.

### RECOMENDACIONES

Realizar investigaciones vinculadas a estudios de ecología trófica, ecotoxicología y transferencia de contaminantes a través de la alimentación, ya que es posible que peces de importancia comercial y alimenticia estén acumulando concentraciones elevadas de Hg y que estas estén siendo transferidas a los cetáceos, siendo que a mayor tiempo de vida puedan estar bioacumulando o biomagnificando estos contaminantes hasta alcanzar umbrales que generen afectaciones subletales.

Los cetáceos son mamíferos marinos de gran importancia en los ecosistemas marinos, ya que poseen un rol muy importante como fertilizadores del océano, mitigadores del cambio climático y promovedores de biodiversidad, considerando lo anterior se recomienda a las instituciones gubernamentales y no gubernamentales que brinden un apoyo para la realización de estas investigaciones en la facilidad de instrumentación (equipo de laboratorio/ reactivos), que sea un acompañamiento más cercano durante y después de la investigación que los resultados sean divulgados e incentiven a más investigaciones.

## BIBLIOGRAFÍA

Mendoza Hernández WE. Contaminantes metálicos en cetáceos varados en las costas salvadoreñas [Internet]. [San Salvador]: UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR; 2024. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.14492/30120>.

### **DETERMINACION DE CALCIO Y MAGNESIO EN SARDINAS ENLATADAS EN SALSA DE TOMATE SIN PICANTE; DE VENTA EN DOS SUPERMERCADOS RECONOCIDOS DE SAN SALVADOR (16)**

**Jovel Ortiz, D. O. De Leon Ramirez, Y. P.**

**Universidad de El Salvador**

**Facultad de Química y Farmacia**

**2023**

#### **RESUMEN**

Esta investigación se centra en analizar el contenido de calcio y magnesio en sardinas enlatadas en salsa de tomate sin picante vendidas en dos importantes supermercados de San Salvador, El Salvador. El estudio utilizó el método de valoración complejométrico para cuantificar estos minerales y verificar los resultados frente a los valores de referencia proporcionados por el Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP).

Objetivo de la investigación: Cuantificar los niveles de calcio y magnesio en seis marcas de sardina comercializadas en supermercados de San Salvador y compararlos con los valores de referencia del INCAP. Validar la precisión y fiabilidad del método de valoración complejométrico. A cada marca se le asignó un código de muestra para su identificación y se realizaron triplicados por cada una. Esto da un total de 18 muestras analizadas en los dos grandes supermercados del área metropolitana de San Salvador.

Metodología: Se tomaron muestras de seis marcas de sardinas disponibles en dos importantes cadenas de supermercados. Las muestras de sardina se sometieron a un pretratamiento y se analizaron mediante valoración complejométrico con EDTA. Se emplearon herramientas estadísticas, incluido el coeficiente de variación, para evaluar la validez de los resultados.

Conclusiones: El estudio confirmó discrepancias entre los resultados experimentales y los valores del INCAP, lo que sugiere diferencias en los métodos analíticos o en la preparación de las muestras. El método de valoración complejométrica se consideró preciso y exacto para este análisis. Se recomendaron más investigaciones utilizando métodos oficiales (por ejemplo, espectroscopia de absorción atómica) para mejorar la precisión.

**Palabras clave:** Calcio, Magnesio, Sardinias enlatadas, Valoración complejométrica con EDTA, Análisis químico, Cuantificación de minerales, Espectroscopia de absorción atómica, Control de calidad, Alimentos enlatados.

## INTRODUCCIÓN

La investigación plantea el contexto del análisis sobre el contenido de calcio y magnesio en sardinias enlatadas en salsa de tomate sin picante. Este alimento, reconocido por sus propiedades nutricionales, es conservado de forma que retiene sus características organolépticas y su valor nutritivo gracias al proceso térmico al que es sometido. La sardina, rica en grasas saludables como los ácidos omega 3, vitaminas (D, A, B<sub>1</sub>, B<sub>12</sub>, B<sub>6</sub>) y minerales esenciales (calcio, hierro, magnesio, sodio, potasio y zinc), ha sido seleccionada como objeto de estudio por su relevancia en la dieta y su accesibilidad.

El objetivo principal es determinar el contenido de calcio, el mineral más abundante en el cuerpo humano y fundamental para la formación ósea, la función muscular y el sistema nervioso, junto con el magnesio, que regula la absorción de calcio y contribuye a procesos metabólicos esenciales. Se analizaron muestras de seis marcas de sardinias comercializadas en dos cadenas de supermercados de la zona metropolitana de San Salvador. Para ello, se utilizó el método de valoración complejométrico.

El estudio se llevó a cabo en dos etapas: una investigación bibliográfica y otra experimental. En esta última, las muestras fueron tratadas y valoradas para cuantificar el calcio y el magnesio. Los datos se analizaron estadísticamente para garantizar su validez, destacando que, aunque los valores obtenidos difieren de las tablas del INCAP, el análisis fue considerado fiable debido al rigor metodológico aplicado.

El análisis de las muestras se realizó en el Laboratorio de Química Analítica de la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador. El método complejométrico utilizado es un no oficial tomado del manual de Química Analítica Cuantitativa de la Facultad, razón por la cual para garantizar la fidelidad de los resultados se utilizó un método estadístico que consiste en realizar una distribución de frecuencia para datos agrupados, también se hizo uso del coeficiente de variación, que con la ayuda

de la tabla de interpretación de dicho coeficiente se pudo determinar la confiabilidad de dichos resultados.

### **EQUIPOS E INSTRUMENTOS**

Equipos:

- Balanza analítica
- Estufa
- Agitador
- Hot plate

Materiales:

- Erlenmeyer de 250 mL
- Beakers (250 mL y 100 mL)
- Probetas (25 mL y 100 mL)
- Balones volumétricos (50.0 mL, 100.0 mL y 250.0 mL)
- Pipeta volumétrica de 10.0 mL
- Bureta de 50 mL junto con soporte para bureta completo
- Espátula
- Desecador
- Papel filtro Whatman de grado 42 libre de cenizas

Reactivos utilizados

Soluciones químicas:

- Solución buffer de cloruro de amonio-hidróxido de amonio ( $\text{NH}_4\text{Cl-NH}_4\text{OH}$ )
- Hidróxido de sodio (NaOH)
- Ácido etilendiaminotetraacético (EDTA)
- Indicadores: Negro de eriocromo T y murexida (purpurato de amonio)

### **PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL**

**Muestreo y pretratamiento de las muestras:**

**Selección de muestras:**

- Se recopilaron sardinas de seis marcas comercializadas en las dos cadenas de supermercados principales de San Salvador.

- Se adquirieron tres latas por marca, haciendo un total de 18 muestras.

**Pretratamiento:**

- El contenido de las latas se escurrió y se lavó con agua destilada para eliminar la salsa de tomate.
- Colocaron los filetes de sardina en un beaker con 100 mL de agua destilada.
- Las muestras se sellaron con papel parafilm y se refrigeraron durante 24 horas.
- Finalmente, filtraron utilizando papel filtro Whatman grado 42, conservando el filtrado para análisis posterior.

**Determinación de magnesio:**

- Se midieron 10 mL de la muestra pretratada con una pipeta volumétrica y se colocaron en un Erlenmeyer.
- Se añadió solución buffer de cloruro de amonio-hidróxido de amonio para ajustar el pH a 10 (verificado con tiras de papel pH).
- Se incorporó una mínima cantidad de indicador negro de eriocromo T.
- Se llenó una bureta con solución estándar de EDTA previamente estandarizada.
- Se tituló la muestra hasta observar el viraje de color de rojo vino a azul.
- Se repitió la titulación en triplicado para cada marca.

**Determinación de calcio:**

- Se midieron otros 10 mL de la muestra pretratada y se depositaron en un Erlenmeyer.
- Se agregaron gotas de hidróxido de sodio (NaOH) para llevar el pH a 12, confirmado con tiras de papel pH.
- Se añadió indicador murexida (purpurato de amonio).
- Se llenó la bureta con solución de EDTA estandarizada.
- Se tituló hasta el cambio de color de rosado a violeta.
- También se realizaron tres réplicas por marca.

**Cálculo de resultados:**

- Se emplearon fórmulas específicas para determinar las concentraciones de calcio ( $\text{Ca}^{2+}$ ) y magnesio ( $\text{Mg}^{2+}$ ) en partes por millón (ppm).
- Se analizaron estadísticamente los resultados mediante la media aritmética, desviación estándar y coeficiente de variación para validar la precisión del método.

## RESULTADOS

### Cuantificación de Calcio y Magnesio:

Los resultados de las mediciones de calcio y magnesio utilizando el método complejométrico mostraron los siguientes valores promedio por marca (por cada 75 g de sardinas escurridas):

#### Calcio (mg):

- Calvo (CV): 99.85
- Del Norte (DN): 86.33
- La Sirena (LS): 63.78
- Pacífico Azul (PA): 80.53
- Sardimar (SM): 61.20
- Verdemar (VM): 90.19

#### Magnesio (mg):

- Calvo (CV): 43.37
- Del Norte (DN): 26.96
- La Sirena (LS): 28.13
- Pacífico Azul (PA): 29.69
- Sardimar (SM): 23.05
- Verdemar (VM): 28.52

### Comparación con Valores del INCAP:

Referencia INCAP por cada 100 g de sardinas:

- Calcio: 240 mg
- Magnesio: 34 mg

Interpretaciones:

Los valores experimentales de calcio fueron consistentemente menores que los valores reportados por el INCAP. En el caso del magnesio, algunas marcas (Calvo, Del Norte, La Sirena, Pacífico Azul y Verdemar) superaron el valor de referencia del INCAP, mientras que Sardimar estuvo por debajo.

Precisión y Validez del Método:

Coefficientes de variación:

- Calcio: 21.77%

- Magnesio: 24.92%

Esto indica que los análisis fueron estadísticamente confiables, ya que los coeficientes de variación están por debajo del umbral del 30%, necesario para validar los datos.

El método complejométrico demostró ser preciso y exacto cuando se evaluó con un estándar de referencia (carbonato de calcio), con un porcentaje de recuperación aparente del 108.59% y una desviación estándar del 1.47%.

## **ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS**

### **Desempeño de las marcas analizadas:**

En términos de calcio, los valores experimentales oscilaron entre 61.20 mg y 99.85 mg por 75 g de sardinas, lo que resulta consistentemente inferior al valor de referencia del INCAP de 240 mg por 100 g de producto.

Marcas con mayor cantidad de calcio: Calvo (99.85 mg) y Verdemar (90.19 mg).

Marca con menor cantidad: Sardimar (61.20 mg).

Respecto al magnesio, los resultados variaron entre 23.05 mg y 43.37 mg por 75 g, con algunas marcas, como Calvo, Pacífico Azul y Verdemar, superando el valor referencial del INCAP de 34 mg por 100 g.

Marca con mayor contenido de magnesio: Calvo (43.37 mg).

Marca con menor contenido: Sardimar (23.05 mg).

### **Comparación con los valores de referencia del INCAP:**

El calcio está significativamente por debajo de los valores del INCAP, lo cual puede deberse a: Limitaciones del método complejométrico utilizado, que no garantiza la extracción máxima del mineral. Diferencias en los procedimientos analíticos utilizados en la investigación y aquellos considerados para las tablas del INCAP. En el caso del magnesio, aunque algunas marcas muestran valores cercanos o superiores al estándar, existen variaciones que podrían estar influenciadas por factores como el pretratamiento de la muestra o la variabilidad entre lotes.

### **Validez y precisión del método:**

El método complejométrico demostró ser estadísticamente confiable.

Coefficientes de variación: 21.77% para calcio y 24.92% para magnesio (dentro del umbral de aceptación del 30%).

Evaluación de precisión y exactitud: recuperación aparente del 108.59%, con desviación estándar de 1.47% y coeficiente de variación de 1.35%, lo que confirma que el método es preciso y confiable.

#### **Discrepancias y conclusiones:**

Los valores de calcio y magnesio en las sardinas analizadas difieren significativamente de los reportados en las tablas del INCAP. Estas discrepancias pueden deberse a diferencias metodológicas, el pretratamiento de las muestras o a la falta de máxima extracción de los minerales presentes.

Las diferencias entre los resultados experimentales y los valores del INCAP no invalidan la investigación, pero sí destacan la necesidad de utilizar métodos más robustos, como espectrometría de absorción atómica.

Las variaciones también subrayan la importancia de un pretratamiento adecuado para maximizar la extracción de minerales de las muestras.

### **CONCLUSIONES**

Para las 6 marcas de sardina enlatada en salsa de tomate sin picante que fueron analizadas cuantificando la cantidad de Calcio y Magnesio, los resultados obtenidos en las determinaciones difieren de los valores reportados por las tablas del INCAP, en este sentido, resulta importante señalar que dichos valores son aproximaciones al contenido real que puede tener cada matriz alimenticia, y esta diferencia no desestima la utilidad de las tablas ya que son una herramienta en diversas tareas que encierra el proceso de la seguridad alimentaria nutricional. Otro factor que pudo haber influido en la variabilidad de los resultados fue el pretratamiento de la muestra, el cual probablemente no permitió extraer la máxima cantidad de minerales contenidos en esta.

Al evaluar la exactitud y precisión del método complejométrico con un estándar de referencia, se pudo determinar que el método es exacto y preciso ya que los parámetros evaluados como el porcentaje de recuperación aparente, desviación estándar y coeficiente de variabilidad están dentro de los criterios de aceptación.

## RECOMENDACIONES

Debido a las discrepancias entre los resultados obtenidos para la cuantificación de Calcio y Magnesio en sardinas enlatadas en salsa de tomate sin picante con los valores de la Tabla INCAP, a futuros investigadores se recomienda utilizar el método oficial proporcionado por la Asociación Oficial de Químicos Analíticos (AOAC, 2005) 985.35 para cuantificar el contenido de calcio en alimentos, denominado espectrometría de absorción atómica con llama o encontrar un método adecuado para la cuantificación de Magnesio ya que es el valor que más difiere de los resultados esperados.

Para futuras investigaciones se recomienda realizar una validación completa del método complejométrico para la determinación de calcio y magnesio en sardinas enlatadas en salsa de tomate sin picante.

## BIBLIOGRAFÍA

De Leon Ramirez YP. Determinación de calcio y magnesio en sardinas enlatadas en salsa de tomate sin picante; de venta en dos supermercados reconocidos de San Salvador [Internet]. [San Salvador]: UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR; 2023. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.14492/2073>

## ELABORACIÓN DE COAGULANTE A PARTIR DE LOS DESECHOS DE CAMARÓN (EXOESQUELETOS) PROVENIENTES DE LOS NEGOCIOS DE VENTA DE MARISCOS DEL MALECÓN DEL PUERTO DE LA LIBERTAD, Y EVALUACIÓN DE SU EFECTIVIDAD EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES (17)

**Baños Zepeda, C. C. Montti Quevedo, V. M. Rodríguez Rodríguez, J. A.**

**Universidad de El Salvador**

**Facultad Ingeniería y Arquitectura**

**2023**

## RESUMEN

Este trabajo documenta el desarrollo de un coagulante innovador a partir de desechos de camarón, específicamente exoesqueletos recolectados del Malecón del Puerto de La Libertad, en El Salvador.

El objetivo principal fue aprovechar estos residuos para sintetizar quitosano, un biopolímero con propiedades coagulantes, y evaluar su efectividad en el tratamiento de aguas residuales.

El número de muestras utilizadas en la investigación varía según la etapa del proceso experimental, detallado en la metodología.

Pesada de camarones: Muestras aleatorias de diferentes tamaños de camarón (chacalín, pequeño, mediano/grande, jumbo). Cantidades precisas no especificadas, pero se pesaron por duplicado para cada categoría.

Proceso de secado y pulverizado: Se seleccionaron 33.55 g de exoesqueletos (previamente secos) para los experimentos de desmineralización, desproteinización y desacetilación.

Pruebas de jarras: Se realizaron múltiples pruebas con 400 mL por jarra, para cada concentración y dosis del coagulante de Quitosano 58 (0.25%, 0.5%, 1%, y 1.5% en ácido acético), y se evaluaron 6 dosificaciones (0.25 mL a 3 mL).

Principales hallazgos y resultados:

Producción de Quitosano 58: Se obtuvo un quitosano con grado de desacetilación del 58%, lo cual lo hace efectivo como coagulante. El rendimiento del proceso fue del 7.6%, es decir, 7.6 g de quitosano por cada 100 g de exoesqueletos.

Generación de residuos: Los desechos de camarón en el área del Malecón alcanzan unas 520.55 libras diarias, lo que podría traducirse en 17.94 kg de quitosano diariamente.

Efectividad del Quitosano 58: Durante pruebas de jarras, el quitosano mostró un rendimiento superior, alcanzando hasta un 98.9% de remoción de turbidez en una muestra de agua residual con turbidez inicial de 374.1 NTU (Unidades de Turbidez Nefelométricas).

Comparación con Policloruro de aluminio (PAC): El Quitosano 58 superó al PAC, demostrando mayor eficiencia en remoción de turbidez, incluso a bajas concentraciones.

Conclusiones: El quitosano es una alternativa sostenible y eficiente para el tratamiento de aguas residuales. Los residuos de camarón pueden transformarse en productos útiles, promoviendo la economía circular. Este trabajo propone la viabilidad del uso de biopolímeros naturales en soluciones ambientales innovadoras.

**Palabras clave:** Coagulante innovador, Desechos de camarón, Exoesqueletos, Quitosano, Tratamiento de aguas residuales, Pesada de camarones, Secado y pulverizado, Desmineralización, Desproteínización, Desacetilación, Pruebas de jarras, Grado de desacetilación (58%).

## INTRODUCCIÓN

La investigación presentada se centra en una solución innovadora y sostenible para la gestión de aguas residuales, utilizando como base los desechos de camarón generados por los negocios del Malecón del Puerto de La Libertad, en El Salvador. El objetivo principal es aprovechar los exoesqueletos de camarón, una fuente subutilizada, para sintetizar quitosano, un biopolímero reconocido por sus propiedades coagulantes. Este se propone como una alternativa a los coagulantes químicos convencionales en el tratamiento de aguas residuales.

El enfoque incluye no solo la extracción y caracterización del quitosano, sino también la evaluación de su efectividad en comparación con coagulantes inorgánicos como el PAC (policloruro de aluminio). Además, se analiza el impacto potencial de la reutilización de estos desechos, tanto en términos ambientales como económicos, promoviendo prácticas de economía circular y reduciendo la contaminación. Esta investigación también abre la puerta a futuras exploraciones sobre la aplicación del quitosano en otros contextos industriales.

## EQUIPOS E INSTRUMENTOS

### Equipos Principales

Equipo para prueba de jarras: Utilizado para determinar la dosis óptima de coagulantes y evaluar la eficiencia en la remoción de turbidez.

Turbidímetro: Instrumento empleado para medir la turbidez de las muestras de agua y determinar el grado de remoción de sólidos suspendidos.

Medidor de pH: Fundamental para el control de pH en las diferentes etapas del experimento, como la síntesis y caracterización del quitosano.

Horno de secado: Utilizado para eliminar la humedad de las muestras de exoesqueletos de camarón tras los procesos de limpieza y secado.

Balanzas analíticas y semianalíticas: Esenciales para pesar con precisión las muestras en cada etapa del proceso.

Agitador magnético con calentador: Facilita la agitación y control de temperatura durante las reacciones químicas, como la desmineralización y desacetilación.

#### Cristalería y Materiales Complementarios

- Vasos de precipitado (50 mL a 500 mL)
- Matraces Erlenmeyer (100 mL a 250 mL)
- Pipetas y buretas
- Papel filtro y embudo
- Tamiz para el triturado y clasificación del tamaño de partículas de los exoesqueletos.

#### Reactivos y Soluciones

- Ácido clorhídrico (HCl)
- Hidróxido de sodio (NaOH)
- Ácido acético
- Polímeros como el policloruro de aluminio para la comparación.
- Otros agentes como bicarbonato de sodio, sulfato de magnesio, y sulfato de amonio para formulación de agua residual sintética.

## **PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL**

### **Recolección y preparación de muestras de camarón**

Obtención de muestras: Las cascarillas de camarón (exoesqueletos) se recolectan en la zona de estudio (Mercado del Mar, Puerto de La Libertad).

Limpieza: Se eliminan residuos orgánicos adheridos a las cascarillas mediante lavado con agua.

Secado: Las muestras se secan en un horno o al sol hasta obtener un peso constante.

Macerado: Posteriormente, se pulverizan las cascarillas para obtener un polvo fino que facilite las reacciones químicas.

## **Extracción de quitina**

**Desmineralización:** El polvo de las cascarillas se somete a un tratamiento con una solución de ácido clorhídrico (HCl) al 5.4% para eliminar carbonatos de calcio y otros minerales. Luego, la muestra es lavada y secada nuevamente.

**Desproteización:** El material desmineralizado se trata con hidróxido de sodio (NaOH) al 0.5-2% a una temperatura de 60 °C, eliminando las proteínas. Posteriormente, se lava hasta alcanzar pH neutro y se seca.

## **Síntesis de quitosano**

**Desacetilación:** La quitina obtenida se trata con NaOH al 60% p/v a 80-90 °C durante tres horas, promoviendo la eliminación parcial de los grupos acetilo para formar quitosano. El producto es lavado y secado para su almacenamiento.

## **Preparación del coagulante**

**Solubilización:** El quitosano se diluye en ácido acético (0.3 M) para preparar soluciones al 0.25%, 0.5%, 1%, y 1.5%. Estas soluciones se usan como coagulantes.

## **Evaluación de eficiencia del coagulante**

**Preparación de aguas residuales sintéticas:** Se formula una mezcla representativa de aguas residuales típicas, usando componentes como gelatina, almidón, sales, y jabones para alcanzar una turbidez inicial promedio de 374.1 NTU.

**Pruebas de jarras:** Se realizan pruebas de jarras con diferentes concentraciones y dosificaciones del coagulante. Se agita a 220 rpm por 20 minutos, seguido de 20 minutos de sedimentación.

**Análisis:** Se mide la turbidez del clarificado para calcular el porcentaje de remoción y determinar la dosis óptima.

**Comparación con coagulantes convencionales:** Se realiza el mismo procedimiento con un coagulante inorgánico de referencia (policloruro de aluminio) para comparar su eficiencia respecto al quitosano.

## RESULTADOS

Los resultados de esta investigación muestran el impacto positivo y la viabilidad del uso de los desechos de camarón para la producción de un coagulante a base de quitosano, llamado Quitosano 58, en el tratamiento de aguas residuales.

**Producción y Rendimiento del Quitosano 58:** Se obtuvo un grado de desacetilación del 58%, logrando que el producto final calificara como quitosano. El rendimiento fue de 7.6%, es decir, 7.6 g de Quitosano 58 por cada 100 g de desechos de camarón utilizados.

**Evaluación del Coagulante:** Se realizaron pruebas de jarras con Quitosano58 a diferentes concentraciones (0.25%, 0.5%, 1% y 1.5%).

El mejor resultado se obtuvo con una dosificación de 2 mL de Quitosano 58 al 0.25%, alcanzando un 98.9% de remoción de turbidez en un agua residual con una turbidez inicial promedio de 374.1 NTU.

**Comparación con PAC:** Quitosano 58 mostró mayor eficiencia que el policloruro de aluminio (PAC). Mientras que la mejor dosificación de PAC al 1.5% obtuvo un 94.7% de remoción de turbidez, Quitosano 58 alcanzó valores superiores al 98% a menores concentraciones.

### **Impacto Ambiental y Económico:**

En la zona del Malecón del Puerto de La Libertad, se generan 520.55 libras de desechos de camarón diariamente, lo que permitiría producir 17.94 kg de Quitosano 58 por día.

Este coagulante biodegradable y con baja toxicidad tiene el potencial de reducir significativamente la contaminación y promover la economía circular en la industria camaronera.

## ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

La investigación logra cumplir con sus objetivos al evidenciar la viabilidad y efectividad del uso de desechos de camarón, como los exoesqueletos, para elaborar un coagulante sostenible a base de quitosano.

**Viabilidad técnica:** El proceso desarrollado para la síntesis de Quitosano 58 muestra ser técnicamente viable, con un rendimiento del 7.6% respecto a la masa inicial de los exoesqueletos. Si bien el rendimiento es modesto, está en línea con estudios previos sobre la extracción de quitosano y su grado de desacetilación, alcanzando un valor del 58%, que lo clasifica como un coagulante efectivo.

La metodología para desmineralización y desproteínización de los exoesqueletos fue adecuada y logró el aislamiento eficiente de la quitina, base para producir el quitosano.

**Eficiencia del coagulante:** Durante las pruebas de jarras, Quitosano 58 demostró remover el 98.9% de turbidez del agua residual sintética a una concentración del 0.25% y una dosificación de 2 mL. Este rendimiento es superior al que se observa comúnmente con coagulantes convencionales como el PAC, el cual alcanzó una remoción máxima del 94.7% bajo las mismas condiciones.

Se observó que el quitosano en bajas concentraciones mantiene una alta eficiencia, mientras que, a mayores concentraciones, su capacidad de remoción disminuye debido a la posible saturación del sistema o al incremento de su viscosidad.

**Impacto ambiental y sostenibilidad:** El uso de los desechos del camarón para sintetizar quitosano aborda directamente un problema ambiental, al reducir los desechos orgánicos provenientes de la industria pesquera. En la zona del Malecón del Puerto de La Libertad, se generan alrededor de 520.55 libras de desechos de camarón al día, que podrían producir hasta 17.94 kg de Quitosano 58 diariamente.

El quitosano es un coagulante biodegradable, lo que representa una ventaja significativa frente a los coagulantes inorgánicos, que pueden generar subproductos no deseados y más difíciles de manejar.

**Comparación con coagulantes comerciales:** Quitosano 58 supera en eficiencia al PAC en términos de remoción de turbidez, mostrando resultados consistentes en un rango de dosis de 1 a 3 mL. Además, su efectividad en concentraciones bajas lo hace competitivo en términos de costo-beneficio y más adecuado para ciertos contextos operativos.

**Retos observados:** El proceso de producción de quitosano, aunque exitoso, podría beneficiarse de una optimización adicional para mejorar el rendimiento y reducir costos.

Es necesario ampliar las pruebas a diferentes tipos de aguas residuales (domésticas e industriales) para validar su efectividad en condiciones más diversas.

Los resultados de esta investigación destacan el potencial del Quitosano 58 como un coagulante alternativo y sostenible. Además, demuestra su aplicabilidad real en el tratamiento de aguas residuales, con importantes beneficios ambientales y económicos. Sin embargo, hay margen para optimizar y escalar este proceso a nivel industrial.

## CONCLUSIONES

Se elaboró un coagulante a base de quitosano, el cual se denominó Quitosano 58, en función de su grado de desacetilación de 58%, partiendo de los desechos de camarón (exoesqueletos) provenientes de los negocios de venta de mariscos del Malecón del Puerto de La Libertad, y cuyo rendimiento fue de 7.6 g de Quitosano 58 por cada 100 g de exoesqueletos de camarón. Este resultó ser efectivo para la remoción de turbidez hasta en un 98.9% de una muestra de agua residual formulada en laboratorio con una turbidez promedio de 374.1 NTU.

Se desarrolló una marcha de laboratorio satisfactoria para la síntesis de un coagulante a base de quitosano, en el que se detalla el procedimiento para la formulación del Quitosano 58, así como sus respectivas pruebas de eficiencia, con las cuales se demostró una efectividad superior al 90% en cuanto a remoción de la turbidez de una muestra de agua residual sintética, comparándola además contra la dosificación de policloruro de aluminio bajo las mismas condiciones.

## RECOMENDACIONES

El estudio sobre la síntesis de quitosano puede retomarse para determinar una metodología experimental que permita obtener un mayor grado de conversión de quitina a quitosano, tomando en cuenta parámetros como temperatura, concentración de hidróxido de sodio, y tiempo de agitación, así como su variación durante la etapa de desacetilación de la quitina, para evaluar como influyen en la misma. Para enriquecer aún más esta investigación, se sugiere considerar la caracterización del quitosano mediante técnicas de espectroscopia infrarroja. Esta adición permitiría una comprensión más completa de las propiedades químicas y estructurales del quitosano.

La investigación sobre la eficiencia del quitosano en el agua residual puede ampliarse, una vez establecida la formulación del coagulante, con ensayos de jarras en los que se controle la influencia de parámetros como la temperatura, el pH, dureza, y en general, la naturaleza de agua residual (doméstica o industrial), en la remoción de parámetros como DQO, DBO, sólidos sedimentables, sólidos suspendidos, color y turbidez.

Considerando los valiosos hallazgos y recomendaciones resultantes de esta investigación sobre la generación de desechos de camarón en el Malecón del Puerto de La Libertad, se alienta a explorar la posibilidad de aplicar estos conocimientos en granjas de producción de camarón. Las estrategias de manejo de residuos y las prácticas sostenibles identificadas aquí podrían adaptarse y transferirse con éxito a entornos de producción de camarón, con el potencial de mejorar significativamente la

eficiencia operativa y reducir el impacto ambiental en la industria acuícola. Esto abriría nuevas oportunidades para la implementación de medidas responsables en el manejo de residuos en la producción de camarón a nivel local y nacional, contribuyendo así a la sostenibilidad de esta importante industria.

## BIBLIOGRAFÍA

Baños Zepeda CC, Montti Quevedo VM, Rodríguez Rodríguez JA. Elaboración de coagulante a partir de los desechos de camarón (exoesqueletos) provenientes de los negocios de venta de mariscos del Malecón del Puerto de La Libertad, y evaluación de su efectividad en el tratamiento de aguas residuales [Internet]. [San Salvador]: UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR; 2023. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.14492/17874>

### **IDENTIFICACION DEL *Vibrio parahaemolyticus* EN *Anadara tuberculosa* (CONCHA PELUDA) COMERCIALIZADA EN EL PUERTO DE LA LIBERTAD (18)**

**Sánchez De Milian, D. M. Avalos Platero, D. F.**

**Universidad de El Salvador**

**Facultad de Química y farmacia**

**2021**

### **RESUMEN**

Este trabajo de investigación, realizado por Débora María Sánchez de Milian y Denis Francisco Avalos Platero en abril de 2021 para optar al grado de Licenciado en Química y Farmacia en la Universidad de El Salvador, se centró en la identificación del *Vibrio parahaemolyticus* en el molusco bivalvo *Anadara tuberculosa* (concha peluda) comercializado en el muelle del puerto de La Libertad.

El estudio se llevó a cabo durante la época lluviosa y seca, recolectando muestras de *Anadara tuberculosa* en los establecimientos que comercializan este producto en el muelle. Se desarrolló una guía de inspección para evaluar la procedencia, manipulación y condiciones de almacenamiento de las conchas. Se realizaron análisis microbiológicos en el laboratorio de alimentos de CENSALUD, dividiendo las muestras en dos tratamientos: conchas lavadas y conchas sin lavar.

Los resultados mostraron la presencia de *Vibrio parahaemolyticus*, *Vibrio vulnificus*, *Vibrio alginolyticus* y *Aeromonas hydrophila*. El *Vibrio parahaemolyticus* se identificó solo en 6 muestras durante la época seca, con recuentos superiores a  $10^5$  UFC/mL, lo que no cumple con el límite máximo establecido por el RTCA 67.04.50:08 ALIMENTOS, CRITERIOS MICROBIOLÓGICOS PARA LA INOCUIDAD DE ALIMENTOS del año 2009.

En conclusión, se sugiere que el *Vibrio parahaemolyticus* está sujeto a cambios climáticos y que es autóctono de los esteros, bahías y manglares. Se recomienda la implementación de buenas prácticas de higiene en la manipulación del alimento, la limpieza de las valvas de la concha con agua y un cepillo, y la inversión en proyectos de acuicultura para garantizar condiciones sanitarias del producto.

**Palabras clave:** *Vibrio parahaemolyticus*, *Anadara tuberculosa*, Moluscos bivalvos, Contaminación microbiana, Prácticas higiénicas, Almacenamiento y manejo de mariscos

## INTRODUCCIÓN

El trabajo de investigación se centró en la identificación de *Vibrio parahaemolyticus* en el molusco bivalvo *Anadara tuberculosa* (concha peluda) comercializado en el muelle del puerto de La Libertad.

*Vibrio parahaemolyticus* es una bacteria asociada a enfermedades gastrointestinales, como gastroenteritis aguda, causadas por el consumo de pescado, moluscos y crustáceos crudos o insuficientemente cocidos.

En El Salvador, no existe un diagnóstico real sobre el agente etiológico causante de las enfermedades gastrointestinales, como las diarreas en general. La Libertad es el segundo departamento más afectado con cuadros clínicos de diarrea aguda a nivel nacional.

En la zona costera de El Salvador, es predominante el consumo de *Anadara tuberculosa* y se ha encontrado *Vibrio parahaemolyticus* en este molusco. La presencia de *Vibrio* en *Anadara tuberculosa* está influenciada por la alteración de los parámetros hidrobiológicos normales del ecosistema marino, y la proliferación del microorganismo también puede estar influenciada por variables independientes, como la temperatura, el pH y la salinidad del agua, las cuales están condicionadas por las diferentes estaciones del año.

Otros factores que pueden contribuir a la contaminación y proliferación de *Vibrio parahaemolyticus* en *Anadara tuberculosa* incluyen la frescura del producto, las prácticas higiénicas con las que se

recolecta y se comercializa, la temperatura de almacenamiento y el manejo del producto por parte del comerciante y el consumidor.

### **EQUIPO E INSTRUMENTOS**

La investigación utilizó diversos equipos e instrumentos de laboratorio, incluyendo:

- Autoclave
- Balanza semianalíticas
- Baño María
- Cabina de flujo laminar
- Cocina con magneto
- Cuenta colonias
- Estufa
- Mecheros
- Micro pipetas de 100  $\mu$ L, 1000  $\mu$ L
- Microscopio
- Refrigeradora
- Stomacher
- Azas
- Azas en L
- Beackear de 100 mL, 250 mL y 5 L
- Bolsa para stomacher
- Bolsas plásticas
- Cajas herméticas plásticas
- Cucharas plásticas
- Cuchillos de acero
- Erlenmeyer de 100 mL, 250 mL, 300 mL, 500 mL, 1000 mL y 2000 mL
- Fósforos
- Gasas
- Gradillas para tubos
- Jeringas plásticas 20 mL KOH 40%
- Magnetos
- Mascones

- Papel de aluminio
- Papel filtro
- Papel para pesar
- Papel toalla
- Placas de Petri desechables
- Porta objetos
- Probetas de 250 mL, 500 mL y 1000 mL
- Puntas plásticas para micro pipetas
- Tira química
- Tirro
- Toallas de tela
- Tubos con rosca 15 mL

Medios de cultivo:

- Agar movilidad
- Agua peptonada
- Caldo de Indol
- LIA
- TCBS
- TSA
- TSI
- Voges proskauer

Reactivos:

- $\alpha$ -naftol 5%
- Acetona
- Alcohol 70%
- Cloruro de sodio
- Cristal violeta
- kovac
- Lugol
- Safranina

## PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

El procedimiento experimental implicó la recolección de muestras de *Anadara tuberculosa* en los establecimientos que comercializan este producto en el muelle, seguido de la división de las muestras en dos tratamientos: conchas lavadas y conchas sin lavar.

Se llevó a cabo la determinación y cuantificación de *Vibrio parahaemolyticus* por el método de recuento en placa y el aislamiento en agar TSA para tinción al Gram y pruebas bioquímicas. Se aplicaron las siguientes técnicas:

Determinación y Cuantificación de *Vibrio parahaemolyticus* por el Método de Recuento en Placa:

- Lavar las valvas de las conchas con agua fría y un cepillo.
- Abrir las conchas y extraer el molusco.
- Pesar 25g del contenido homogenizado de 6 moluscos en una bolsa de polietileno.
- Añadir 225mL de agua peptonada con 3% de NaCl y homogenizar durante 2 minutos.
- Realizar diluciones seriadas (1:10, 1:100, 1:1000, 1:10000).
- Incubar las diluciones a 37°C durante 18-24 horas (época lluviosa) o 90 minutos (época seca).
- Sembrar las diluciones en placas con agar TCBS.
- Incubar las placas a 35°C durante 24 horas.
- Contar las colonias características de *Vibrio parahaemolyticus*.
- Reportar los resultados como Unidades Formadoras de Colonias (UFC) por gramo.

Aislamiento de *Vibrio parahaemolyticus* en agar TSA para tinción al Gram y pruebas bioquímicas:

Preparación de dos placas con medio TSA con 3% de NaCl.

Transferencia de colonias características de *Vibrio parahaemolyticus* del agar TCBS al agar TSA.

Incubación de las placas a 37°C durante 24 horas.

Realizar tinción al Gram y pruebas bioquímicas (oxidasa, indol, TSI, movilidad, LIA, Voges Proskauer, crecimiento en NaCl) para confirmar la presencia de *Vibrio parahaemolyticus*.

## RESULTADOS

El estudio encontró la presencia de *Vibrio parahaemolyticus*, *Vibrio vulnificus*, *Vibrio alginolyticus* y *Aeromonas hydrophila* en las muestras de *Anadara tuberculosa*.

**Resultados para *Vibrio parahaemolyticus*:**

Se aisló *Vibrio parahaemolyticus* en 6 muestras, solo durante la época seca, obteniendo recuentos superiores a  $10^5$  UFC/mL.

Los recuentos no cumplieron con el límite máximo establecido por el RTCA 67.04.50:08 ALIMENTOS, CRITERIOS MICROBIOLÓGICOS PARA LA INOCUIDAD DE ALIMENTOS del año 2009.

#### **Resultados para otros microorganismos:**

- *Vibrio vulnificus* se aisló en 20 muestras (más abundante en época seca).
- *Vibrio alginolyticus* se aisló en 10 muestras (más abundante en época lluviosa).
- *Aeromona hydrophila* se aisló en 21 muestras (más abundante en época lluviosa).

### **ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS**

La presencia de *Vibrio parahaemolyticus* solo en 6 muestras, sugiere que la prevalencia de este microorganismo está sujeta a cambios climáticos, y que no es un microorganismo predominante en *Anadara tuberculosa*.

La alta prevalencia de *Vibrio vulnificus* en las muestras sugiere que este microorganismo es menos exigente en cuanto a los requerimientos ambientales para su crecimiento y diseminación, en comparación con *Vibrio parahaemolyticus*.

Los resultados indican que las condiciones de almacenamiento del producto no son óptimas, debido a que no se cumplen las temperaturas recomendadas para evitar la proliferación de *Vibrio parahaemolyticus*.

El estudio no confirma que *Vibrio parahaemolyticus* sea estacional propio de la época seca, pero sí que es autóctono de lugares como los esteros, bahías y manglares.

### **CONCLUSIONES**

La falta de interés de los comerciantes por realizar buenas prácticas de higiene genera contaminación cruzada.

Los comerciantes no poseen cámaras frigoríficas, lo que indica una falta de conocimiento sobre las temperaturas óptimas para el almacenamiento de productos marinos.

Únicamente 6 de las muestras analizadas presentaron *Vibrio parahaemolyticus*, no se considera un resultado alarmante que pueda generar intoxicación en la población.

Los resultados no cumplen con el límite máximo permitido para *Vibrio parahaemolyticus* establecido por el RTCA 67.04.50:08 ALIMENTOS, CRITERIOS MICROBIOLÓGICOS PARA LA INOCUIDAD DE ALIMENTOS del año 2009.

Los manglares de la Bahía de Jiquilisco y del puerto El Triunfo, lugar de procedencia de las muestras, favorecen el desarrollo de una diversidad de microorganismos.

### RECOMENDACIONES

Capacitar a los comerciantes sobre buenas prácticas de higiene y almacenamiento de productos marinos crudos.

Mejorar la infraestructura de los puestos de venta en el muelle.

Invertir en lugares de cultivo de *Anadara tuberculosa* para garantizar condiciones sanitarias y monitoreo de calidad.

Limpiar las valvas de la concha antes de consumirla y almacenarlas a una temperatura inferior a 5°C.

Realizar estudios con muestras directamente provenientes de la bahía de Jiquilisco para determinar las condiciones ambientales que pueden estar potenciando la prevalencia de *Vibrio*.

Revisar el método de cuantificación de *Vibrio parahaemolyticus* para hacerlo más específico.

Investigar la presencia de *Vibrio vulnificus* y/o *Aeromona hydrophila* en *Anadara tuberculosa* y relacionar el límite máximo permitido de consumo con el grado de patogenicidad.

### BIBLIOGRAFIA

Sánchez de Milian DM, Avalos Platero DF, González de Díaz C de LÁ. Identificación del *Vibrio parahaemolyticus* en *Anadara tuberculosa* (concha peluda) comercializado en el muelle del puerto de La Libertad [Internet]. [San Salvador]: UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR; 2021. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.14492/1810>

**INCORPORACIÓN DE BACTERIAS ÁCIDO LÁCTICAS NATIVAS COMO PROBIÓTICOS EN EL CULTIVO DE CAMARÓN BLANCO *Litopenaeus vannamei* (BOONE, 1931) EN LA CAMARONERA LAS ANIMAS, EL SALVADOR. (19)**

**Delgado Diaz, L. M.**

**Universidad de El Salvador**

**Facultad de Ciencias Agronómicas**

**2019**

**RESUMEN**

Esta investigación, desarrollada en la Camaronera Las Ánimas en El Salvador, tuvo como objetivo principal evaluar el uso de bacterias ácido lácticas nativas (*Lactococcus lactis* y *Lactobacillus paracasei*) como probióticos y biorremediadores en el cultivo de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*).

Se utilizaron un total de 60 camarones recolectados de cuatro estanques seleccionados en la camaronera Las Ánimas (E3, E7, E9 y E10). De estos: 40 camarones fueron utilizados para la extracción y caracterización de las bacterias ácido lácticas. 10 camarones por estanque fueron analizados específicamente, diseccionando órganos clave como el intestino y el hepatopáncreas (HP).

Además, se llevaron a cabo múltiples muestreos de agua en las compuertas de entrada y salida de los estanques, recolectando un total de 32 muestras de agua durante la investigación (8 por cada uno de los 4 meses en estudio). Estas muestras se destinaron a análisis químicos, microbiológicos y biológicos.

Propósito y Objetivos: Buscar alternativas que reduzcan los costos de producción de camarón y mejoren las condiciones ambientales en el estero Jaltepeque. Evaluar el impacto de estas bacterias en la salud, el crecimiento del camarón y la calidad del agua mediante parámetros como el Índice del Estado Trófico (TRIX) y el Índice de Calidad del Agua (ICA).

**Metodología**

Aislamiento y caracterización de bacterias ácido lácticas: Las bacterias fueron extraídas del intestino de camarones y seleccionadas por su potencial probiótico y capacidad biorremediadora.

Se emplearon pruebas bioquímicas, de adhesión y actividad antibacteriana para confirmar su viabilidad.

Aplicación experimental: Cuatro tratamientos: dos con probióticos comerciales y dos con bacterias nativas. Los probióticos se incorporaron al alimento y al agua, utilizando el biorremediador Epicin PST en combinación.

Evaluación de parámetros:

Calidad del agua: medición de oxígeno disuelto, pH, turbidez y nutrientes (nitrógeno y fósforo).

Productividad: sobrevivencia, biomasa y factor de conversión alimenticia.

Salud del camarón: análisis microbiológico y de tejidos.

### **Resultados principales**

Calidad del agua: El uso de bacterias nativas redujo el impacto ambiental al mantener niveles de nutrientes dentro de rangos aceptables y mejorar la calidad de los efluentes. El ICA clasificó el agua como "pobre", tanto en los estanques de entrada como de salida, pero el deterioro fue menor en los tratamientos con bacterias nativas.

Salud del camarón: Las bacterias nativas mejoraron la respuesta inmune, disminuyeron la prevalencia de patógenos como *Vibrio* spp. y redujeron lesiones hepáticas y branquiales.

Productividad: Los camarones tratados con bacterias nativas mostraron mayor peso promedio final (26 g frente a 22.63 g en el tratamiento comercial). Los costos de producción se redujeron significativamente, aumentando la rentabilidad hasta en un 139% en algunos tratamientos.

Conclusiones: Las bacterias *Lactococcus lactis* y *Lactobacillus paracasei* demostraron ser alternativas efectivas, económicas y sostenibles frente a los probióticos comerciales. Los resultados respaldan su implementación en sistemas acuícolas de El Salvador y la región.

**Palabras clave:** *Litopenaeus vannamei*, Bacterias ácido lácticas, *Lactococcus lactis*, *Lactobacillus paracasei*, Probióticos nativos, Biorremediación, Microbiología acuícola.

## **INTRODUCCIÓN**

La investigación aborda el cultivo de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) en El Salvador, un sector de gran importancia socioeconómica debido a la generación de empleos directos e indirectos, además del impacto positivo en industrias conexas como la venta de equipos y alimentos balanceados. Sin embargo, el uso de probióticos en este ámbito plantea retos, ya que su efectividad puede variar

según factores como la calidad de los probióticos, el método de administración, la especie y talla del camarón.

Ante la necesidad de reducir costos de producción y mejorar las condiciones ambientales en el estero de Jaltepeque, esta investigación se enfoca en evaluar el impacto de bacterias ácido lácticas nativas, específicamente *Lactobacillus paracasei* y *Lactococcus lactis*, como probióticos y biorremediadores. Estas bacterias fueron incorporadas en la dieta de los camarones y aplicadas en el agua junto con el biorremediador comercial Epicin PST. El propósito era analizar su efecto en parámetros biológicos, químicos y físicos del agua, así como en la salud y crecimiento del camarón.

Además, el estudio incluyó el uso de índices como el Índice del Estado Trófico (TRIX) y el Índice de Calidad de Agua (ICA) para evaluar el impacto ambiental, y la relación beneficio-costos para medir la viabilidad económica de sustituir probióticos comerciales por estas bacterias nativas. Los resultados también exploraron si el uso de probióticos contribuye a la prevención de enfermedades, la reducción de agentes contaminantes y la mejora de las condiciones del ecosistema en el estero.

## **EQUIPOS E INSTRUMENTOS**

### **Equipos de laboratorio:**

- Tubos de ensayo
- Matraces tipo Erlenmeyer (de diferentes capacidades)
- Garrafones de cultivo (18 L)
- Tinacos (capacidad de 750 L)
- Olla de presión
- Kit probador de agua
- Bombas de oxígeno completas
- Agitadores de vidrio
- Espátulas y coladores
- Termómetros
- Oxímetro (marca YSI® modelo Pro20)

### **Cristalería y utensilios:**

- Cristalería diversa: cilindros graduados, pipetas, buretas
- Cajas Petri
- Portaobjetos y cubreobjetos

- Embudos de vidrio
- Botellas de vidrio para recolección y análisis

**Materiales auxiliares:**

- Bolsas plásticas, cucharas y guantes
- Hieleras y botellas de hielo
- Bolsas tipo Ziploc
- Oxígeno en cilindro y recargas correspondientes

**Reactivos utilizados:**

- Caldo RMS (para cultivo bacteriano)
- Fosfato dibásico
- Peptona tamponada
- Sulfato de magnesio
- Cloro y tiosulfato de sodio
- Alcohol para desinfección
- Azúcar y harina de soya (usados en el medio de cultivo bacteriano)

## PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

**Recolección y preparación de muestras:**

Camarones vivos: Se recolectaron 60 camarones de cuatro estanques seleccionados (E3, E7, E9 y E10). Los camarones fueron trasladados al laboratorio en hieleras y luego diseccionados para extraer el intestino y el hepatopáncreas.

Aislamiento bacteriano: Se aislaron bacterias ácido lácticas del tracto digestivo. Las muestras se sembraron en Agar RMS y se incubaron a 35°C durante 48 horas.

**Pruebas bacteriológicas:**

- Tinción Gram: Confirmación de la presencia de bacterias Gram positivas.
- Pruebas de catalasa y oxidasa: Ambas resultaron negativas, confirmando la naturaleza de las bacterias ácido lácticas.
- Caracterización bioquímica: Se usaron pruebas API CHL50 para identificar *Lactococcus lactis* y *Lactobacillus paracasei*.

**Preparación de cultivos bacterianos:**

Producir cultivos masivos en volúmenes crecientes: desde tubos de ensayo hasta tinacos de 750 L.

Condiciones controladas: Las bacterias fueron cultivadas hasta alcanzar concentraciones de  $10^8$  UFC/mL, ideales para aplicaciones como probióticos.

**Aplicación en estanques:**

Tratamientos en cuatro estanques: Dos con probióticos comerciales (EPICIN G2). Dos con bacterias ácido lácticas nativas (*Lactococcus lactis* y *Lactobacillus paracasei*).

**Dosificación:**

En el agua: Aplicación directa de cultivos bacterianos (1,500 L por estanque cada 5 días).

En alimento: Los probióticos nativos se mezclaron con el concentrado para alimentación (35% de proteína).

**Monitoreo de parámetros:**

Parámetros productivos: Se evaluaron la biomasa, el peso promedio de los camarones, la sobrevivencia y el factor de conversión alimenticia.

Parámetros físicos y químicos del agua: Incluyeron oxígeno disuelto, pH, temperatura, turbidez y concentraciones de nutrientes (nitrógeno y fósforo).

Análisis biológico: Se midieron indicadores como clorofila a y composición del fitoplancton.

Análisis bacteriológico: Se cuantificó la presencia de bacterias heterótrofas y *Vibrios*.

Análisis y conclusiones: Se aplicaron análisis estadísticos, incluyendo pruebas t de Student, para comparar los resultados entre los tratamientos. Además, se calcularon índices como el Índice de Estado Trófico (TRIX) e Índice de Calidad del Agua (ICA) para evaluar la sostenibilidad ambiental de los estanques.

## RESULTADOS

**Caracterización de las bacterias ácido lácticas**

Las bacterias *Lactococcus lactis* y *Lactobacillus paracasei*, aisladas del tracto digestivo de los camarones, cumplieron con todas las características de un probiótico ideal: No causaron daño ni en

los camarones ni en el ambiente. Ayudaron a mejorar el sistema inmunológico, nutricional y metabólico de los camarones. No colonizaron de forma permanente en el tracto digestivo, pero mostraron su actividad benéfica.

### **Parámetros de calidad del agua**

Índice de Estado Trófico (TRIX): Se confirmó que el estero de Jaltepeque está en un estado de eutrofización permanente, con alta productividad primaria, pero calidad de agua pobre. Los valores del TRIX oscilaron entre 9 y 10, indicando condiciones hipertróficas.

Índice de Calidad de Agua (ICA): Tanto las entradas como las salidas de agua de los estanques mostraron índices de calidad pobres. La calidad del agua varió menos en los estanques con probióticos nativos (*Lactobacillus paracasei* y *Lactococcus lactis*) en comparación con los que usaron probióticos comerciales.

### **Resultados microbiológicos**

La carga de bacterias heterótrofas, *Pseudomonas* spp. y *Vibrio* spp. fue menor en los estanques tratados con probióticos nativos.

La presencia de *Vibrio parahaemolyticus* y *Vibrio harveyi*, ambas especies patógenas, disminuyó significativamente en los estanques tratados con probióticos nativos en comparación con los estanques control.

### **Parámetros productivos**

Peso promedio: Los camarones en los estanques con bacterias nativas alcanzaron un mayor peso promedio (por ejemplo, *Lactobacillus paracasei* logró 26 g frente a los 22.63 g de los probióticos comerciales).

Biomasa: El rendimiento fue superior en los estanques tratados con probióticos nativos; el estanque con *Lactobacillus paracasei* alcanzó 6,806.36 kg/ha, en comparación con 5,388.18 kg/ha de los estanques control.

Factor de conversión alimenticia (FCA): Los estanques con probióticos nativos lograron un FCA menor (más eficiente), como 1.2 en comparación con 2.4 de los comerciales.

Supervivencia: Similar entre los tratamientos, aunque los estanques con *Lactococcus lactis* tuvieron una ligera ventaja (45.68% vs. 44.57% del estanque control).

### **Análisis económico**

El uso de bacterias ácido lácticas nativas redujo significativamente los costos de producción: Ahorro: Más de \$50,000 en comparación con tratamientos comerciales. Relación beneficio-costos: Los tratamientos con bacterias nativas mostraron un mejor retorno: *Lactobacillus paracasei*: 1.39. Probiótico comercial (EPICIN G2): 1.15.

Los resultados demostraron que las bacterias ácido lácticas nativas son una alternativa eficiente, sostenible y económica frente a los probióticos comerciales. Además de aumentar la rentabilidad del cultivo, también reducen el impacto ambiental al mejorar la calidad del agua y disminuir la carga microbiana perjudicial.

## **ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS**

### **Rendimiento productivo**

Peso y biomasa: El uso de bacterias nativas como *Lactococcus lactis* y *Lactobacillus paracasei* mostró incrementos significativos en el peso promedio de los camarones (hasta 26 g en el T3). La biomasa total alcanzó 6,806.36 kg/ha en el T3, superando notablemente los resultados obtenidos con el probiótico comercial (EPICIN G2).

Factor de Conversión Alimenticia (FCA): Los tratamientos con bacterias nativas presentaron un FCA más eficiente (1.2 para el T4 y 1.17 para el T3) en comparación con 1.8-2.4 en los estanques tratados con probióticos comerciales.

Supervivencia: La tasa de supervivencia fue similar o ligeramente superior en los tratamientos con bacterias nativas (47.56% en el T3) respecto a los comerciales, destacando su viabilidad.

### **Calidad del agua**

Índice de Calidad del Agua (ICA): Las aguas de entrada y salida de los estanques fueron clasificadas como "pobres" en términos de calidad, pero los tratamientos con bacterias nativas mostraron menor impacto negativo en los parámetros del ICA. La menor variación entre la calidad del agua de entrada y salida fue evidente en los estanques con bacterias nativas (T3 y T4).

Índice de Estado Trófico (TRIX): Los valores promedio del TRIX indicaron que el estero está en un estado constante de eutrofización, con valores entre 9.3 y 9.75, lo que refleja alta productividad, pero agua de baja calidad.

## Microbiología

Disminución de bacterias patógenas: Se logró reducir significativamente la prevalencia de bacterias como *Vibrio parahaemolyticus* y *Vibrio harveyi* en los estanques tratados con bacterias nativas. Los tratamientos con bacterias nativas también promovieron una mejor balance de la flora intestinal de los camarones.

*Pseudomonas* y bacterias heterótrofas: Aunque las concentraciones de bacterias heterótrofas superaron el límite normado, su impacto no generó efectos negativos en los camarones y se mantuvo más controlado en los tratamientos nativos.

## Rentabilidad

**Costo-beneficio:** Los tratamientos con bacterias nativas redujeron significativamente los costos de producción (ahorros de hasta \$50,000 comparado con los tratamientos comerciales).

La relación beneficio-costo para los tratamientos nativos fue favorable: *Lactobacillus paracasei*: 1.39. *Lactococcus lactis*: 1.25

Los tratamientos con probióticos comerciales, aunque efectivos, fueron menos rentables.

## CONCLUSIONES

El *Lactococcus lactis* y el *Lactobacillus paracasei* aisladas y caracterizadas con fines probióticas y que fueron incorporadas en la dieta alimenticia de los camarones y en el agua junto con el biorremediador EPICIN PST, se comportaron como organismos inocuos ya que no colonizaron en forma permanente a la concentración de  $10^8$  UFC/mL que fue administrada, sino que solamente se mantuvieron vivos a lo largo del tubo digestivo realizando una actividad benéfica, mejorando el sistema inmune, nutricional, metabólico o protector del camarón. Además, es importante que su aplicación en el alimento no altero el sabor de este, y no se dio una interacción con las bacterias utilizadas como biorremediador en el agua, y por ende aumento la productividad y mejoro la calidad del agua en donde se cultivan.

El estudio comprendió el análisis del TRIX hecho con muestras tomadas en los meses (abril y mayo) de nula o escasa presencia de lluvias comprendidos en la época seca, así como 2 meses que abarcan parte del período de la época lluviosa (junio y julio). En ambos períodos no existió diferencia significativa de los valores del TRIX, por lo que puede concluirse que no existe variante según la estacionalidad y que el cuerpo de agua del estero de Jaltepeque adyacente a la camaronera Las ánimas

está en estado permanente de eutrofización, muy alto en productividad primaria y agua de calidad pobre.

### RECOMENDACIONES

A las Facultades de Química y Farmacia, Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador (UES) y el MEGATEC La Unión que continúen con los diferentes tipos de investigación con respecto al uso de microorganismos con potencial probióticos y biorremediadores en los diferentes animales de producción e implementen las técnicas, protocolos y marchas de laboratorio para el uso de las bacterias ácido lácticas nativas en otras zonas productivas de camarón en El Salvador.

A la camaronera “Las Animas” hacer uso del muestreo transecto para la determinación de la población en los estanques, ya que es un método más confiable con respecto a la utilización de una formula y al mismo tiempo llevar registros más detallados para los parámetros físico, químicos, microbiológicos y biológicos de la granja previo a la aplicación de productos probióticos nativos para realizar comparaciones de los factores que afectan al cultivo de camarón.

### BIBLIOGRAFÍA

Delgado Díaz LM. Incorporación de bacterias ácido lácticas nativas como probióticos en el cultivo de camarón blanco *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) en la camaronera Las Ánimas, El Salvador [Internet]. [San Salvador]: UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR; 2019. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.14492/2532>

**ANALISIS BROMATOLOGICO PROXIMAL EN *Anadara tuberculosa* (CONCHA PELUDA)  
DE LA BAHIA DE JIQUILISCO DEPARTAMENTO DE USULUTAN EL SALVADOR (20)**

**Cañas García, F. A. Sierra Ortez, S. O.**

**Universidad de El Salvador**

**Facultad de Química y Farmacia**

**2019**

**RESUMEN**

El estudio analiza la composición bromatológica de *Anadara tuberculosa*, conocida como "concha peluda", en la Bahía de Jiquilisco, Usulután, El Salvador, con el objetivo de determinar su perfil nutricional. El tamaño de la muestra para esta investigación fue de 180 individuos de *Anadara tuberculosa*. Las muestras fueron recolectadas en seis sitios diferentes dentro de la Bahía de Jiquilisco, dividida en dos zonas (oriental y occidental), seleccionando tres sitios por cada zona. En cada sitio, se establecieron tres puntos de muestreo, y en cada punto se extrajeron 10 individuos, resultando en un total de 30 individuos por sitio.

Los principales hallazgos incluyen:

**Composición nutricional:**

**Humedad:** Promedio superior al estándar del INCAP, alcanzando hasta 92.51% en ciertos puntos, lo que destaca su susceptibilidad a la contaminación microbiana.

**Proteína:** Aunque más baja que los valores del INCAP, se identificaron niveles significativos (máximo de 5.95%), posicionándola como una fuente proteica adecuada.

**Grasas:** Muy bajas (promedio máximo de 0.29%), siendo un alimento bajo en grasa.

**Carbohidratos:** Valores cercanos al estándar (máximo de 2.30%), con aportes energéticos modestos.

**Fibra cruda:** Ausente, como es esperado en un alimento de origen animal.

Homogeneidad:

No se encontraron diferencias estadísticas significativas en los valores nutricionales entre los distintos sitios de muestreo, demostrando una composición uniforme en toda la bahía.

Impactos ambientales y recomendaciones: Se sugiere investigar la calidad del agua para identificar contaminantes, ya que la cercanía con desembocaduras de ríos podría influir en los valores observados.

Se observó que este alimento es bajo en grasas, contrarrestando mitos sobre su impacto negativo en triglicéridos. Importancia del estudio: Los resultados sirven para complementar datos nutricionales en la región y fomentan estudios adicionales sobre la contaminación y calidad de otros alimentos marinos en el área. Este análisis revela que la *Anadara tuberculosa* es una opción alimentaria nutritiva y baja en grasa, con posibles implicaciones económicas y de salud para las comunidades locales.

**Palabras clave:** *Anadara tuberculosa*, Composición bromatológica, Perfil nutricional, Contaminación microbiana, Estudio nutricional.

## INTRODUCCIÓN

La investigación destaca el consumo frecuente del *Anadara* en las costas de El Salvador, donde este molusco bivalvo es un componente central de la gastronomía local, tanto para lugareños como turistas. Se reconoce su importancia no solo culinaria sino también económica, dado que genera ingresos significativos para comerciantes y recolectores, conocidos como "curileros," en las zonas de manglares y estuarios.

Aunque investigaciones previas han abordado aspectos biométricos y microbiológicos, había una brecha en el conocimiento sobre su composición nutricional. Este estudio se propuso llenar ese vacío al realizar un análisis bromatológico proximal de su contenido en humedad, proteínas, grasas, carbohidratos, cenizas y fibra cruda. Además, los resultados obtenidos se compararon con los valores estándar del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP), ya que las tablas existentes no incluían datos específicos para esta especie.

La investigación abarcó seis sitios en la Bahía de Jiquilisco, divididos en dos zonas: oriental y occidental. Las muestras recolectadas fueron analizadas en el laboratorio de Química Agrícola de la Universidad de El Salvador entre agosto y octubre de 2018. El propósito fue determinar el valor nutricional de este molusco y su importancia como alimento dentro de la dieta diaria de las personas. También, se utilizó análisis estadístico para identificar diferencias significativas entre los sitios muestreados.

La *Anadara tuberculosa* es un alimento nutritivo, bajo en grasas y con un aporte considerable de proteínas y carbohidratos. Los valores fueron consistentes entre los sitios, pero se recomienda profundizar en estudios sobre posibles contaminantes en su entorno.

## EQUIPOS E INSTRUMENTOS

- Estufa de vacío y estufa convencional: Para la determinación de humedad y secado de muestras.
- Balanza analítica: Usada para pesar las muestras con alta precisión.
- Horno de mufla: Utilizado en el análisis de cenizas para incinerar las muestras a altas temperaturas.
- Equipo Kjeldahl: Empleado en la determinación del nitrógeno proteico, esencial para calcular la proteína cruda.
- Extractor Soxhlet: Para la determinación del extracto etéreo (contenido de grasa).
- Crisoles y materiales de porcelana: En el análisis de cenizas y fibra cruda.
- Beakers, Erlenmeyers y otros recipientes de vidrio: Para realizar mezclas y digestiones en los diferentes análisis.
- Mortero y pistilo: Para triturar y homogenizar las muestras secas.
- Desecador: Para el enfriamiento de muestras después del calentamiento o incineración.
- Reactivos químicos: Ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ) e hidróxido de sodio (NaOH), usados en las digestiones. Éter, empleado en el análisis de extracto etéreo. Indicadores como bromocresol verde y rojo de metilo, utilizados en las titulaciones.
- Sistema de agua destilada: Para el lavado de materiales y preparación de soluciones.
- Termómetros y reguladores de temperatura: Para monitorear y controlar condiciones de trabajo en las etapas experimentales.

## PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

### Recolección de muestras:

- Ubicación de sitios: La Bahía de Jiquilisco fue dividida en dos zonas: oriental y occidental, seleccionando 3 sitios representativos en cada zona.
- Extracción de individuos: Se establecieron 3 puntos de muestreo por sitio, y en cada punto se recolectaron 10 individuos, con un total de 30 por sitio, asegurando un tamaño mínimo de 4.5 cm según normativas locales.

### Transporte y almacenamiento:

- Las muestras recolectadas fueron identificadas, colocadas en bolsas herméticas y transportadas en hieleras al Laboratorio de Química Agrícola de la Facultad de Ciencias

Agronómicas de la Universidad de El Salvador. Una vez allí, se almacenaron bajo refrigeración para evitar la descomposición.

#### **Preparación de las muestras:**

- Las conchas fueron lavadas con agua corriente y enjuagadas con agua destilada para eliminar residuos.
- Los individuos fueron refrigerados a 4-7 °C durante una hora para facilitar la apertura de las valvas. Posteriormente, se extrajo todo el material comestible, se pesó y se deshidrató a 65 °C por 48-72 horas en una estufa.
- Luego, las muestras secas se trituraron con mortero y pistilo para su homogenización.

#### **Análisis bromatológico:**

Las determinaciones realizadas incluyeron:

- Humedad total: Se utilizó una estufa de vacío a 105 °C durante 5 horas.
- Cenizas: Incineración en horno de mufla a 550 °C por 2 horas.
- Proteína cruda: Método de micro-Kjeldahl, comprendiendo digestión, destilación y titulación.
- Grasa: Método de Soxhlet para extracto etéreo.
- Fibra cruda: Digestión con ácido sulfúrico e hidróxido de sodio, seguida de calcinación.
- Carbohidratos.

**Análisis estadístico:** Se aplicaron pruebas estadísticas como la de Kolmogorov-Smirnov para evaluar la normalidad de los datos, la prueba de Levene para igualdad de varianzas y la prueba t-Student para verificar diferencias significativas entre los sitios de muestreo.

## **RESULTADOS**

**Humedad:** Se encontró un alto contenido de humedad (promedio 91.83%), notablemente superior al valor de referencia del INCAP (78.57%). Este resultado confirma la importancia de consumir el producto fresco para evitar riesgos de contaminación microbiana.

**Tabla N°7.** Resultados del análisis de humedad total para las muestras de *Anadara tuberculosa* de los sitios y zonas de muestreo.

Zona	Sitios	Puntos	Resultado de Humedad Total	Promedio de resultados por sitios de muestreo	Promedio de resultados por zona	% INCAP (2012)
Occidental	1	BJS1 P1	90.35 %	91.51 %	91.83 %	78.57%
		BJS1 P2	91.32 %			
		BJS1 P3	92.87 %			
	2	BJS2 P1	93.44 %	92.16 %		
		BJS2 P2	90.69 %			
		BJS2 P3	92.37 %			
	3	BJS3 P1	92.42 %	91.83 %		
		BJS3 P2	91.89 %			
		BJS3 P3	91.19 %			
Zona	Sitios	Puntos	Resultado de Humedad Total	Promedio de resultados por sitios de muestreo	Promedio de resultados por zona	% INCAP (2012)
Oriental	4	BJOS4 P1	91.31 %	92.51 %	91.08 %	78.57%
		BJOS4 P2	92.84 %			
		BJOS4 P3	93.38 %			
	5	BJOS5 P1	91.32 %	89.87 %		
		BJOS5 P2	89.97 %			
		BJOS5 P3	88.31 %			
	6	BJOS6 P1	91.52 %	90.87 %		
		BJOS6 P2	91.80 %			
		BJOS6 P3	89.29 %			

**Proteína cruda:** Aunque los niveles fueron menores al estándar del INCAP (16.78%), el sitio 5 presentó un valor máximo de 5.95%, posicionando la *Anadara tuberculosa* como una fuente moderada de proteínas.

**Tabla N°8.** Resultados del análisis de proteína cruda para muestras de *Anadara tuberculosa* de los sitios y zonas de muestreo.

Zona	Sitios	Puntos	Resultado de proteína cruda	Promedio de resultados de proteína cruda por sitios.	Promedio de resultados por zona	% INCAP (2012)
Occidental	1	BJS1 P1	5.48 %	4.87 %	4.65 %	16.78%
		BJS1 P2	4.95 %			
		BJS1 P3	4.17 %			
	2	BJS2 P1	3.68 %	4.50 %		
		BJS2 P2	5.55 %			
		BJS2 P3	4.26 %			
	3	BJS3 P1	4.05 %	4.57 %		
		BJS3 P2	4.58 %			
		BJS3 P3	5.07 %			
Oriental	4	BJOS4 P1	5.23 %	4.40 %		
		BJOS4 P2	4.32 %			
		BJOS4 P3	3.64 %			
	5	BJOS5 P1	4.94 %	5.95 %		
		BJOS5 P2	5.90 %			
		BJOS5 P3	7.01 %			
	6	BJOS6 P1	4.94 %	5.33 %		
		BJOS6 P2	4.70 %			
		BJOS6 P3	6.36 %			

**Grasa:** El contenido graso fue bajo en todos los sitios (máximo 0.29%, en el sitio 5), lo que desmiente la creencia de que aumenta los triglicéridos. El valor del INCAP es 0.76%.

**Ceniza:** Los resultados promedio se acercaron al estándar del INCAP (1.53%), con el sitio 5 mostrando el nivel más alto (1.60%). Esto sugiere una fuente moderada de minerales, aunque posiblemente influenciada por contaminación agrícola.

**Tabla N°9.** Resultados del análisis de cenizas para las muestras de *Anadara tuberculosa* de los sitios y zonas de muestreo.

Zona	Sitios	Puntos	Resultado de Ceniza	Promedio de resultados de Ceniza por sitios	Promedio de resultados de Cenizas por zona	% INCAP (2012)
Occidental	1	BJS1 P1	1.57 %	1.47 %	1.41 %	1.53 %
		BJS1 P2	1.43 %			
		BJS1 P3	1.40 %			
	2	BJS2 P1	1.13 %	1.32 %		
		BJS2 P2	1.43 %			
		BJS2 P3	1.41 %			
	3	BJS3 P1	1.41 %	1.43 %		
		BJS3 P2	1.44 %			
		BJS3 P3	1.45 %			
Oriental	4	BJOS4 P1	1.49 %	1.21 %	1.44 %	
		BJOS4 P2	1.06 %			
		BJOS4 P3	1.09 %			
	5	BJOS5 P1	1.36 %	1.60 %		
		BJOS5 P2	1.69 %			
		BJOS5 P3	1.74 %			
	6	BJOS6 P1	1.50 %	1.51 %		
		BJOS6 P2	1.47 %			
		BJOS6 P3	1.57 %			

**Carbohidratos:** Los niveles fueron cercanos al estándar del INCAP (2.36%), con un máximo de 2.30% en el sitio 5. Este valor destaca a la *Anadara tuberculosa* como una fuente energética modesta.

**Tabla N°10.** Resultados del análisis de carbohidratos para las muestras de *Anadara tuberculosa* de los sitios y zonas de muestreo.

Zona	Sitios	Puntos	Resultado de carbohidratos	Promedio de resultados de carbohidratos por sitios	Promedio de resultados de Carbohidratos por zona	% INCAP
Occidental	1	BJS1 P1	2.27 %	1.90 %	1.89 %	2.36%
		BJS1 P2	2.06 %			
		BJS1 P3	1.37 %			
	2	BJS2 P1	1.53 %	1.81 %		
		BJS2 P2	2.13 %			
		BJS2 P3	1.78 %			
	3	BJS3 P1	1.92 %	1.96 %		
		BJS3 P2	1.90 %			
		BJS3 P3	2.05 %			
Oriental	4	BJOS4 P1	1.76 %	1.70 %		
		BJOS4 P2	1.61 %			
		BJOS4 P3	1.74 %			
	5	BJOS5 P1	2.14 %	2.30 %		
		BJOS5 P2	2.14 %			
		BJOS5 P3	2.62 %			
	6	BJOS6 P1	1.78 %	2.02 %		
		BJOS6 P2	1.81 %			
		BJOS6 P3	2.48 %			

**Fibra cruda:** Como es de origen animal, el contenido de fibra fue nulo, lo cual es coherente con su naturaleza bromatológica.

**Homogeneidad estadística:** Los análisis estadísticos no evidenciaron diferencias significativas entre las zonas occidental y oriental, indicando una composición uniforme entre los sitios estudiados.

**Tabla N°11.** Resultados de análisis de t student.

Resultados t Student			
Determinación	P Valor	>	Alfa
Humedad	0.257	>	0.05
Ceniza	0.710	>	0.05
Proteína	0.175	>	0.05
Grasas	0.460	>	0.05
Carbohidratos	0.438	>	0.05
Conclusión: Se acepta Ho por lo cual no existe una diferencia significativa.			

Relevancia nutricional: Los datos posicionan a la *Anadara tuberculosa* como un alimento nutritivo, bajo en grasa, con moderados aportes de proteínas y carbohidratos. Requiere manejo fresco debido a su alta humedad.

## ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

### Composición bromatológica:

**Humedad:** El promedio de humedad total en todas las muestras fue alto (91.83%), siendo el sitio 4 el que presentó el mayor porcentaje (92.51%). Este resultado supera ampliamente el valor de referencia del INCAP (78.57%), lo que subraya la importancia de consumir este alimento fresco para evitar contaminación microbiana.

**Proteína cruda:** Aunque los valores estuvieron por debajo del estándar del INCAP (16.78%), el sitio 5 destacó con un contenido proteico máximo de 5.95%. Este aporte nutricional es considerable pero moderado.

**Ceniza:** El análisis reflejó que los valores promedio fueron consistentes con el estándar del INCAP (1.53%), aunque los sitios 4 y 5 presentaron algunas variaciones.

**Extracto etéreo (grasa):** Los resultados fueron bajos en comparación con el estándar del INCAP (0.76%), con un máximo de 0.29% en el sitio 5. Esto confirma que *Anadara tuberculosa* es un alimento bajo en grasa.

**Carbohidratos:** Los niveles promedio oscilaron cerca del estándar del INCAP (2.36%), siendo el sitio 5 el de mayor contenido (2.30%).

**Fibra cruda:** Como era de esperarse en un alimento de origen animal, el contenido fue cero.

#### **Uniformidad entre sitios:**

El análisis estadístico realizado mediante pruebas de Kolmogórov-Smirnov, Levene y t-Student determinó que no hay diferencias estadísticamente significativas en la composición nutricional entre los sitios de muestreo. Esto indica homogeneidad en la composición bromatológica a lo largo de las zonas estudiadas.

#### **Factores ambientales y observaciones relevantes:**

Las diferencias en los valores observados, como los altos porcentajes en el sitio 5, podrían estar relacionados con factores ambientales, como la influencia del Río Grande de San Miguel, que puede aportar nutrientes y contaminantes al ecosistema.

Los valores de grasa fueron bajos, esto contradice el mito de que este alimento eleva los triglicéridos, posicionándolo como una opción saludable.

### **CONCLUSIONES**

Respecto a la composición bromatológica de las conchas se pudo evidenciar que al comparar los resultados entre sitios y zonas en el análisis estadístico no existe una diferencia significativa a un nivel de confianza del 95% (P valor de 0.05) entre sitios de muestreo de la bahía de Jiquilisco departamento de Usulután por lo que las muestras poseen una composición homogénea en todos los sitios de muestreo.

El análisis bromatológico de *Anadara tuberculosa* demostró que esta es un alimento que aporta una buena cantidad de proteína y carbohidratos además de ser un alimento muy bajo en grasa desmintiendo así la creencia que se tiene sobre que este alimento aumenta los triglicéridos en las personas que lo consumen.

### **RECOMENDACIONES**

A investigadores en el ámbito alimenticio, realizar análisis del contenido de minerales de esta especie (*Anadara tuberculosa*), para tener mayor información, ya que este alimento es de alto consumo en las costas del territorio nacional.

Que se realicen estudios del agua, sedimento o el arrastre del sedimento por las mareas a diferentes profundidades y horas de las mareas para saber cuáles son los tipos de contaminantes que llegan a la bahía a través de los diferentes ríos que desembocan en esta.

## **BIBLIOGRAFÍA**

Cañas García FA, Sierra Ortez SO. Análisis bromatológico proximal en *Anadara tuberculosa* (concha peluda) de la bahía de Jiquilisco, departamento de Usulután, El Salvador [Internet]. [San Salvador]: UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR; 2019. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.14492/1773>

### **DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD MICROBIOLÓGICA DE PESCADO FRESCO COMERCIALIZADO EN EL ÁREA DE MARISCOS DEL MERCADO DE MAYOREO LA TIENDONA, CIUDAD DE SAN SALVADOR. (21)**

**Linares Hernández, C. E. Rodríguez Ruano, C. A. Vásquez Guardado, J. A.**

**Universidad de El Salvador**

**Facultad de ciencias agronómicas**

**2019.**

### **RESUMEN**

Este estudio realizado por la Facultad de ciencias agronómicas es un llamado de atención sobre la calidad microbiológica del pescado fresco que se vende en el mercado mayorista La Tiendona, en San Salvador. Los investigadores se propusieron evaluar la presencia de microorganismos potencialmente peligrosos como *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* y *Salmonella* spp. en los pescados comercializados en esta zona.

La población total del estudio comprendió 11 puestos de ventas fijas de pescado fresco, utilizando 25 gramos de muestra de carne de pescado fresco.

Utilizando un muestreo aleatorio simple seleccionándose 10 puestos como población en estudio según formula estadística. Se realizaron cinco muestreos, y en cada uno se tomaron cinco muestras, de 228g cada una, de dos puestos elegidos al azar, cada muestreo se hizo con dos semanas de diferencia. Los análisis de laboratorio describen los siguientes resultados:

*Escherichia coli*: El 33% de las muestras superó el límite máximo permitido, indicando posibles contaminaciones fecales debido a malas prácticas de higiene durante la manipulación o almacenamiento.

*Salmonella* spp.: El 100% de las muestras no cumplió con las especificaciones sanitarias. Esto representa un riesgo serio para la salud pública, ya que *Salmonella* puede causar infecciones graves.

*Staphylococcus aureus*: el 2% de las muestras no cumplen y el 98% de las muestras cumplen con especificaciones del reglamento.

La conclusión principal es que la presencia de estas bacterias refleja prácticas inadecuadas de higiene y manipulación, haciendo que el pescado no sea seguro para el consumo según las normas establecidas en el RTCA 67.04.50:08.

Este estudio no solo resalta problemas específicos en La Tiendona, sino que también pone de manifiesto la necesidad de mejorar las condiciones sanitarias en los mercados. La implementación de mejores prácticas de manipulación y capacitación para los vendedores podría reducir significativamente estos riesgos.

**Palabras clave:** Calidad microbiológica, Pescado fresco, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Salmonella* spp., Contaminación fecal, Higiene alimentaria, Muestreo aleatorio simple, Análisis microbiológicos.

## INTRODUCCIÓN

Este estudio de la Universidad de El Salvador se realizó en el mercado mayorista La Tiendona, la investigación destaca la importancia de implementar controles estrictos y prácticas de higiene en los puntos de venta, así como de sensibilizar a los comerciantes y consumidores sobre los riesgos asociados. Este análisis no solo busca garantizar la seguridad alimentaria, sino también contribuir al bienestar de la población salvadoreña. Se evaluó la presencia de microorganismos como *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* y *Salmonella* spp.

En el mercado de mayoreo la Tiendona no se llevan a cabo controles microbiológicos de los productos comercializados en el área de mariscos (Ministerio de Salud Pública) por lo tanto se desconoce la inocuidad de los productos de dicho sector, poniendo en riesgo la salud de los consumidores. El RTCA 67.04.50:08 que fue nombrado como reglamento técnico por el consejo de ministros de integración económica centroamericana (COMIECO), que tiene como objeto establecer los parámetros

microbiológicos de la inocuidad de los alimentos y sus límites de aceptación para el registro de la vigilancia en los puntos de comercialización, establece en el sub grupo 9.1 pescados y productos pesqueros frescos, congelados incluidos moluscos, crustáceos, equinodermos, empacado, los parámetros microbiológicos de las bacterias *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* y *Salmonella* spp. en pescado fresco. A fin de proteger a los consumidores procurando que los alimentos que ellos consuman no estén contaminados con microorganismos que puedan causarles daño. Y garantizar alimentos inocuos a nivel regional para fomentar el comercio y la productividad de la región.

La investigación nace de una preocupación fundamental: garantizar que los alimentos que consumimos sean seguros y estén libres de agentes que puedan perjudicar nuestra salud. Al enfocarse en tres bacterias de impacto significativo, el estudio busca evaluar las prácticas de higiene y manipulación en el mercado, así como el cumplimiento de las normativas sanitarias vigentes.

## EQUIPOS E INSTRUMENTOS

### Equipos de Laboratorio

- **Estufa de Incubación:** Utilizada para incubar las muestras a una temperatura controlada (37°C) durante 24 horas, permitiendo el crecimiento de las bacterias objetivo.
- **Balanza Analítica:** Usada para pesar las muestras de pescado y otros materiales necesarios con alta precisión.
- **Stomacher:** Homogeneizador utilizado para mezclar y triturar las muestras en solución, asegurando una mezcla uniforme para las pruebas microbiológicas.
- **Pipetas Volumétricas y Micropipetas:** Para medir y transferir volúmenes precisos de soluciones y diluciones durante los procedimientos de inoculación y preparación de muestras.
- **Autoclave:** Utilizado para esterilizar equipos, medios de cultivo y soluciones mediante la aplicación de vapor a alta presión y temperatura.
- **Refrigerador y Congelador:** Para almacenar muestras y reactivos a temperaturas adecuadas y preservar su integridad microbiológica.
- **Campana de Flujo Laminar:** Proporciona un entorno estéril durante la manipulación de las muestras y la preparación de medios de cultivo.

### Instrumentos de Medición y Cultivo

- **Placas Compact Dry:** Placas específicas utilizadas para el cultivo y cuantificación de *Escherichia coli* (EC) y *Staphylococcus aureus* (XSA).

- **Medios de Cultivo Selectivos y Diferenciales:** Agar *Salmonella-Shigella* (SS), Agar Bismuto-Sulfito (BS). Utilizados para el aislamiento e identificación de *Salmonella* spp.
- **Caldo Lactosado y Caldo Rappaport Vassiliadis:** Para el enriquecimiento selectivo y detección de *Salmonella* spp en muestras de pescado.
- **Tubos de Ensayo y Frascos de Dilución:** Utilizados para preparar diluciones seriadas y realizar pruebas bioquímicas.

### Reactivos y Soluciones

- **Alcohol Etilico al 70%:** Utilizado para la desinfección de superficies y equipos antes de la manipulación de las muestras.
- **Agua Peptonada Buferada (APB):** Solución de dilución utilizada para la preparación de diluciones seriadas de las muestras.
- **Reactivos Bioquímicos:** Utilizados para la identificación y confirmación de las características bioquímicas de *Salmonella* spp y otras bacterias objetivo.

### Instrumentos Adicionales

- **Asa Bacteriológica:** Para la siembra de cultivos en medios selectivos y diferenciales.
- **Bolsas de Polietileno Estériles:** Para la recolección y transporte de muestras de pescado.

## PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

### Diseño y Planificación del Estudio

- **Tipo de Estudio:** Se diseñó como una investigación descriptiva y transversal para obtener un análisis puntual de la calidad microbiológica del pescado fresco.
- **Muestreo Aleatorio Simple:** Se seleccionaron 10 de los 11 puestos de venta fijos de pescado fresco en el mercado, utilizando un muestreo aleatorio simple basado en una fórmula estadística.

### Recolección de Muestras

- **Frecuencia:** Se realizaron cinco visitas al mercado, tomando muestras cada dos semanas.
- **Número de Muestras:** En cada visita se tomaron cinco muestras de pescado fresco de dos puestos seleccionados aleatoriamente.

- **Condiciones de Asepsia:** Las muestras se recolectaron en condiciones estériles, utilizando guantes y bolsas de polietileno estériles, y se mantuvieron refrigeradas durante el transporte al laboratorio.

### **Transporte al Laboratorio**

- **Tiempo de Transporte:** Las muestras fueron transportadas al laboratorio de microbiología de alimentos de CENSALUD en un tiempo no mayor a 2 horas.
- **Cadena de Frío:** Se mantuvo una cadena de frío estricta utilizando una hielera con capas de hielo.

### **Preparación de Muestras**

- **Diluciones Seriadadas:** Se prepararon diluciones seriadas de las muestras utilizando agua peptonada bufferada (APB).
- **Homogeneización:** Las muestras se homogenizaron utilizando un Stomacher a 260 rpm para asegurar una distribución uniforme de microorganismos.

### **Análisis Microbiológicos**

Determinación de *Staphylococcus aureus*

#### **Siembra en Placas Compact Dry XSA:**

- Inoculación de 1 mL de diluciones 1:1, 1:10, y 1:100 en placas XSA por duplicado.
- Incubación a 37°C por 24 horas.
- Conteo de colonias características verde azuladas.

Determinación de *Escherichia coli*

#### **Siembra en Placas Compact Dry EC:**

- Inoculación de 1 mL de diluciones 1:1, 1:10, y 1:100 en placas EC por duplicado.
- Incubación a 37°C por 24 horas.
- Conteo de colonias rojas (coliformes) y azules (*E. coli*).

Determinación de *Salmonella* spp.

#### **Pre-enriquecimiento:**

- Peso de 25 gramos de muestra y se añadió 225 mL de caldo lactosado.
- Incubación a 37°C por 24 horas.

**Enriquecimiento Selectivo:**

- Transferencia de 1 mL del caldo lactosado a 10 mL de caldo tetrionato y caldo rapaport vassiliadis.
- Incubación a 37°C por 24 horas.

**Aislamiento:**

- Siembra en agar Bismuto-Sulfito (BS) y agar *Salmonella-Shigella* (SS) utilizando asa bacteriológica.
- Incubación a 37°C por 24 horas.
- Observación de colonias características (brillo metálico en BS y centros negros en SS).

**Identificación Bioquímica:**

- Realizar pruebas bioquímicas (glucosa, LIA, motilidad, ureasa, indol, Voges-Proskauer, rojo de metilo, citrato de Simmons).
- Confirmar presencia de *Salmonella* spp. comparando reacciones bioquímicas.

## RESULTADOS

La investigación arrojó resultados que revelan preocupantes niveles de contaminación microbiológica en el pescado fresco comercializado en el mercado de mayoreo La Tiendona.

*Salmonella* spp. Incidencia: Se detectó la presencia de *Salmonella* spp. en 100% de las muestras analizadas. Interpretación: Este hallazgo indica una contaminación generalizada en el pescado fresco vendido en el mercado. La presencia de *Salmonella* representa un serio riesgo para la salud pública, ya que puede causar infecciones gastrointestinales graves y otras complicaciones.

*Escherichia coli*. Incidencia: 33% de las muestras superaron el límite máximo permitido de *Escherichia coli* según la normativa RTCA 67.04.50:08. Interpretación: La presencia de *E. coli* en niveles elevados sugiere contaminación fecal, posiblemente debido a malas prácticas de higiene durante la manipulación y almacenamiento del pescado. Esto puede derivar en infecciones gastrointestinales en los consumidores.

*Staphylococcus aureus*. Incidencia: 2% de las muestras no cumplían con los límites máximos permitidos para *Staphylococcus aureus*. Interpretación: Aunque la incidencia de *S. aureus* fue relativamente baja, su presencia en algunos productos aún señala deficiencias en la higiene y

manipulación por parte de los vendedores. *S. aureus* puede causar intoxicaciones alimentarias si las toxinas producidas se ingieren.

## ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Contaminación por *Salmonella* spp. Todas las muestras analizadas resultaron positivas para *Salmonella* spp.

La presencia de *Salmonella* en todas las muestras indica una contaminación generalizada, lo cual puede deberse a diversas causas como la falta de higiene en la manipulación, condiciones insalubres del ambiente de venta, y deficiencias en la cadena de frío. La contaminación con *Salmonella* es preocupante ya que puede causar infecciones graves en los consumidores, como gastroenteritis y fiebres entéricas.

Contaminación por *Escherichia coli*

El 33% de las muestras superaron el límite máximo permitido para *Escherichia coli*.

La presencia de *E. coli* sugiere contaminación fecal, posiblemente debido a malas prácticas de higiene durante la manipulación y almacenamiento del pescado. *E. coli* es una bacteria que puede causar infecciones gastrointestinales, especialmente en personas con sistemas inmunológicos comprometidos. Las condiciones observadas en el mercado, como la falta de instalaciones adecuadas para el lavado de manos y utensilios, contribuyen a este tipo de contaminación.

Contaminación por *Staphylococcus aureus*

El 2% de las muestras no cumplieron con los límites permitidos para *Staphylococcus aureus*.

Aunque la incidencia de *S. aureus* fue baja, su presencia sigue siendo un indicador de malas prácticas de higiene personal por parte de los manipuladores. *S. aureus* puede producir toxinas que causan intoxicaciones alimentarias, siendo particularmente resistentes al calor y difíciles de eliminar una vez presentes en los alimentos.

Evaluación de las Prácticas de Manipulación y Almacenamiento

Condiciones Inadecuadas:

Las observaciones realizadas durante la recolección de las muestras indicaron condiciones insalubres en el área de venta, como la falta de sistemas de refrigeración adecuados, superficies no lavables y falta de acceso a agua potable.

#### Prácticas Higiénicas Deficientes:

Los vendedores no utilizaban equipo de protección personal adecuado (guantes, gorros, mascarillas), lo que aumenta el riesgo de contaminación cruzada.

### CONCLUSIONES

La presencia de las bacterias en estudio en las muestras de pescado fresco indica que hay contaminación por mala manipulación y que no se cumplen las normas básicas de protección para productos de consumo humano.

*E. coli* es una bacteria sensible a temperaturas de refrigeración (2-6 °C), su presencia en las muestras indica que podría haber una falla en la cadena de frío del producto.

En general, el pescado distribuido en el área de mariscos la Tiendona, no es apto para el consumo humano por no cumplir con los parámetros establecidos por el RTCA 67.04.50:08, principalmente en el caso de la bacteria *Salmonella* spp, la cual según indicación del manual debe haber ausencia total de la bacteria, y está se encontró en todas las muestras analizadas.

Al realizar la investigación, se pudo constatar que los comerciantes del área de pescados y mariscos del mercado municipal La Tiendona, no cumplen con las normas básicas de higiene, vestimenta y buenas prácticas de manejo. Eso se vuelve un factor de riesgo para la contaminación del pescado comercializado en esa área.

### RECOMENDACIONES

Que las autoridades competentes realicen capacitaciones de Buenas Prácticas de Manejo a los vendedores que laboran en el área de mariscos del Mercado La Tiendona, a fin de minimizar el riesgo de contaminación de los alimentos, por mala manipulación de los vendedores.

La administración del mercado debe establecer un registro y control sobre la procedencia de los productos pesqueros, para determinar si estos vienen contaminados desde su lugar de procedencia.

A los consumidores de pescado fresco, que los cocinen adecuadamente debido que muchos de los microorganismos encontrados son sensibles a temperaturas altas, y eso reduce la probabilidad de causar daños a la salud.

## BIBLIOGRAFÍA

Linares Hernández CE, Rodríguez Ruano CA, Vásquez Guardado JA. Determinación de la calidad microbiológica de pescado fresco comercializado en el área de mariscos del mercado de mayoreo La Tiendona, Ciudad de San Salvador [Internet]. [San Salvador]: UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR; 2019. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.14492/2807>

### **DETERMINACION DE LA CALIDAD MICROBIOLOGICA DE LONJA DE PESCADO COMERCIALIZADA EN SUPERMERCADOS DEL DISTRITO DOS DEL AREA METROPOLITANA DE SAN SALVADOR (22)**

**García Granadino, C. A. Velásquez Herrera, D. W.**

**Universidad de El Salvador**

**Facultad de Química y Farmacia**

**2018**

#### **RESUMEN**

El presente estudio tuvo como finalidad evaluar la calidad microbiológica de lonjas de pescado comercializadas en supermercados del Distrito 2 de San Salvador, mediante la identificación de microorganismos patógenos de interés en salud pública. La investigación se enfocó en tres especies comúnmente consumidas: tilapia (*Oreochromis* spp.), curvina (*Cynoscion* spp.) y tiburoncillo (*Mustelus* spp.), seleccionadas por su frecuencia en el comercio local.

Se recolectaron un total de 24 muestras distribuidas equitativamente entre las especies, siguiendo un diseño de muestreo aleatorio estratificado. El análisis se realizó en el Laboratorio de Microbiología de Alimentos de CENSALUD, aplicando métodos convencionales para la detección y cuantificación de *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella* spp., y *Vibrio cholerae*, en concordancia con los criterios del reglamento técnico centroamericano RTCA 67.04.50:08.

Los resultados revelaron que solo el 45.83% de las muestras cumplió con todos los parámetros establecidos por la normativa. La tilapia presentó el mejor perfil microbiológico, mientras que el tiburoncillo fue la especie con mayores niveles de contaminación, especialmente por *E. coli* y *Staphylococcus aureus*. Las principales deficiencias estuvieron relacionadas con prácticas inadecuadas de manipulación, almacenamiento y ruptura en la cadena de frío.

Se concluye que existe un riesgo potencial para la salud pública en la comercialización de lonjas de pescado en supermercados, particularmente por la falta de cumplimiento de estándares higiénico-sanitarios. Se recomienda fortalecer los sistemas de control de calidad, capacitación al personal manipulador y una supervisión más estricta por parte de las autoridades sanitarias.

**Palabras clave:** Calidad microbiológica, Microorganismos patógenos, Contaminación microbiológica, Control de calidad

## INTRODUCCIÓN

El pescado representa una fuente fundamental de proteínas, ácidos grasos esenciales, vitaminas y minerales en la dieta humana. Sin embargo, por su carácter altamente perecedero, es también un alimento susceptible a la contaminación microbiológica durante su manipulación, transporte, almacenamiento y comercialización. Esta situación adquiere particular relevancia en contextos urbanos como el área metropolitana de San Salvador, donde el consumo de productos del mar ha experimentado un crecimiento sostenido en supermercados y puntos de venta formales.

La inocuidad alimentaria es un componente esencial para la protección de la salud pública, especialmente en productos de origen acuático, los cuales pueden ser vectores de bacterias patógenas como *Escherichia coli*, *Salmonella* spp., *Staphylococcus aureus* y *Vibrio cholerae*, entre otros. En este sentido, el cumplimiento de normativas técnicas como el RTCA 67.04.50:08, que establece los criterios microbiológicos para alimentos marinos, se vuelve indispensable.

La presente investigación tuvo como propósito evaluar la calidad microbiológica de lonjas de pescado comercializadas en supermercados del Distrito 2 de San Salvador, analizando tres especies representativas del mercado local: tilapia (*Oreochromis* spp.), curvina (*Cynoscion* spp.) y tiburoncillo (*Mustelus* spp.). A través de este estudio, se busca generar información relevante que contribuya al fortalecimiento de los sistemas de control sanitario y a la promoción de prácticas adecuadas en la cadena de valor pesquera.

## EQUIPO E INSTRUMENTOS

### Equipos de laboratorio para análisis microbiológico:

- **Estufas de incubación:** Para el crecimiento de colonias bacterianas en medios de cultivo.

- **Cabinas de bioseguridad:** Para evitar la contaminación cruzada durante la siembra y manipulación de muestras.
- **Autoclave:** Para esterilización de medios, instrumentos y residuos contaminados.
- **Refrigeradoras:** Para conservación temporal de muestras antes del análisis.
- **Microscopios:** Observación de morfología microscópica de bacterias como *Salmonella spp.*, *Staphylococcus aureus*, *E. coli* y *Vibrio cholerae*

#### **Materiales de laboratorio utilizados:**

Placas Petri con medio de cultivo específico (agar XLD, Baird-Parker, EMB, TCBS).

Asas de siembra, pipetas estériles, micropipetas, tubos Falcon.

Soluciones salinas y reactivos bioquímicos para pruebas confirmativas.

#### **Instrumentos de procesamiento y manipulación:**

- **Mesas de acero inoxidable:** Superficies fáciles de desinfectar.
- **Cuchillos de fileteado** y herramientas de despiece.
- **Bandejas plásticas y jabs:** Para transporte y organización de las lonjas.
- **Balanza de precisión:** Para pesar muestras a analizar.
- **Termómetros:** Para monitorear temperaturas de almacenamiento

#### **Materiales para medidas de bioseguridad y saneamiento:**

Guantes, cofias, delantales, botas de hule, pediluvios y estaciones de lavado.

Protocolos de limpieza y desinfección de utensilios y superficies antes y después de cada faena.

## **PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL**

### **Recolección de muestras**

- Se aplicó un muestreo aleatorio estratificado por supermercado y especie.
- Recolectaron 24 muestras en total, correspondientes a tres especies: *Oreochromis spp.* (tilapia), *Cynoscion spp.* (curvina) y *Mustelus spp.* (tiburoncillo), en dos rondas de muestreo.
- Cada muestra consistió en aproximadamente 227 g (media libra), recolectada en bolsas plásticas estériles y transportada en hieleras desinfectadas entre 2 °C y 7 °C hacia el Laboratorio de Microbiología de Alimentos de CENSALUD.

## Identificación de muestras

Cada muestra fue rotulada de la siguiente manera: lugar, fecha y hora de recolección, número de muestra, Código, Variedad, Nombre del analista, Observaciones.

## Análisis microbiológico

### Determinación de *Escherichia coli*

- Pesaron 25 g de muestra en una bolsa Stomacher.
- Se agregó 225 mL de Agua Peptonada Búferada y se homogenizó.
- Se realizaron diluciones seriadas y siembras en placas con medio EMB.
- Las colonias típicas fueron confirmadas con pruebas bioquímicas.

### Determinación de *Staphylococcus aureus*

- Siembra en medio Baird-Parker.
- Colonias típicas fueron confirmadas con pruebas de coagulasa y catalasa.

### Determinación de *Salmonella* spp.

Se peso una muestra de 25 g a la que se agregaron 225 mL de caldo lactosado, se homogenizo con Stomacher, posteriormente se transfirió la muestra a un recipiente estéril de boca ancha u otro recipiente apropiado, se incubó a 37 °C por 24 horas, se tomó con una pipeta 1 mL de la muestra para agregarlo a caldo Tetratonato y se incubó a  $35 \pm 2$  °C por 24 a 48 horas, posteriormente se tomó 0.1 mL para colocarlo en caldo Rapaport Vassiliadis e incubar a  $42 \pm 0.2$  °C (en baño de agua con controlador termostático). El Aislamiento se hizo en Agar XLD y Agar *Salmonella-Shigella*. Confirmación mediante pruebas bioquímicas estándar.

### Determinación de *Vibrio cholerae*

- Siembra en medio TCBS.
- Prueba de oxidasa y confirmación con pruebas bioquímicas

## RESULTADOS

### DETERMINACIÓN DE *Escherichia coli*.

**Tabla N°12.** Resultados obtenidos en la determinación de *Escherichia coli* en lonjas de pescado, comparado con especificación del RTCA 67.04.50:08; Grupo 9.0, Sub grupo: 9.1

Código	Resultado	Otros microorganismos encontrados	Especificación RTCA 67.04.50:08 < 10 <sup>2</sup> UFC/g
<b>RESULTADOS DE PRIMER MUESTREO</b>			
<b>ST0101</b>	<b>500 UFC/g</b>	-----	<b>No conforme</b>
<b>ST0201</b>	<b>1,110 UFC/g</b>	-----	<b>No conforme</b>
SC0301	80 UFC/g	<i>Klebsiella spp</i>	Conforme
SB0401	78 UFC/g	<i>Enterobacter sp</i>	Conforme
ST0501	66 UFC/g	-----	Conforme
SC0601	92 UFC/g	<i>Enterobacter sp</i>	Conforme
SC0701	74 UFC/g	<i>Klebsiella spp</i>	Conforme
SB0801	96 UFC/g	<i>Enterobacter sp</i>	Conforme
DT0901	90 UFC/g	-----	Conforme
DC1001	58 UFC/g	<i>Klebsiella spp</i>	Conforme
<b>DB1101</b>	<b>1,770 UFC/g</b>	-----	<b>No conforme</b>
DB1201	78 UFC/g	<i>Klebsiella spp</i>	Conforme
<b>RESULTADOS DE SEGUNDO MUESTREO</b>			
ST1302	66 UFC/g	<i>Klebsiella spp</i>	Conforme
ST1402	47 UFC/g	<i>Klebsiella spp</i>	Conforme
<b>SC1502</b>	<b>690 UFC/g</b>	-----	<b>No conforme</b>
<b>SB1602</b>	<b>620 UFC/g</b>	-----	<b>No conforme</b>
ST1702	64 UFC/g	<i>Enterobacter sp</i>	Conforme
<b>SC1802</b>	<b>850 UFC/g</b>	-----	<b>No conforme</b>
<b>SC1902</b>	<b>1,020 UFC/g</b>	-----	<b>No conforme</b>
<b>SB2002</b>	<b>1,670 UFC/g</b>	-----	<b>No conforme</b>
DT2102	74 UFC/g	<i>Klebsiella spp</i>	Conforme
DC2202	88 UFC/g	<i>Klebsiella spp</i>	Conforme
<b>DB2302</b>	<b>1,740 UFC/g</b>	-----	<b>No conforme</b>
<b>DB2402</b>	<b>1,640 UFC/g</b>	-----	<b>No conforme</b>

**DETERMINACIÓN DE *Staphylococcus aureus*.**

**Tabla N°13.** Resultados obtenidos en la determinación de *Staphylococcus aureus* en lonjas de pescado comparado con especificación de RTCA 67.04.50:08; Grupo 9.0, Sub grupo: 9.1

Código	Coagulasa	Catalasa	Otros posibles Microorganismos	Resultado	Especificación RTCA 67.04.50:08 <10 <sup>3</sup> UFC/ g
<b>RESULTADOS DE PRIMER MUESTREO</b>					
ST0101	No se realizó	No se realizó	-----	Ausencia	Conforme
ST0201	No se realizó	No se realizó	-----	Ausencia	Conforme
SC0301	(-)	(+)	<i>S. epidermidis</i> o <i>Micrococcus</i>	790 UFC/ g	Conforme
SB0401	(-)	(+)	<i>S. epidermidis</i> o <i>Micrococcus</i>	725 UFC/ g	Conforme
ST0501	No se realizó	No se realizó	-----	Ausencia	Conforme
SC0601	(-)	(+)	<i>S. epidermidis</i> o <i>Micrococcus</i>	870 UFC/ g	Conforme
SC0701	(-)	(+)	<i>S. epidermidis</i> o <i>Micrococcus</i>	900 UFC/ g	Conforme
<b>SB0801</b>	<b>(+)</b>	<b>(+)</b>	-----	<b>DNPC *</b>	<b>No conforme</b>
DT0901	No se realizó	No se realizó	-----	Ausencia	Conforme
DC1001	(-)	(+)	<i>S. epidermidis</i> o <i>Micrococcus</i>	860 UFC/ g	Conforme
DB1101	(-)	(+)	<i>S. epidermidis</i> o <i>Micrococcus</i>	650 UFC/ g	Conforme
<b>DB1201</b>	<b>(+)</b>	<b>(+)</b>	-----	<b>DNPC *</b>	<b>No conforme</b>
<b>RESULTADOS DE SEGUNDO MUESTREO</b>					
ST1302	(-)	(+)	<i>S. epidermidis</i> o <i>Micrococcus</i>	450 UFC/ g	Conforme
ST1402	(-)	(+)	<i>S. epidermidis</i> o <i>Micrococcus</i>	470 UFC/ g	Conforme
SC1502	(-)	(+)	<i>S. epidermidis</i> o <i>Micrococcus</i>	770 UFC/ g	Conforme
SB1602	(-)	(+)	<i>S. epidermidis</i> o <i>Micrococcus</i>	580 UFC/ g	Conforme
ST1702	(-)	(+)	<i>S. epidermidis</i> o <i>Micrococcus</i>	390 UFC/ g	Conforme
SC1802	(-)	(+)	<i>S. epidermidis</i> o <i>Micrococcus</i>	440 UFC/ g	Conforme
SC1902	(-)	(+)	<i>S. epidermidis</i> o <i>Micrococcus</i>	630 UFC/ g	Conforme
<b>SB2002</b>	<b>(+)</b>	<b>(+)</b>	-----	<b>DNPC *</b>	<b>No conforme</b>
DT2102	(+)	(+)	-----	520 UFC/ g	Conforme
DC2202	(-)	(+)	<i>S. epidermidis</i> o <i>Micrococcus</i>	870 UFC/ g	Conforme
<b>DB2302</b>	<b>(+)</b>	<b>(+)</b>	-----	<b>DNPC *</b>	<b>No conforme</b>
<b>DB2402</b>	<b>(+)</b>	<b>(+)</b>	-----	<b>DNPC *</b>	<b>No conforme</b>

\* DNPC: Demasiado numerosas para contar.

**DETERMINACIÓN DE *Salmonella* spp.**

**Tabla N°14.** Resultados obtenidos en la determinación de *Salmonella* spp en lonjas de pescado comparado con especificación RTCA 67.04.50:08; Grupo 9.0, Sub grupo: 9.1

<b>Código</b>	<b>Resultado</b>	<b>Otros microorganismos encontrados</b>	<b>Especificación RTCA 67.04.50:08 AUSENCIA</b>
<b>RESULTADOS DE PRIMER MUESTREO</b>			
ST0101	Ausencia	<i>Shigella sp</i>	Conforme
<b>ST0201</b>	<b>Presencia</b>	-----	<b>No conforme</b>
SC0301	Ausencia	<i>Klebsiella spp</i>	Conforme
SB0401	Ausencia	<i>Shigella sp</i>	Conforme
ST0501	Ausencia	<i>Klebsiella spp</i>	Conforme
SC0601	Ausencia	<i>Proteus vulgaris</i>	Conforme
SC0701	Ausencia	<i>Klebsiella spp</i>	Conforme
SB0801	Ausencia	<i>Klebsiella spp</i>	Conforme
DT0901	Ausencia	<i>Klebsiella spp</i>	Conforme
DC1001	Ausencia	<i>Proteus vulgaris</i>	Conforme
DB1101	Ausencia	<i>Klebsiella spp</i>	Conforme
DB1201	Ausencia	<i>Klebsiella spp</i>	Conforme
<b>RESULTADOS DE SEGUNDO MUESTREO</b>			
ST1302	Ausencia	<i>Klebsiella spp</i>	Conforme
ST1402	Ausencia	<i>Klebsiella spp</i>	Conforme
SC1502	Ausencia	<i>Klebsiella spp</i>	Conforme
<b>SB1602</b>	<b>Presencia</b>	-----	<b>No conforme</b>
ST1702	Ausencia	<i>Enterobacter spp</i>	Conforme
SC1802	Ausencia	<i>Shigella sp</i>	Conforme
SC1902	Ausencia	<i>Klebsiella spp</i>	Conforme
<b>SB2002</b>	<b>Presencia</b>	-----	<b>No conforme</b>
DT2102	Ausencia	<i>Shigella sp</i>	Conforme
DC2202	Ausencia	<i>Klebsiella spp</i>	Conforme
DB2302	Ausencia	<i>Klebsiella spp</i>	Conforme
DB2402	Ausencia	<i>Enterobacter spp</i>	Conforme

## ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

### **DETERMINACIÓN DE *Escherichia coli*.**

En la Tabla N° 12, se observan los resultados para *Escherichia coli*, el 41.67% de las muestras no cumplen con la especificación del RTCA 67.04.50:08, debido a que presentan contaminación de origen fecal, esto se le atribuye a una deficiencia de higiene por parte de los manipuladores y despachadores. El lavado de manos es una actividad que no se debe descuidar al momento de manipular los alimentos, de no realizarse correctamente pueden ser foco de contaminación como en este caso. Otro factor importante fue que se utilizó el mismo cuchillo para fraccionar diferentes carnes produciendo contaminación cruzada. Como ya se ha mencionado que el pescado como tal; es un alimento de alto valor nutricional, por ello se convierte en un medio susceptible para que microorganismos como *Escherichia coli* se desarrollen con facilidad. Otro factor de trascendencia es una posible falla en la cadena de frío, propiciando condiciones favorables para que los microorganismos se activen.

### **DETERMINACIÓN DE *Staphylococcus aureus*.**

En la Tabla N° 13, se observan los resultados para *Staphylococcus aureus* obtenidos mediante el recuento en placa, donde solo 79.17% de las muestras cumplen con la especificación para este microorganismo. Se observó que los manipuladores y despachadores no usaban mascarilla, a simple vista no se observó que presentasen heridas, síntomas de gripe o malestar de la mucosa nasal; pero estos interactúan verbalmente con los consumidores, aumentando la probabilidad de que ciertas partículas de saliva caigan en los alimentos y sean contaminados.

Las muestras de código ST0101, ST0201, ST0501 y DT0901; presentaron ausencia de *Staphylococcus aureus*. Para confirmar la presencia de *Staphylococcus aureus* se realizó la prueba de catalasa, obteniendo resultados positivos en todas las muestras que presentaron crecimiento, a su vez se realizó la prueba de coagulasa obteniendo resultados positivos solo en las muestras: SB0801, DB1201, SB2002, DT2102, DB2302 Y DB2402, esto indica que solo las muestras que presentaron coagulo firme y burbujeo son *Staphylococcus aureus*.

### **DETERMINACIÓN DE *Salmonella* spp.**

En la Tabla N° 14 se muestran los resultados para *Salmonella* spp, aquí se refleja que solo el 87.5 % de las muestras analizadas cumplen con la especificación, excepto las muestras con código: ST0201, SB1602 y SB2002. En escala porcentual representan el 12.5 % de incumplimiento, esto indica que hay contaminación cruzada y malas prácticas higiénicas por parte de los manipuladores, por lo tanto, no son aptas para el consumo humano.

Todas las muestras presentaron crecimiento de colonias sospechosas en Agar *Salmonella-Shigella* (Agar S-S) y Agar XLD; pero mediante pruebas bioquímicas se logró comprobar que sólo 3 muestras resultaron positivas. También se encontraron otros microorganismos como: *Klebsiella* spp, *Proteus vulgaris*, *Enterobacter* spp y *Shigella* sp; estos no son exigidos por el RTCA, pero producen patologías en los consumidores finales. En cuanto a *Klebsiella* spp y *Enterobacter* spp se mencionaron los posibles focos de contaminación.

### **CONCLUSIONES**

Según datos obtenidos en la guía de observación juntamente con los análisis microbiológicos demuestran que las malas condiciones de almacenamiento e inadecuadas prácticas higiénicas de los manipuladores en los supermercados, dan origen a fuentes de contaminación, influyendo en que este tipo de alimentos no sean inocuos y aptos para consumo humano.

Con la guía de observación de buenas prácticas de manufactura se determinó que ninguna de las dos cadenas de supermercados cumple con la totalidad de los parámetros evaluados, como consecuencia de ello se produce un aumento de la carga microbiana en las lonjas, por tal razón no son aptas para el consumo humano.

En cuanto a las tres variedades analizadas la variedad que mostró mayor carga microbiana fue la variedad de tiburoncillo con el 87.5% y las variedades de tilapia y curvina con 62.50% respectivamente que pueden ser consumidas según los parámetros exigidos por el RTCA 67.04.50:08, grupo 9.0, sub grupo 9.1.

### **RECOMENDACIONES**

Que las instituciones pertinentes realicen charlas de buenas prácticas de manufactura a los manipuladores de alimentos, y que verifiquen según especificaciones, las condiciones de limpieza de

las cámaras de almacenamiento, los utensilios, y la higiene de los manipuladores, para conservar la calidad del producto que se comercializa.

Que las instituciones pertinentes como: Defensoría del Consumidor y el MINSAL promuevan a la población que consume esta clase de productos, que cocinen adecuadamente este tipo de alimento, de esta manera se eliminaran muchos microorganismos sensibles a temperaturas altas, por ende, habrá menos probabilidad de causar daños en la salud del consumidor.

Que los establecimientos promuevan el manual de Buenas Prácticas de Manufactura para que el manipulador pueda obtener una certificación.

## **BIBLIOGRAFÍA**

García Granadino CA, Velásquez Herrera DW. Determinación de la calidad microbiológica de lonja de pescado comercializada en supermercados del Distrito dos del área metropolitana de San Salvador [Internet]. [San Salvador]: UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR; 2018. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.14492/1746>

### **DETERMINACION DE MINERALES Y METALES PESADOS EN *Anadara tuberculosa* (CONCHA PELUDA) EN LA BAHIA DE JIQUILISCO DEPARTAMENTO DE USULUTAN EL SALVADOR (23)**

**Rivas Mejía, J. R. V.**

**Universidad de El Salvador**

**Facultad de Química Y Farmacia**

**2018**

## **RESUMEN**

Este trabajo de investigación se centra en la determinación de minerales (como calcio, zinc, cobre, hierro, magnesio, potasio, sodio, y fósforo) y metales pesados (arsénico, cromo y plomo) en la especie *Anadara tuberculosa* (conocida como "concha peluda") de la Bahía de Jiquilisco, Usulután, El Salvador. Se emplearon técnicas de espectrofotometría y métodos analíticos específicos para evaluar la composición química de los moluscos. Los resultados obtenidos demuestran que los niveles de metales pesados están por debajo de los límites establecidos según el Codex Alimentarius, pero ciertos

minerales como calcio y hierro presentan valores superiores a las tablas nutricionales de Centroamérica (INCAP). El estudio sugiere realizar monitoreos microbiológicos adicionales y campañas de concienciación sobre el consumo de sodio debido a su alta concentración, lo cual puede representar un riesgo para la salud.

**Palabras clave:** Contaminación, Metales pesados, Minerales, Espectrofotometría de absorción atómica, Análisis de laboratorio.

## INTRODUCCIÓN

La investigación gira en torno a la especie *Anadara tuberculosa*, conocida como "concha peluda," que habita en los manglares de El Salvador, específicamente en la Bahía de Jiquilisco. Este molusco bivalvo tiene una gran importancia tanto económica como ecológica. Es un recurso alimenticio crucial en el país y una fuente de ingresos para las comunidades que lo recolectan y comercializan.

Distribuida a lo largo de las costas salvadoreñas, *Anadara tuberculosa* se encuentra especialmente en lugares como Barra de Santiago, Estero de Jaltepeque, Bahía de Jiquilisco y Bahía de la Unión.

Uno de los usos más comunes de *Anadara tuberculosa* es su consumo en forma de "coctel de concha," un aperitivo crudo muy popular entre la población local y los turistas. La Bahía de Jiquilisco, debido a su actividad de extracción y comercialización del molusco, fue seleccionada como sitio de estudio. En este lugar, se establecieron seis puntos de muestreo en zonas influenciadas por actividades humanas y posibles contaminantes.

Se recolectaron un total de 90 ejemplares de *Anadara tuberculosa* en seis sitios diferentes dentro de la Bahía de Jiquilisco. En cada sitio de muestreo se definieron tres puntos, y en cada punto se recolectaron 15 ejemplares, sumando así 90 en total. Cada uno de estos ejemplares fue analizado en laboratorio por triplicado para determinar la presencia de minerales y metales pesados. Esto resultó en 594 análisis en total al incluir todas las repeticiones.

El objetivo principal del estudio fue cuantificar los niveles de minerales y metales pesados en *Anadara tuberculosa*, utilizando métodos avanzados como la espectrofotometría de absorción atómica y técnicas estadísticas. También buscó garantizar la calidad nutricional del alimento y evaluar su seguridad para el consumo humano.

Resalta la importancia del monitoreo continuo para garantizar la inocuidad alimentaria y fomentar una regulación más estricta sobre actividades contaminantes que afectan la bahía.

## EQUIPOS E INSTRUMENTOS

En la investigación se emplearon diversos equipos e instrumentos especializados para realizar los análisis de minerales y metales pesados en las muestras de *Anadara tuberculosa*.

- Espectrofotómetro de Absorción Atómica (AA): Utilizado para determinar minerales como calcio, zinc, cobre, hierro, magnesio, potasio y sodio. También se empleó para metales pesados como cromo y plomo, mediante el método de horno de grafito.
- Espectrofotómetro Visible: Aplicado en la determinación del contenido de fósforo por el método colorimétrico con reactivos de molibdato-vanadato.
- Generador de Hidruros: Utilizado junto con el Espectrofotómetro de Absorción Atómica para la determinación precisa de arsénico.
- Horno de Mufla: Empleado para la calcinación de las muestras a altas temperaturas (500 °C) y obtener cenizas para los análisis.
- Balanza Analítica: Usada para medir con precisión pequeñas cantidades de material en las diferentes etapas del procesamiento de las muestras.
- Estufa de Vacío: Permitió la eliminación de humedad a 105 °C y 5 atm de presión, necesaria para calcular el contenido en base seca.
- Mortero y Pistilo: Herramientas simples pero importantes para triturar y homogeneizar las muestras después del secado.
- Papel Filtro Whatman N° 42: Utilizado en el filtrado de las soluciones resultantes del tratamiento de las muestras.

## PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

Recolección de Muestras:

- Se recolectaron 90 ejemplares de *Anadara tuberculosa* en seis sitios de muestreo de la Bahía de Jiquilisco.
- En cada sitio, se seleccionaron tres puntos, recolectándose 15 ejemplares por sitio.
- Los ejemplares fueron transportados en hieleras hasta el laboratorio para su análisis.

Preparación de Muestras:

- Las conchas se lavaron con agua y se eliminaron residuos externos.
- Se refrigeraron por dos horas para facilitar la apertura de las valvas.
- La parte comestible (blanda) se separó y secó en estufa a 60-70 °C durante 48 horas.

- Posteriormente, las muestras secas fueron trituradas y homogenizadas.

#### Tratamiento de Muestras:

- Las muestras se calcinaron en un horno de mufla a 500 °C.
- Las cenizas resultantes se disolvieron en ácido clorhídrico y filtraron.
- Se obtuvieron soluciones finales para el análisis químico.

#### Análisis de Minerales y Metales Pesados:

- Se realizaron análisis para detectar minerales (Ca, Zn, Cu, Fe, Mg, K, Na y P) mediante espectrofotometría de absorción atómica y colorimetría.
- Los metales pesados (As, Cr, Pb) se determinaron mediante espectrofotometría de absorción atómica con horno de grafito y generador de hidruros.
- Cada muestra se analizó por triplicado, resultando en un total de 594 análisis.

#### Análisis Estadístico:

- Se empleó el método de Kruskal-Wallis para evaluar diferencias significativas en las concentraciones de minerales y metales pesados entre los sitios de muestreo.
- También se utilizaron dendrogramas para analizar similitudes entre los sitios.

## RESULTADOS

#### Minerales Detectados:

- Calcio (Ca): Los niveles fueron altos, especialmente en el sitio BJ-5 con 1176.01 mg/100 g, excediendo los valores de referencia en la Tabla INCAP (24 mg/100 g).
- Zinc (Zn): Los niveles más altos se encontraron en BJ-3 y BJ-2, ambos alrededor de 1.1 mg/100 g, concordando con los valores de referencia (0.95 mg/100 g).
- Hierro (Fe): Valores elevados, con BJ-1 alcanzando 40.62 mg/100 g, superando ampliamente el estándar de INCAP (0.29 mg/100 g).
- Magnesio (Mg): BJ-2 mostró la mayor concentración (72.13 mg/100 g), excediendo el valor de INCAP (56 mg/100 g).
- Sodio (Na): Los niveles fueron alarmantemente altos en todos los sitios, con BJ-1 alcanzando 682.74 mg/100 g, muy por encima del valor de referencia (161 mg/100 g).
- Fósforo (P): BJ-1 presentó un pico de 70.61 mg/100 g, aunque todavía por debajo del valor de referencia (219 mg/100 g).

**Metales Pesados:**

- Arsénico (As): Los valores estuvieron muy por debajo del límite permitido por el Codex Alimentarius (110-130  $\mu\text{g/g}$ ), siendo el más alto 0.1  $\mu\text{g/g}$  en BJ-1.
- Cromo (Cr): Detectado en concentraciones seguras, con BJ-2 mostrando un pico de 0.03  $\mu\text{g/g}$ , comparado con el límite de Codex Alimentarius (17-20  $\mu\text{g/g}$ ).
- Plomo (Pb): En todos los sitios estuvo significativamente por debajo de los límites permisibles (1.5-6.3  $\mu\text{g/g}$ ), con BJ-1 alcanzando solo 0.02  $\mu\text{g/g}$ .

**Comparaciones Relevantes:** Los niveles de sodio y ciertos minerales como hierro y calcio fueron significativamente altos, lo que sugiere la necesidad de monitoreo adicional.

Aunque los niveles de metales pesados estuvieron dentro de los límites seguros, su presencia indica la posibilidad de contaminación en los ecosistemas circundantes.

## ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

**Minerales**

**Calcio:** Se encontraron niveles significativamente elevados de calcio en el sitio BJ-5 (1176.01 mg/100 g), excediendo ampliamente los valores de referencia (24 mg/100 g) de la tabla INCAP. Esto indica una posible bioacumulación derivada de las condiciones ambientales del área. Aunque el calcio es benéfico, los niveles extremadamente altos podrían requerir investigaciones adicionales para identificar fuentes de acumulación.

**Hierro:** Los niveles de hierro en BJ-1 (40.62 mg/100 g) superaron por mucho la tabla INCAP (0.29 mg/100 g). Si bien este mineral es esencial, los valores extremadamente altos podrían ser consecuencia de actividades humanas, como el uso de embarcaciones. Aunque el hierro en pequeñas cantidades es beneficioso, niveles excesivos podrían ser tóxicos en consumo prolongado.

**Sodio:** Este fue particularmente alarmante, con BJ-1 mostrando niveles de 682.74 mg/100 g, mucho más altos que los 161 mg/100 g en la tabla INCAP. Consumir este molusco en grandes cantidades puede contribuir a problemas de hipertensión y salud cardiovascular.

**Otros minerales (Magnesio, Zinc y Potasio):** Aunque variaron ligeramente entre sitios, la mayoría de los valores estuvieron dentro de rangos seguros. Sin embargo, el fósforo en BJ-1 (70.61 mg/100 g) fue elevado en comparación con los otros sitios.

### **Metales Pesados**

Arsénico, Cromo y Plomo: Las concentraciones de estos metales estuvieron por debajo de los límites permisibles establecidos en el Codex Alimentarius. Por ejemplo, el arsénico en BJ-1 fue de 0.10 µg/g frente a un límite máximo de 130 µg/g, lo que indica que el consumo de *Anadara tuberculosa* no representa un riesgo inmediato en términos de toxicidad por metales pesados.

### **Análisis Estadístico**

Se observaron diferencias significativas entre sitios en elementos como calcio, cobre, magnesio, fósforo y plomo (valores de p menores a 0.05).

Esto implica que la composición mineral y de metales pesados varía dependiendo de la ubicación, lo cual podría deberse a diferencias en los niveles de contaminación o en las características geológicas del área.

## **CONCLUSIONES**

Minerales como Hierro y Sodio fueron encontrados en *Anadara tuberculosa* en altos contenidos, sobrepasando el 100% con respecto al valor de la ingesta diaria recomendada los cual pueden causar daños a la salud de los consumidores de este alimento ya que un exceso puede causar un desequilibrio en la salud, entre aquellos pacientes con niveles elevados en la presión arterial deben evitar consumirlo frecuentemente ya que una mayor ingesta de sodio es un factor de riesgo independiente para el desarrollo de hipertensión.

La cantidad de metales pesados encontrados en esta especie de bivalvos no sobrepasan los niveles mínimos que dicta el Codex alimentarius, por otro lado, tener en cuenta que los metales pesados son bioacumulables y una exposición o consumo de este alimento con frecuencia puede llegar a niveles crónicos causando fallas en la salud de las personas.

## **RECOMENDACIONES**

Que se realice análisis bromatológico proximal en esta especie de moluscos, el cual sería de forma complementaria junto a esta investigación, para tener mayores criterios de inclusión en la dieta de los salvadoreños.

Hacer análisis microbiológicos, (*Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella* ssp y *Listeria monocytogenes*) parámetros que exige el Reglamento Técnico Centro Americano (RTCA 67.04.50:08) a moluscos bivalvos, *Anadara tuberculosa* (concha peluda) para monitorear la inocuidad alimenticia de esta especie, ya que es altamente consumido en forma cruda en el país.

Incluir en futuras investigaciones parámetros fisicoquímicos indicadores de contaminación con el propósito de reflejar las condiciones en que se encuentran el hábitat de los bivalvos en estudio.

## BIBLIOGRAFÍA

Rivas Mejía JRV. Determinación de minerales y metales pesados en *Anadara tuberculosa* (concha peluda) en la bahía de Jiquilisco, departamento de Usulután, El Salvador [Internet]. [San Salvador]: UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR; 2018. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.14492/1754>

## PROCESAMIENTO INNOVADOR DE PESCADO AHUMADO PARA LA EXPORTACION DE LA COOPERATIVA ACPETAMAR DE R.L. DE SONSONATE (24)

Lovo Casco, F. A.

Universidad de El Salvador

Facultad de Ingeniería y Arquitectura

2018

## RESUMEN

Este documento presenta un trabajo de graduación para obtener el título de Ingeniero Industrial, desarrollado por Franklin Alexander Lovo Casco en la Universidad de El Salvador en marzo de 2018. El proyecto aborda la propuesta de crear una empresa para el procesamiento innovador de pescado ahumado para la exportación, con el fin de agregar valor a los productos marinos poco rentables y mejorar la situación económica del sector pesquero en El Salvador.

**Palabras clave:** Procesamiento Innovador, Pescado Ahumado, Conservación de Alimentos, Ahumado en Caliente, Técnica FTT (FAO-Thiaroye), Examen Sensorial, Análisis Fisicoquímico, Normas de Exportación.

## INTRODUCCIÓN

El trabajo de graduación, titulado "Procesamiento Innovador de Pescado Ahumado para la Exportación de la Cooperativa ACPETAMAR de R.L. de Sonsonate", propone una nueva forma de dar valor agregado al producto marino salvadoreño poco rentable y subutilizado. Busca transformar el pescado en un producto con mejor rentabilidad y mayor aceptación en los mercados, diversificando la oferta de productos marinos en el país.

La propuesta se basa en el uso de técnicas de ahumado, una tecnología que proporciona sabor, color, olor y textura agradables al pescado, además de aumentar su tiempo de conservación y reducir el riesgo de pérdidas económicas en su comercialización.

El proyecto se divide en dos etapas: Etapa de diagnóstico y Etapa de diseño detallado de la Solución.

## EQUIPO E INSTRUMENTOS

El equipo e instrumentación necesarios para el proceso de ahumado en caliente son:

Cámara de ahumado: Recinto construido en acero inoxidable, con hogar interno o externo para la producción de humo, salida de humos, registro para control de tiro y puerta de acceso.

Hogar: Recinto cerrado con puerta de fundición de hierro para la introducción de madera a quemar y salida de humos hacia la cámara de ahumado.

Horno a gas industrial: Fabricado en acero inoxidable con interiores porcelanizados, parrillas niqueladas, quemadores tipo flauta, patas niveladoras, termostato, mecanismo de contrapesos y ruedas.

Cortadora de cabezas y colas de pescado: Máquina manual diseñada para cortar cabezas y colas sin dañar la carne.

Equipo de manejo de materiales: Clavijeros, mesas inoxidables, hieleras, balanzas y carritos.

Herramientas: Cuchillos, salinómetro, pinzas, termómetro para carne.

Para el manejo de la humedad de la madera se recomienda un Detector de humedad de madera, modelo PCE-WT1N.

Para el control de la temperatura se utilizarán: Termómetros de carne, colorímetro, termómetros de ambiente e higrómetros.

Para el empaque se utilizarán: Empacadora al vacío, balanza digital de mesa y bolsas al vacío.

Para el almacenamiento se utilizarán: Cuartos fríos con estantes y hieleras.

Para el transporte se utilizará: Camión frigorífico.

### **PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL**

El proyecto propone el ahumado de pescado en caliente, utilizando la técnica de procesado FAOThiaroye (FTT) con el objetivo de reducir la contaminación ambiental y los riesgos para la salud de los trabajadores, a la vez que aumenta la capacidad de carga del horno y reduce el consumo de combustible.

Se indica que se realice examen sensorial y físico para determinar la calidad del pescado ahumado mediante pruebas sensoriales y análisis fisicoquímicos, con el fin de garantizar el cumplimiento de los estándares de exportación y la aceptación del producto por los consumidores.

### **RESULTADOS**

El proyecto identifica diferentes especies de pescado azul aptas para el ahumado, con énfasis en la Barracuda, Atún, Macarela, Anguila, Jurel y Palometa.

Se realiza un análisis exhaustivo de la disponibilidad de materia prima en El Salvador, incluyendo datos de desembarque de Barracuda, cooperativas pesqueras proveedoras, épocas de veda y especies en peligro de extinción.

Se realiza un estudio de mercado del pescado ahumado en El Salvador e identifica los principales importadores, marcas, tipos de presentación, pesos, ingredientes, precios y preferencias de los consumidores.

Se realiza una encuesta a los importadores para determinar la demanda, los requisitos del producto y la disposición a adquirir nuevas especies de pescado ahumado.

Se realiza un análisis de mercado del pescado ahumado en Estados Unidos, con información sobre los principales importadores, países de origen y cantidad de producto importado.

Se estima la cantidad de materia prima que podría procesar la cooperativa ACPETAMAR, tomando en cuenta su capacidad de pesca y las operaciones de la planta procesadora.

Se realiza un pronóstico de la producción para los próximos dos años, considerando la jornada laboral, la política de inventario, la capacidad instalada del horno ahumador, la eficiencia de la planta y los porcentajes de desperdicios.

### **ANÁLISIS DE RESULTADOS**

Se concluye que el mercado salvadoreño de pescado ahumado es relativamente bajo, pero que hay una demanda potencial considerable.

Se destaca que el mercado de Estados Unidos es un mercado atractivo para el pescado ahumado, con un alto volumen de importaciones.

Se determina que la cooperativa ACPETAMAR tiene la capacidad para abastecer parte de la demanda local e internacional de pescado ahumado, con una producción estimada de 50.42 Ton/año.

Se identifica que la técnica de ahumado FAO-Thiaroye (FTT) es la más adecuada para el proyecto, por su mayor eficiencia, seguridad, y menor impacto ambiental.

### **CONCLUSIONES**

El Salvador cuenta con una riqueza marina y forestal que podrían aprovecharse para crear una industria de pescado ahumado, con un potencial de crecimiento en el mercado local e internacional.

El proceso de ahumado en caliente, con la técnica FTT-Thiaroye, se presenta como la mejor opción para producir un producto de alta calidad, con un menor impacto ambiental y un mayor rendimiento.

El proyecto, en su conjunto, ofrece una propuesta viable y atractiva para las empresas y cooperativas pesqueras que deseen diversificar sus productos y acceder a mercados más lucrativos.

### **RECOMENDACIONES**

Se recomienda a la empresa la implementación de la técnica de procesado FAO-Thiaroye (FTT) para el proceso de ahumado.

Se recomienda la utilización de maderas duras, como el Mongollano, para el ahumado del pescado.

Se recomienda la implementación de un sistema de control de calidad estricto, para garantizar la inocuidad del producto.

Se recomienda la realización de pruebas piloto para evaluar la aceptación del producto en el mercado local e internacional.

Se recomienda la búsqueda de financiamiento para la inversión en la planta procesadora y en la promoción del producto.

## BIBLIOGRAFIA

Lovo Casco FA. Procesamiento innovador de pescado ahumado para la exportación de la cooperativa ACPETAMAR DE R.L de Sonsonate [Internet]. [San Salvador]: UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR; 2018. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.14492/17235>

## **PREVALENCIA DE GREGARINAS (PROTOZOA) EN CAMARON MARINO (*Litopenaeus vannamei* Boone, 1931) EN CUATRO GRANJAS DE EL SALVADOR (25)**

**Peña Molina, M. A., Rodríguez Díaz, M. A.**

**Universidad de El Salvador**

**Facultad de ciencia agronómicas**

**2017**

## RESUMEN

El estudio tiene como propósito identificar la prevalencia de gregarinas (protozoos) en el camarón blanco *Litopenaeus vannamei* cultivado en cuatro granjas de El Salvador. Además, el estudio busca analizar los parámetros físico-químicos del agua de cultivo, tales como la temperatura, el pH, la salinidad, la turbidez y el oxígeno disuelto. La investigación tiene el objetivo de determinar cómo estos parámetros afectan la prevalencia y carga parasitaria de las gregarinas en los estanques de camarón.

Pretende identificar y entender la relación entre la calidad del agua de cultivo y la infestación de gregarinas, para así implementar mejores prácticas de manejo que permitan controlar estos parásitos y mejorar la producción de camarones.

El estudio se llevó a cabo en cuatro granjas camaroneras, tres ubicadas en la Bahía de Jiquilisco y una en Zacatecoluca, durante los meses de junio a diciembre de 2014. Se tomaron muestras de 385 camarones en total y se analizaron 11 estanques.

Las principales variables analizadas fueron la prevalencia de gregarinas, la carga parasitaria y los grados de severidad. También se registraron los parámetros de temperatura, pH, salinidad, turbidez y oxígeno disuelto en cada estanque. Los resultados claves fueron: Prevalencia de gregarinas con variación del 5% al 94%, con una carga parasitaria de 2 a 3000 gregarinas por camarón. Se encontró una correlación entre la carga parasitaria y las variables de temperatura, salinidad y turbidez del agua. El género de gregarinas identificado fue *Nematopsis*.

Los métodos de análisis químicos utilizados para evaluar los parámetros físico-químicos del agua de cultivo fueron:

**Temperatura:** Medida usando una sonda multiparamétrica.

**pH:** Determinado mediante una sonda multiparamétrica.

**Salinidad:** Evaluada con la misma sonda, que mide la concentración de sales en partes por millón (ppm).

**Oxígeno disuelto:** Medido usando la sonda multiparamétrica para determinar la cantidad de oxígeno disponible en el agua.

**Turbidez:** Evaluada mediante el uso del disco de Secchi, el cual mide la claridad del agua a través de la visibilidad del disco en el agua.

Estos parámetros se midieron in situ durante los muestreos en los estanques de las granjas camaroneras. Este proceso se dividió en varias etapas clave: metodología de campo, metodología de laboratorio y análisis estadístico.

Como conclusión la calidad del agua es crucial para el control de gregarinas, la implementación de buenas prácticas de manejo puede reducir la prevalencia y carga parasitaria de gregarinas en los estanques de camarón.

**Palabras clave:** Gregarinas, Protozoos, Carga Parasitaria, Calidad del Agua, *Nematopsis*, Análisis microscópico.

## INTRODUCCIÓN

En los últimos años, el sector de la camaricultura ha experimentado un notable aumento gracias a los avances tecnológicos en el manejo, alimentación y desarrollo larvario. Estos avances no solo han mejorado la crianza en estanques y la salud en las fases larvarias, sino que también han contribuido al control de las principales enfermedades. Sin embargo, aún no se ha logrado controlar completamente las enfermedades provenientes del medio acuático natural, como los esteros.

La camaricultura tuvo sus inicios en la década de 1960 y rápidamente incrementó en la década de 1970, convirtiéndose en una de las fuentes de mayores ingresos por sus elevadas producciones. Según estudios de la FAO, actualmente 18 países de América Latina se dedican a esta actividad, especialmente con especies del género *Penaeus* (también conocido como *Litopenaeus*). Durante la década de 1990, la reducción en el número de fincas de cultivo se debió a enfermedades como el Síndrome de Taura (1993-1994) y el Síndrome de la Mancha Blanca (1998-1999), las cuales afectaron gravemente las producciones, resultando en el cierre de muchas empresas, pérdidas de empleos y reducción de ingresos.

El movimiento de organismos vivos refrigerados y congelados ha propiciado la introducción y propagación de patógenos exóticos en diversas localidades. Asimismo, el deterioro ambiental de los ecosistemas acuáticos costeros favorece el desarrollo de patógenos. Por esta razón, es crucial investigar las enfermedades presentes en los sistemas y camarones de cultivo de cada zona de interés que pudieran tener repercusiones a mayor escala. El género *Nematopsis* sp es considerado potencialmente patógeno para los camarones Peneidos en condiciones de cultivo.

Dado lo anterior y considerando la frecuencia de enfermedades virales, bacterianas y parasitarias que afectan la producción de camarón marino, generando pérdidas económicas, esta investigación tiene como objetivo determinar la prevalencia de gregarinas en cuatro granjas de El Salvador, identificar el género que afecta al camarón y analizar la relación entre la prevalencia de gregarinas y los parámetros físico-químicos del agua de cultivo.

## EQUIPOS E INSTRUMENTOS

El estudio sobre la prevalencia de gregarinas en camarones marinos utilizó diversos equipos e instrumentos tanto en el campo como en el laboratorio.

**En el Campo:**

- **Atarraya:** Red utilizada para capturar los camarones de manera homogénea en distintos puntos de los estanques.
- **Sonda multiparamétrica:** Equipo para medir parámetros físicos y químicos del agua como pH, salinidad, temperatura, oxígeno disuelto y turbidez.
- **Báscula:** Para pesar los camarones.
- **Pie de rey:** Para medir la longitud de los camarones.
- **Hieleras:** Utilizadas para mantener las muestras de camarones refrigeradas a 4°C durante su traslado al laboratorio.

**En el Laboratorio:**

- **Pinzas hemostáticas y tijeras de disección:** Para la extracción y manipulación del intestino de los camarones.
- **Microscopio compuesto:** Para la observación y conteo de gregarinas en las muestras de intestino.
- **Viales plásticos:** Para almacenar las muestras de intestino con solución de formol al 5% como preservante.
- **Láminas portaobjetos:** Para montar y observar las muestras bajo el microscopio.
- **Formalina:** Solución al 5% utilizada como preservante para las muestras de intestino.

Estos equipos e instrumentos permitieron realizar mediciones precisas y observaciones detalladas, garantizando la integridad de las muestras y la confiabilidad de los resultados obtenidos en el estudio.

## PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

**Descripción General del Estudio:**

La investigación se llevó a cabo en cuatro granjas camaroneras: Granja "A" en el cantón Las Animas Abajo, municipio de Zacatecoluca, departamento de La Paz, y tres granjas (B, C, D) en la Bahía de Jiquilisco, Usulután.

El estudio duró seis meses, de junio a diciembre de 2014.

**Metodología de Campo:**

- **Número de Estanques Muestreados:** Se seleccionaron 11 estanques en total (3 en A, 4 en B, 2 en C, 2 en D).

- **Tamaño de la Muestra:** Se muestrearon 385 camarones, con 35 camarones por estanque.
- **Captura de Muestras:** Se utilizó una atarraya para capturar camarones juveniles o adultos, pesando y midiendo cada uno antes de trasladarlos a una hielera para su conservación.

#### **Metodología de Laboratorio:**

- **Recepción y Preparación de Muestras:** Los camarones fueron disecados para extraer el intestino, almacenando las muestras en viales con formalina al 5%.
- **Diagnóstico de Gregarinas:** Se prepararon montajes en fresco de los intestinos y se observaron bajo un microscopio para contar el número de parásitos.
- **Parámetros Epidemiológicos:** Se determinaron el grado de severidad de infestación y la prevalencia de gregarinas.

#### **Metodología Estadística:**

Los datos se registraron en Excel y se analizaron con el programa INFOSTAT, realizando análisis de componentes principales y correlaciones estadísticas para determinar la relación entre la carga parasitaria y los parámetros físico-químicos del agua.

## **RESULTADOS**

En el estudio, se analizaron un total de 385 camarones provenientes de cuatro granjas camaroneras en El Salvador. Los camarones presentaron diversos tamaños y pesos en concordancia con su edad cronológica.

- **Edad, Peso y Talla de los Camarones**

**Tabla N°15.** Edad, peso y talla de camarones de cada estanque.

<b>Estanques</b>	<b>Edad de muestras (días)</b>	<b>Peso promedio (g)</b>	<b>Talla promedio (cm)</b>
<b>10 B</b>	30	2.28	7
<b>2 A</b>	37	3.43	8
<b>3 B</b>	40	11	10.5
<b>2 D</b>	46	9	9.9
<b>4 D</b>	48	8	10
<b>6 A</b>	55	9	10.3
<b>5 B</b>	60	6.6	9.8
<b>5 C</b>	65	10	11.1
<b>3 C</b>	69	8.42	11
<b>9 A</b>	77	11.42	11.95
<b>8 B</b>	86	8.57	10.9

\*El numero equivale al estanque muestreado y la letra corresponde a la granja

Durante el periodo del estudio, la edad de los camarones osciló entre los 30 y 86 días, el peso entre 2.28 y 11.42 g, y la talla entre 7 y 11.95 cm. Estas variaciones se atribuyen a las diferentes condiciones de manejo y salud en los estanques de cada granja. Según las referencias de CENDEPESCA (2008), los camarones suelen presentar pesos y tallas variables durante el cultivo, lo que coincide con los resultados observados en este estudio.

- **Carga Parasitarias y Grado de Severidad**

**Tabla N° 16.** Cálculo de la carga parasitaria promedio.

<b>Granja</b>	<b>Estanque</b>	<b>Carga parasitaria promedio por estanque (Greg/indv)</b>	<b>Carga parasitaria promedio por granja (Greg/indv)</b>
<b>A</b>	2 A	35.87	<b>29.23</b>
	6 A	1.33	
	9 A	4.80	
<b>C</b>	3 C	21.44	<b>11.47</b>
	5 C	2.61	
<b>B</b>	10 B	22.72	<b>15.38</b>
	5 B	14.57	
	3 B	13.19	
	8 B	6.00	
<b>D</b>	4 D	113.18	<b>106.77</b>
	2 D	1.00	

La carga parasitaria promedio varió de 1 a 113 gregarinas por camarón, con mayores cargas parasitarias observadas en ciertos estanques.

**Tabla N°17.** Clasificación de los camarones por grado de severidad determinado por la carga parasitaria individual.

Estanque	Grados de severidad					Total
	0	1	2	3	4	
<b>2 A</b>	4	15	9	5	2	<b>35</b>
<b>10 B</b>	6	22	4	2	1	<b>35</b>
<b>4 D</b>	2	7	9	6	11	<b>35</b>
<b>3 C</b>	9	19	6	1	0	<b>35</b>
<b>6 A</b>	32	3	0	0	0	<b>35</b>
<b>5 B</b>	17	15	3	0	0	<b>35</b>
<b>2 D</b>	33	2	0	0	0	<b>35</b>
<b>5 C</b>	28	7	0	0	0	<b>35</b>
<b>9 A</b>	30	4	1	0	0	<b>35</b>
<b>3 B</b>	19	10	4	2	0	<b>35</b>
<b>8 B</b>	19	15	0	1	0	<b>35</b>
<b>Total</b>	<b>199</b>	<b>119</b>	<b>36</b>	<b>17</b>	<b>14</b>	<b>385</b>

La clasificación de los grados de severidad según Lightner (1996) reveló que el mayor número de camarones se encontraba en el grado 0 (199 individuos), mientras que solo 14 individuos estaban en el grado 4. A pesar de la falta de mortalidades reportadas, las altas cargas parasitarias pueden afectar otras funciones fisiológicas del camarón, como el crecimiento y la conversión alimenticia.

#### - Variables Físicoquímicas del Agua

Las variables físicoquímicas del agua de los estanques incluyeron temperatura, pH, salinidad, turbidez y oxígeno disuelto. Los resultados indicaron que los valores promedio de estas variables estaban dentro de los rangos óptimos según la FAO y CENDEPESCA. Sin embargo, se observaron valores extremos de temperatura y turbidez en algunas granjas, lo que podría influir en la carga parasitaria y el estado de salud de los camarones.

El análisis de componentes principales (ACP) reveló una asociación entre la carga parasitaria y las variables de temperatura, salinidad y turbidez. Estos resultados sugieren que las condiciones ambientales pueden favorecer la proliferación de gregarinas en los estanques.

- **Prevalencia de Gregarinas**

**Tabla N°18.** Cálculo de prevalencia de gregarinas por estanque y por granja.

<b>Granja</b>	<b>Estanque</b>	<b>Prevalencia por estanque (%)</b>	<b>Prevalencia por granja (%)</b>
<b>A</b>	2 A	88.57	37.14
	6 A	8.57	
	9 A	14.29	
<b>C</b>	3 C	45.71	48.57
	5 C	51.43	
<b>B</b>	10 B	82.86	55.71
	5 B	20.00	
	3 B	74.29	
	8 B	45.71	
<b>D</b>	4 D	94.29	50.00
	2 D	5.71	

La prevalencia de gregarinas varió del 5% al 94% por estanque y del 37% al 55% por granja. Estos resultados son consistentes con estudios previos, como los de Morales (2007) y Morales et al. (2011), que reportan una prevalencia de gregarinas del 10% al 90% en camarones marinos. La exposición constante a aguas infectadas y las condiciones ambientales desfavorables pueden incrementar la prevalencia y carga parasitaria de las gregarinas.

### **ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS**

Durante el estudio, se analizaron un total de 385 camarones distribuidos en cuatro granjas camaroneras. Los resultados mostraron variaciones en cuanto a edad, peso y talla, así como en las condiciones fisicoquímicas del agua y la carga parasitaria.

#### **Edad, Peso y Talla de los Camarones**

- **Edad:** Los camarones tenían edades que oscilaban entre 30 y 86 días.
- **Peso Promedio:** Variaba entre 2.28 y 11.42 gramos.
- **Talla Promedio:** Entre 7 y 11.95 cm.

#### **Carga Parasitaria y Grado de Severidad**

- La carga parasitaria promedio por estanque osciló entre 1 y 113 gregarinas por individuo.
- La severidad de infección se clasificó en grados, desde grado 0 (sin infección) hasta grado 4 (infección severa). La mayoría de los camarones se encontraban en el grado 0 (199 individuos) y el grado 1 (119 individuos).

### **Variables Fisicoquímicas del Agua**

- **Temperatura:** Se encontró una variación en la temperatura del agua de 29 a 34°C.
- **pH:** Valores registrados entre 7.5 y 9.
- **Salinidad:** Variaba entre 0.5 y 45 ppm.
- **Turbidez:** Entre 25 y 80 cm de visibilidad del disco Secchi.
- **Oxígeno Disuelto:** Concentraciones entre 3.34 y 9.3 mg/L.

### **Correlaciones y Análisis de Componentes Principales**

- Se utilizó el análisis de componentes principales para identificar correlaciones significativas entre las variables estudiadas:
- **Temperatura, Salinidad y Turbidez:** Estuvieron asociadas con cargas parasitarias más altas y mayores prevalencias de gregarinas.
- **Oxígeno Disuelto y pH:** Tuvieron una relación menor con la carga parasitaria y los grados de severidad.

### **Prevalencia de Gregarinas**

- La prevalencia de gregarinas fue del 5% al 94% por estanque.
- Por granja, la prevalencia varió entre el 37% y el 55%.

### **Género de Gregarina Reportada**

El género de gregarina identificado en este estudio fue *Nematopsis*.

En conclusión, la prevalencia y carga parasitaria de gregarinas en los camarones se vieron influenciadas por variables como la temperatura, salinidad y turbidez del agua. Estos hallazgos resaltan la importancia de monitorear y controlar las condiciones del agua para reducir la infestación por gregarinas y mejorar la salud del camarón.

## **CONCLUSIONES**

Las gregarinas encontradas pertenecen al género *Nematopsis* sp, cuya prevalencia mínima por granja fue de 35% y la máxima de 50%; en cambio a nivel de estanques, fue de 5% y de 95% respectivamente.

Las variables fisicoquímicas del agua que se asociaron con altas cargas de gregarinas fueron principalmente la temperatura, la salinidad y la turbidez, y en menor medida el pH y oxígeno; lo cual, para este estudio, se identificó que temperaturas arriba de 30°C (época seca), aumenta la salinidad, disminuye la turbidez y favorece el aumento de la incidencia de la infestación parasitaria; mientras

que en la época lluviosa hubo una notable reducción de la carga parasitaria, debido al descenso relativo de un 1°C en la temperatura del agua.

### RECOMENDACIONES

Realizar monitoreo y registro de la calidad del agua diariamente, especialmente de la temperatura, turbidez y salinidad previas a la siembra del camarón y durante el desarrollo del cultivo.

Realizar buenas prácticas de manejo dentro de los estanques de cultivo, evitando en la medida de lo posible temperaturas que superen los 30°C, realizando recambios de agua más frecuente principalmente en época seca, para disminuir la carga parasitaria por gregarinas.

Realizar investigaciones orientadas a la parasitosis por gregarinas y la relación con la temperatura, la salinidad y la turbidez, asociados a los diferentes sistemas de producción.

### BIBLIOGRAFÍA

Rodríguez Díaz MA, Peña Molina MA. PREVALENCIA DE GREGARINAS (protozoa) EN CAMARONES MARINO (*Litopenaeus vannamei* Boone, 1931) EN CUATRO GRANJAS DE EL SALVADOR [Internet]. [San Salvador]: UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR; 2017. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.14492/2775>

**ENDOPARÁSITOS HELMINTOS EN PECES CORVINA (*Cynoscion stolzmanni*), RÓBALO (*Centropomus medius*) Y PARGO (*Lutjanus guttatus*), EN EL PUERTO DE LA LIBERTAD DE EL SALVADOR (26)**

**Guevara Carranza, I. N. Perez Segovia, C. E. Pineda Chacón, J. E.**

**Universidad de El Salvador**

**Facultad de Ciencias Agronómicas**

**2016**

## RESUMEN

Este trabajo de investigación, realizado por Ingrid Noelia Guevara Carranza, Claudia Elizabeth Pérez Segovia, Josué Edmundo Pineda Chacón para optar al título de Licenciado(a) en Medicina Veterinaria y Zootecnia en la Universidad de El Salvador en 2016, se centra en la identificación de la carga parasitaria en tres especies de peces de importancia comercial: corvina, róbalo y pargo, en el Puerto de La Libertad, El Salvador. El estudio busca determinar la prevalencia, intensidad y abundancia de los parásitos helmintos en estas especies, con especial enfoque en los parásitos de importancia zoonótica, aquellos que pueden transmitirse al humano.

**Palabras clave:** Helmintos, Diagnóstico parasitológico, Necropsia, Análisis microscópico.

## INTRODUCCIÓN

La investigación se desarrolla en el contexto de la importancia de la pesca para la economía y la salud pública. Los helmintos, parásitos internos, pueden afectar la salud de los peces y, en algunos casos, transmitir enfermedades al humano. El trabajo se enfoca en tres especies de peces de gran consumo en El Salvador: corvina, róbalo y pargo, analizando la presencia de parásitos helmintos y su posible impacto en la salud humana.

Metodología aplicada: para el muestreo se recolectaron 144 especímenes de las tres especies de peces (48 de cada especie) en el Puerto de La Libertad entre octubre de 2015 y febrero de 2016. El diagnóstico se realizó con la necropsia de los peces, examinando el estómago, intestinos, gónadas, hígado y músculo; los helmintos encontrados se identificaron mediante claves taxonómicas y pictográficas. Los parámetros epidemiológicos que se calcularon fueron la prevalencia, intensidad media y abundancia media de cada tipo de parásito. Se realizó el análisis estadístico aplicando la prueba de Chi cuadrado para evaluar la independencia del sexo con la carga parasitaria y el Modelo Lineal Mixto para determinar la prevalencia, intensidad media y abundancia.

## EQUIPOS E INSTRUMENTOS

### **Equipos utilizados en el laboratorio:**

- Microscopio estereoscópico para la observación de parásitos.
- Tijeras de punta recta y bisturí para realizar necropsias y la preparación de tejidos.
- Placas de vidrio y cajas Petri para el manejo de muestras.

**Materiales:**

- Solución salina al 0.9% para la preservación de tejidos.
- Viales con alcohol etílico al 70% para conservar los parásitos recolectados.
- Hieleras con abundante hielo para transportar los peces recién capturados desde el muelle hasta el laboratorio.

**PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL****Preparación y transporte de muestras:**

Los peces muestreados (corvina, róbalo y pargo) fueron recolectados en el Puerto de La Libertad. Cada pescado fue transportado en hieleras con hielo al laboratorio para garantizar su frescura antes del análisis.

**Diagnóstico en laboratorio:**

Los peces fueron descongelados a temperatura ambiente y luego procesados: Se pesaron, midieron y determinaron su sexo.

Se realizaron necropsias para inspeccionar los órganos (estómago, intestino, gónadas, hígado, músculo, entre otros).

Los órganos fueron comprimidos entre láminas de vidrio (método "squash") y observados bajo microscopio estereoscópico.

**Recolección y conservación de parásitos:**

Los helmintos encontrados fueron extraídos cuidadosamente con bisturís y pinceles finos.

Posteriormente, se colocaron en alcohol etílico al 70%, etiquetando cada vial con los datos de identificación (especie, fecha, órgano, etc.).

**Identificación y análisis:**

Los parásitos recolectados fueron identificados usando claves taxonómicas y pictográficas. Se registraron los hallazgos en hojas de control para análisis estadísticos posteriores.

**Parámetros epidemiológicos:**

Se calcularon prevalencia, intensidad media y abundancia media para determinar la carga parasitaria y su distribución entre las diferentes especies.

**RESULTADOS****Parásitos identificados:**

*Contracaecum* sp. fue el parásito más representativo, con mayor prevalencia en las especies estudiadas.

*Helicometrina* sp. se encontró en menor cantidad y únicamente en los órganos internos como intestino e hígado.

**Órganos parasitados:**

Los órganos más afectados fueron la mucosa estomacal e intestino, seguidos por gónadas e hígado.

En *Cynoscion stolzmanni* (corvina), el parásito también se identificó a nivel muscular, aunque en menor medida.

**Parámetros epidemiológicos:**

Prevalencia General:

*Contracaecum* sp.: 55.55%, siendo más alta en *Lutjanus guttatus* (77.08%).

*Helicometrina* sp.: 5.55%.

Intensidad Media (número promedio de parásitos por pez infectado):

*Contracaecum* sp.: 21.53 parásitos/pez.

*Helicometrina* sp.: 7 parásitos/pez.

Abundancia Media (número promedio de parásitos por pez estudiado):

*Lutjanus guttatus* mostró la mayor abundancia con 15.27 parásitos.

*Cynoscion stolzmanni* tuvo la menor abundancia, con solo 2.89 parásitos.

**Riesgo zoonótico:**

Se identificó a *Contracaecum* sp. como el único parásito zoonótico, particularmente en su etapa larvaria L3, que puede provocar anisakiasis si los peces se consumen crudos o mal cocidos.

**DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS****Parásitos encontrados y su zoonosis:**

*Contracaecum* sp. fue el parásito dominante y su capacidad zoonótica es significativa. Aunque mayormente se encontraron en vísceras, algunas larvas se detectaron en músculo, lo que representa un riesgo potencial para humanos, especialmente al consumir pescado crudo o mal cocido (como ceviche). Este hallazgo concuerda con estudios internacionales sobre anisákidos en peces de regiones tropicales.

*Helicometrina* sp. se identificó en menor prevalencia y carece de evidencia sobre su impacto zoonótico directo, aunque es relevante investigar su influencia en la salud de los peces.

**Preferencia de órganos parasitados:**

Los helmintos demostraron afinidad por la mucosa estomacal e intestinos, seguidos de gónadas e hígado. Específicamente, el *Contracaecum* sp. se localizó incluso en los músculos de la corvina (*Cynoscion stolzmanni*), algo inusual pero preocupante.

El *Helicometrina* sp. se limitó al intestino e hígado.

**Implicaciones epidemiológicas:**

La prevalencia de *Contracaecum* sp. fue significativa, especialmente en el pargo (*Lutjanus guttatus*), con un 77.08%. Esto indica que especies con mayor prevalencia pueden ser más susceptibles a infecciones parasitarias.

La intensidad y abundancia parasitaria reflejan posibles impactos en la salud de los peces, como interferencia nutricional o reducción de su valor comercial.

**Impacto en la seguridad alimentaria:**

El riesgo zoonótico se acentúa por prácticas inadecuadas en el procesamiento y consumo de peces. Este estudio refuerza la necesidad de divulgar prácticas seguras de manejo y cocción de pescado, minimizando así el riesgo de anisakiasis en humanos.

## CONCLUSIONES

El parásito encontrado en las tres especies de peces fue *Contracaecum* sp., y *Helicometrina* sp. En *Lutjanus guttatus* (pargo) y *Centropomus medius* (róbalo).

En las tres especies de peces estudiados, el *Contracaecum* sp. en el estadio infeccioso (L<sub>3</sub>), presentó alta prevalencia general (55.55%), y una intensidad general de 21.53 larvas por pez, lo cual representa un riesgo potencial para la población que consume pescado crudo mal eviscerado o poco cocinado.

Se demostró que *Lutjanus guttatus* (pargo) y *Centropomus medius* (róbalo), tuvieron mayor prevalencia parasitaria (77.08% y 64.58% respectivamente), seguido en menor cantidad para *Cynoscion stolzmanni* (corvina) con una prevalencia de 22.92%; y que además no existe dependencia del parásito en cuanto al sexo, talla y especie de pez.

De acuerdo a la inspección externa de los peces muestreados se pudo determinar que no existe diferencia física entre los peces parasitados y los peces no parasitados

## RECOMENDACIONES

Se considera de suma importancia divulgar sistemáticamente las normas establecidas por el Consejo Nacional de la Ciencia y Tecnología de El Salvador (CONACYT) relacionadas con la calidad e inocuidad de los productos de la pesca.

Profundizar estudios mediante el uso métodos moleculares para determinar las especies del género *Contracaecum*, que han sido reportadas en las distintas especies de peces de las costas de El Salvador.

Tomar las medidas pertinentes en el proceso de eviscerado de peces, procurando evitar el contenido de posible larvas de *Contracaecum* sp. en estadio L<sub>3</sub>, ya que la prevalencia fue mayor al 50%.

Realizar estudios acerca del ciclo biológico de la *Helicometrina* sp, sus hospedadores intermediarios y definitivos, así como los posibles efectos en la salud de los peces y de los humanos.

## BIBLIOGRAFIA

Guevara Carranza IN, Pérez Segovia CE, Pineda Chacón JE. Endoparásitos helmintos en peces corvina (*Cynoscion stolzmanni*), róbalo (*Centropomus medius*) y pargo (*Lutjanus guttatus*), en el Puerto de La Libertad de El Salvador [Internet]. [San Salvador]: UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR; 2016. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.14492/2774>

**VALIDACIÓN DEL ENSAYO RECEPTOR LIGANDO, PARA LA DETERMINACIÓN DE SAXITOXINA EN MOLUSCOS BIVALVOS, UTILIZANDO EXTRACTOS SINÁPTICOS OBTENIDOS DE CERDO (27)**

**Parada Herrera, N. P. Rivera Torres, W. E.**

**Universidad de El Salvador**

**Facultad de Ciencias Naturales y Matemática**

**2016**

**RESUMEN**

Este trabajo de grado, presentado por Nubia Patricia Parada Herrera y Wilfredo Ernesto Rivera Torres para optar al grado de Licenciado en Ciencias Químicas en la Universidad de El Salvador en 2016, se centra en la validación del ensayo receptor ligando (RBA) para determinar la presencia de Saxitoxina (STX) en moluscos bivalvos. El estudio busca reemplazar el tradicional bioensayo en ratón, considerado no ético y con alto impacto ambiental, por un método más seguro y eficiente, utilizando extractos sinápticos de cerebro de cerdo en lugar de cerebro de rata.

**Palabras clave:** Toxicidad de mariscos, Floraciones de algas nocivas (FAN), Saxitoxina (STX), Acumulación de toxinas, Bioensayo en ratón, Técnicas de detección de toxinas, Ensayo receptor ligando (RBA), Validación de métodos.

**INTRODUCCIÓN**

El trabajo se desarrolla en el contexto de las floraciones de algas nocivas (FAN), que representan un riesgo para la salud humana y los ecosistemas marinos, especialmente por la producción de toxinas como las PSP (Intoxicación Paralítica por Mariscos). La STX es la toxina más tóxica del grupo PSP y se acumula en los moluscos bivalvos, entrando en la cadena alimentaria y afectando a humanos y fauna. El Ensayo receptor ligando (RBA), como técnica de análisis de tercer tipo, se basa en la interacción de alta afinidad entre las toxinas PSP y los canales de sodio dependientes de voltaje, lo que lo convierte en una alternativa prometedora al bioensayo en ratón.

## **EQUIPO E INSTRUMENTOS**

- Homogeneizador teflón/vidrio
- Centrifuga TOMY MX-307 High speed Refrigerated Micro Centrifuge
- Espectrofotómetro UV-1700 Pharma Spec uv/vis spectrophotometer Shimadzu
- Contador de centelleo líquido Microbeta Trilux
- Placas de 96 pocillos
- Micropipetas
- Vortex mixer
- Licuadora
- Baño de hielo
- pH metro
- Placa calefactora

## **PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL**

Preparación de Extractos Sinápticos de Cerebro de Cerdo: Se utiliza el método oficial IAEATEDOC-1729, adaptado para cerebro de cerdo. Se realiza la homogenización, centrifugación y re suspensión del tejido cerebral, obteniendo extractos sinápticos almacenados a  $-80^{\circ}\text{C}$ .

Determinación del Contenido Proteico: Se utiliza el kit "Pierce BCA Protein Assay" para determinar la concentración de proteína en los extractos sinápticos, mediante la elaboración de una curva de calibración con albúmina estándar (BSA) y la medición de absorbancia a 562 nm en el espectrofotómetro.

Determinación de la Efectividad de la Proteína como Receptor: Se utiliza el método oficial "Receptor Binding Assay Procedure" con STX marcada con tritio y STX estándar no marcada. Se realiza una curva de calibración y se determina la concentración de STX en muestras desconocidas utilizando el contador de centelleo líquido. Se comparan las curvas de calibración con extracto sináptico estándar y preparado localmente.

Validación del Ensayo Receptor Ligando para Moluscos Bivalvos: Se realiza la validación del método oficial, adaptándolo al uso de extracto de cerebro de cerdo local, siguiendo los parámetros establecidos por el Organismo Salvadoreño de Acreditación (OSA). Se evalúan la linealidad, límite de detección (LOD), precisión y exactitud del método.

## RESULTADOS

Se obtiene un extracto sináptico de cerebro de cerdo con una concentración de proteína equivalente al extracto estándar.

Se valida la técnica de RBA con extracto sináptico local, obteniendo un LOD de 94.01  $\mu\text{g}/\text{kg}$  en el extracto, muy por debajo del límite regulatorio de 800  $\mu\text{g}/\text{kg}$ .

Se observan diferencias en el rango lineal de las curvas de calibración entre extracto estándar y preparado localmente.

## ANÁLISIS DE RESULTADOS

Los resultados muestran que el extracto sináptico preparado localmente puede ser una alternativa viable al extracto estándar.

El método validado presenta un LOD adecuado para la detección de STX en moluscos bivalvos.

Se requieren estudios adicionales para comprender las posibles diferencias en el rango lineal de las curvas de calibración y optimizar el proceso de preparación de extracto sináptico local.

## CONCLUSIONES

La validación del ensayo receptor ligando con extracto sináptico de cerebro de cerdo preparado localmente ha sido exitosa, demostrando que este método es una alternativa viable al bioensayo en ratón.

El método ofrece una herramienta útil y eficiente para la detección de STX en moluscos bivalvos, cumpliendo con los estándares de calidad y precisión.

## RECOMENDACIONES

Ser más exigentes a la hora de recolectar la materia prima (cerebros) para los extractos sinápticos, tomando en cuenta el tiempo de muerte del animal, su peso, edad, raza y realizar un control de temperatura más minucioso, todo esto podría asegurar una mejor integridad de la muestra y por lo tanto obtener un resultado para un rango mucho mayor.

Realizar los ensayos necesarios tanto en la cuantificación de la proteína, como en el ensayo receptor ligando con un mejor control de los factores que podrían propiciar errores (Analistas, Equipos, Reactivos, pH, temperatura, Tiempo de reacción, Estabilidad de la muestra, Otros), para poder así establecer la validación del ensayo en un rango de concentración mayor.

## **BIBLIOGRAFÍA**

Parada Herrera, NP, Rivera Torres, WE. Validación del ensayo receptor ligando, para la determinación de saxitoxina en moluscos bivalvos, utilizando extractos sinápticos obtenidos de cerdo [Internet]. [San Salvador]: UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR; 2016. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.14492/11844>

## **EVALUACION DE LA CALIDAD MICROBIOLOGICA DEL PESCADO CRUDO COMERCIALIZADO EN EL MUELLE DEL PUERTO DE LA LIBERTAD (28)**

**Martinez Ronquillo, B.L. Romero Angulo, M. S. D.**

**Universidad de El Salvador**

**Facultad de Química y farmacia**

**2015**

### **RESUMEN**

Este trabajo de investigación, realizado por Berta Liliana Martínez Ronquillo y María Sandra Dinorah Romero Angulo en noviembre de 2015 para optar al grado de Licenciada en Química y Farmacia en la Universidad de El Salvador, se centró en la evaluación de la calidad microbiológica de pescado crudo comercializado en el muelle del puerto de La Libertad.

El estudio se llevó a cabo en dos etapas, seleccionando 27 de los 29 establecimientos de ventas fijas que comercializan pescado crudo en el muelle. En la etapa 1 se analizaron muestras de músculo y vísceras de 13 establecimientos, mientras que en la etapa 2 se analizaron muestras de músculo de 14 establecimientos. En ambas etapas se incluyó una muestra de referencia obtenida de un barco de pesca artesanal.

Se realizaron análisis para determinar la presencia o ausencia de *Salmonella* spp., *Vibrio cholerae*, *Staphylococcus aureus*, Coliformes Fecales y *Escherichia coli* en las muestras. Los resultados mostraron que el 100% de las muestras presentaban ausencia de *Staphylococcus aureus* y *Vibrio cholerae*, el 30% presentaba *Salmonella* spp, el 37% de las muestras tenía Coliformes Fecales a un NMP/g superior a 460, y el 100% sobrepasaba los límites máximos permisibles para *Escherichia coli*, según especificaciones del RTCA 67.04.50:08.

En conclusión, se recomienda que la Defensoría del Consumidor verifique el cumplimiento de las buenas prácticas de manipulación de los productos pesqueros e imparta capacitaciones sobre las Buenas prácticas de Manipulación y almacenamiento e higiene a la cooperativa de pescadores.

**Palabras clave:** Calidad microbiológica, Contaminación microbiana, Coliformes fecales, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, Análisis microbiológico, Manipulación e higiene.

## INTRODUCCIÓN

El trabajo de investigación, realizado por Berta Liliana Martínez Ronquillo y María Sandra Dinorah Romero Angulo en noviembre de 2015 para optar al grado de Licenciado en Química y Farmacia en la Universidad de El Salvador, se centró en la evaluación de la calidad microbiológica de pescado crudo comercializado en el muelle del puerto de La Libertad.

El pescado es un alimento de alto valor nutricional, pero es muy susceptible al deterioro debido a su pH cercano al del agua y a la presencia de flora microbiana en sus intestinos, branquias y moco superficial. El pescado se contamina fácilmente por microorganismos patógenos procedentes del medio donde viven, y por una inadecuada manipulación, almacenamiento e higiene.

El objetivo principal de esta investigación fue evaluar la calidad microbiológica de pescado crudo de las diferentes especies comercializadas en el Muelle del Puerto de La Libertad. Se seleccionaron al azar diferentes especies de pescado crudo comercializadas y se verificaron las condiciones sanitarias y de almacenamiento del pescado tanto en los establecimientos de ventas fijas como en el barco de pesca artesanal.

Se realizaron análisis microbiológicos en dos etapas, determinando la presencia o ausencia de microorganismos indicadores de contaminación fecal y microorganismos patógenos en muestras de músculo y vísceras de diferentes especies de pescado crudo. Se utilizó el método del Número Más Probable para Coliformes Fecales y *Escherichia coli*, y el método de recuento en placa para *Staphylococcus aureus*.

**EQUIPO E INSTRUMENTOS**

- Autoclave
- Balanza semianalíticas
- Baño María
- Cabina de flujo laminar
- Cocina con magneto
- Cuenta colonias
- Estufa
- Mecheros
- Micropipetas de 100 y 1000  $\mu\text{L}$
- Microscopio
- Refrigeradora
- Stomacher
- Azas
- Azas en L
- Beackears de 100 y 250 y 5000 mL
- Bolsa para stomacher
- Bolsas plásticas
- Cajas herméticas plásticas
- Cucharas plásticas
- Cuchillos de acero
- Erlenmeyers de 100, 250, 300, 500, 1000 y 2000 mL
- Fósforos
- Gasas
- Gradillas para tubos
- Jeringas plásticas 20 mL KOH 40%
- Magnetos
- Mascones
- Papel de aluminio
- Papel filtro
- Papel para pesar
- Papel toalla
- Placas de Petri desechables
- Porta objetos

- Probetas de 250, 500 y 1000 mL
- Puntas plásticas para micro pipetas
- Tira química
- Tirro
- Toallas de tela
- Tubos con rosca 15 mL

**Medios de cultivo:**

- Agar movilidad
- Agua peptonada
- Caldo de Indol
- LIA
- TCBS
- TSA
- TSI
- Voges proskauer

**Reactivos:**

- $\alpha$ -naftol 5%
- Acetona
- Alcohol 70%
- Cloruro de sodio
- Cristal violeta
- kovac
- Lugol
- Safranina

**PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL**

Se seleccionaron aleatoriamente 27 establecimientos de ventas fijas que comercializan pescado crudo en el muelle del puerto de La Libertad, seguido de la recolección de muestras de pescado crudo. Se utilizó un Muestreo Aleatorio Simple para seleccionar los establecimientos.

El análisis se llevó a cabo en dos etapas:

**Etapa 1:** Se analizaron muestras de músculo y vísceras de pescado crudo de 13 establecimientos. Se incluyó una muestra de referencia de pescado comercializado en un barco de pesca artesanal.

**Etapa 2:** Se analizaron muestras de músculo de pescado crudo de 14 establecimientos. Se incluyó una muestra de referencia de músculo de pescado comercializado en un barco de pesca artesanal.

Las determinaciones microbiológicas se realizaron utilizando las siguientes técnicas:

**Determinación de *Salmonella* spp:**

- Se realizaron diluciones de la muestra en Caldo Lactosado, seguido de enriquecimiento selectivo en Caldo Rappaport-Vassiliadis (RV) y Caldo Tetracionato (TT).
- Se aisló la *Salmonella* en Agar *Salmonella-Shigella* (SS) y Agar Bismuto Sulfito (BS).
- Se confirmaron los resultados con pruebas bioquímicas.

**Determinación de *Vibrio cholerae*:**

- Se realizó un enriquecimiento con Agua Peptonada Alcalina (APA).
- Se aisló la bacteria en Agar TCBS.
- Se confirmaron los resultados con pruebas de oxidasa y pruebas bioquímicas adicionales.

**Determinación de *Staphylococcus aureus* por el método de recuento en placa:**

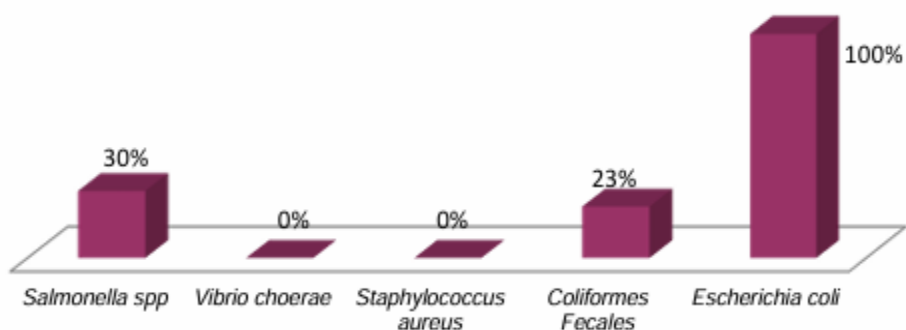
- Se realizaron diluciones de la muestra en Agua Peptonada Buferada (APB).
- Se aisló la bacteria en Agar Baird Parker.
- Se confirmaron los resultados con pruebas de coagulasa y catalasa.

**Determinación y Cuantificación de Coliformes Fecales y *Escherichia coli* por el Método del Número Más Probable:**

- Se realizaron diluciones de la muestra en Agua Peptonada Buferada (APB).
- Se inoculó la muestra en Caldo Fluorocult LMX (para Coliformes Totales).
- Se confirmó la presencia de Coliformes Fecales en los tubos positivos para Coliformes Totales, mediante la incubación en Caldo EC con una campana de Durham.
- Se confirmó la presencia de *Escherichia coli* en los tubos positivos para Coliformes Fecales, mediante la observación de fluorescencia bajo luz UV y la realización de pruebas de indol y crecimiento en Agar EMB.

## RESULTADOS

Resumen porcentual de los resultados obtenidos de las 43 muestras analizadas.



**Figura 1.** Gráfico de los porcentajes obtenidos de la 43 muestras analizadas que no cumplen con las especificaciones del RTCA 67.04.50:08.

## ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

En la figura N° 1 se representan los resultados de las 43 muestras analizadas en donde el 30% de las muestras no cumple con las especificaciones del RTCA 67.04.50:08 para *Salmonella spp*, el 23 % no cumple con los parámetros máximos permisibles para Coliformes Fecales, el 100% de las muestras sobrepasan los límites para *Escherichia coli* y el 100% de las muestras analizadas cumple para *Vibrio cholerae* y *Staphylococcus aureus*.

De acuerdo a lo especificado en el Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 67.04.50:08 para el “Sub grupo de alimento: 9.1 de pescado y productos pesqueros frescos, congelados, incluidos moluscos, crustáceos y equinodermos, empacados” se tiene que las muestras analizadas no son aptas para consumo humano.

## CONCLUSIONES

Las condiciones sanitarias y de almacenamiento del pescado crudo comercializado en el muelle del puerto de La Libertad no son las adecuadas, lo que genera un riesgo para la salud del consumidor.

Los establecimientos de ventas fijas y los barcos de pesca artesanal no cumplen con las Buenas Prácticas de Manipulación.

Se recomienda una revisión exhaustiva de las prácticas de manipulación, higiene y almacenamiento de pescado en los establecimientos del muelle para garantizar la inocuidad del producto.

### RECOMENDACIONES

La Defensoría del Consumidor debe verificar el cumplimiento de las buenas prácticas de manipulación de los productos pesqueros.

Se deben impartir capacitaciones sobre las Buenas prácticas de Manipulación y almacenamiento e higiene a la cooperativa de pescadores.

Se recomienda utilizar hieleras de material plástico en los barcos de pesca artesanal para facilitar la limpieza y desinfección.

Los consumidores deben cocinar adecuadamente el pescado para eliminar los microorganismos patógenos.

Se deben realizar investigaciones de pregrado para determinar la presencia de diferentes especies de *Vibrio* en el pescado.

Se recomienda realizar estudios de parámetros químicos en el pescado para determinar la presencia de metales pesados.

### BIBLIOGRAFIA

Martinez Ronquillo BL, Dinorah Romero Angulo MS. Evaluación de la calidad microbiológica de pescado crudo comercializado en el muelle del puerto de La Libertad [Internet]. [San Salvador]: UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR; 2015. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.14492/1677>

**UTILIZACION DE MELAZA COMO FERTILIZANTE ORGANICO DE ESTANQUES  
CAMARONEROS DURANTE LA FASE DE ENGORDE DEL CAMARON MARINO**

*(Litopenaeus vannamei)* (29)

**Fuentes Arévalo E. A. Guillén Orellana G. M.**

**Universidad de El Salvador**

**Facultad de Ciencias Agronómicas**

**2014**

**RESUMEN**

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar el efecto del uso de melaza de caña como fertilizante orgánico en estanques camaroneros durante la fase de engorde del camarón marino (*Litopenaeus vannamei*), comparado con el uso del fertilizante químico Triple 15. El estudio se desarrolló en la Estación de Maricultura de Los Cóbanos, Sonsonate, El Salvador, empleando dos tratamientos experimentales: T1 (melaza) y T0 (Triple 15), cada uno aplicado en estanques independientes bajo condiciones similares de manejo y monitoreo.

Se analizaron variables fisicoquímicas del agua (oxígeno disuelto, temperatura, salinidad, pH y turbidez), parámetros biológicos del cultivo (peso vivo, crecimiento, tasa de alimentación y sobrevivencia), composición del fitoplancton, análisis bromatológicos del camarón cosechado, y calidad del suelo de los estanques. Además, se realizó un análisis económico mediante el método de presupuesto parcial.

Los resultados mostraron que, aunque no hubo diferencias estadísticas significativas ( $p \leq 0.05$ ) en la mayoría de los parámetros evaluados, el tratamiento con melaza (T1) obtuvo mayor sobrevivencia (+21%) y una mejor calidad del fitoplancton, predominando las diatomeas, algas beneficiosas para el cultivo. Asimismo, el análisis bromatológico reveló que los camarones provenientes del tratamiento con melaza presentaron mayores niveles de proteína cruda. Desde el punto de vista económico, el tratamiento orgánico generó un mayor beneficio neto, con un incremento de USD 1,155.38 en comparación con el tratamiento químico.

Se concluye que el uso de melaza como fertilizante orgánico no solo constituye una alternativa viable técnica y económicamente, sino que también representa una estrategia sostenible y amigable con el medio ambiente, promoviendo una producción camaronera responsable, con potencial para ser certificada como orgánica o de “etiqueta verde”.

**Palabras claves:** *Litopenaeus vannamei*, Parámetros fisicoquímicos, Análisis bromatológico.

## INTRODUCCIÓN

La presente investigación se orienta a evaluar el uso de la melaza de caña un subproducto de la industria azucarera como alternativa de fertilización orgánica en estanques camaroneros durante la fase de engorde. Este enfoque no solo busca reducir el uso de compuestos químicos, sino también mejorar la calidad del agua y fomentar la presencia de algas benéficas, como las diatomeas, favoreciendo un ambiente propicio para el crecimiento y supervivencia de los camarones.

El estudio compara dos tratamientos experimentales: uno utilizando fertilización orgánica con melaza (T1) y otro con fertilizante químico tradicional Triple 15 (T0), evaluando parámetros fisico-químicos, biológicos, productivos y económicos. A través de este análisis se pretende aportar evidencia científica que permita recomendar prácticas más sostenibles para la producción camaronera en El Salvador, conciliando la productividad con la conservación ambiental.

## EQUIPOS E INSTRUMENTOS

### Para evaluar la calidad de agua

- Sonda multiparamétrica: Medición de oxígeno disuelto, temperatura y salinidad.
- pH-metro: Para el análisis del pH del agua.
- Disco Secchi: Medición de turbidez.

### Medición del desempeño del camarón

- Atarraya de malla fina
- Regla con medida de 40 cm
- Balanza semi-analítica: Precisión para peso individual.

### Toma de muestras de laboratorio

- Frascos de 1 litro + Formalina al 40%: Para preservación de muestras de fitoplancton.
- Bolsas plásticas de 5 lb, pala jardinera, báscula de 10 lb: Para muestreo de suelos.
- Bolsas de 1 lb, hielo (4 lb), hielera de 10 lb: Para transporte de muestras de camarón al análisis bromatológico.

**Equipos para análisis de laboratorio**

- Estufas de aire forzado o ventilación forzada: Para deshidratación de muestras bromatológicas.
- Trituradoras de muestras: Para análisis químico de camarón (proteína, humedad, cenizas, etc.)

**Software utilizado.**

- Microsoft Office (Word)
- INFO STAT (versión 2017): Análisis estadístico de resultados.

**PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL**

Se desarrolló en la Estación de Maricultura de Los Cóbano, Sonsonate, en dos estanques de dimensiones similares (4,300 m<sup>2</sup> y 4,256 m<sup>2</sup>), bajo un sistema semi-intensivo de cultivo durante un periodo de 90 días. Se aplicaron dos tratamientos: fertilización con melaza de caña (T1) y con fertilizante químico Triple 15 (T0).

**Preparación de los Estanques**

- Se realizó limpieza y remoción de residuos del fondo.
- Se aplicó cal agrícola para facilitar la desinfección y el desprendimiento de algas.
- Se colocaron mallas filtrantes en las compuertas para evitar la fuga de postlarvas.

**Llenado y Fertilización Inicial**

- El llenado se hizo hasta 4/5 del volumen en 10 días, y hasta el nivel óptimo posterior a la siembra.
- La fertilización comenzó 15 días antes de la siembra, con aplicaciones escalonadas de melaza pura o Triple 15, según el tratamiento. La turbidez fue usada como indicador de ajuste de dosis.

**Siembra de Postlarvas**

- Se sembraron 86,000 postlarvas PL-12 por estanque, correspondientes a una densidad de 20 postlarvas/m<sup>2</sup>.
- La siembra se realizó utilizando conteo volumétrico a partir de muestras de un tanque de almacenamiento de 200 L.

### **Monitoreo de Parámetros**

- Calidad del agua: Se midieron oxígeno disuelto, temperatura, salinidad, pH y turbidez utilizando sonda multiparamétrica, pH-metro y disco Secchi.
- Frecuencia: Oxígeno (2 veces al día), temperatura y salinidad (diario), pH y turbidez (cada 10 días).

### **Evaluación del Rendimiento del Camarón**

- Peso y crecimiento: Cada 15 días se realizaron muestreos con atarraya para determinar peso vivo y talla media.
- Supervivencia: Se estimó al final del ciclo productivo comparando el número de camarones cosechados con los sembrados.

### **Análisis de Laboratorio**

- Fitoplancton: Se recolectaron muestras quincenalmente para identificación y conteo celular.
- Bromatológico del camarón: Al final del ciclo, se evaluaron parámetros como humedad, proteína, grasa, fibra y minerales.
- Análisis de suelos: Se realizaron al inicio y al final del cultivo para observar variaciones por tratamiento.

### **Análisis Estadístico y Económico**

- Se aplicó un diseño completamente al azar, y análisis de varianza (ANOVA) con nivel de significancia  $p \leq 0.05$ .
- Para la evaluación económica se usó el método del presupuesto parcial propuesto por el CIMMYT, calculando beneficio bruto, costos variables, beneficio neto y tasa de retorno marginal.

### **Análisis Bromatológico**

#### **Toma y manejo de muestras**

Las muestras fueron tomadas al finalizar el ciclo de 90 días.

Cada muestra fue secada con papel toalla para eliminar exceso de humedad externa, embolsada individualmente en bolsas plásticas etiquetadas y transportada en hielera a 4 °C al laboratorio de Química Agrícola de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la UES.

Se utilizaron muestras de camarón completo y pelado para análisis comparativo

Las muestras fueron analizadas mediante métodos estándar para los siguientes componentes: humedad, cenizas, proteína cruda, extracto etéreo (grasa), fibra cruda, carbohidratos (por diferencia), minerales: Calcio, Fósforo y Potasio.

## RESULTADOS

### Parámetros fisicoquímicos del agua

Oxígeno disuelto, temperatura, salinidad, pH y turbidez no mostraron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos T1 (Triple 15) y T2 (melaza), según la prueba T de Student.

Todos los parámetros se mantuvieron dentro de rangos aceptables para el cultivo de *L. vannamei*.

### Parámetros biológicos

**Peso vivo:** Ambos tratamientos alcanzaron pesos similares a la cosecha (13.79 g en T2 vs. 14.4 g en T1).

**Crecimiento y tasa de alimentación:** No hubo diferencias significativas entre tratamientos.

**Sobrevivencia:** El tratamiento con melaza (T2) presentó 21% más sobrevivencia que el tratamiento con fertilizante químico (T1), atribuida a la mayor estabilidad del fitoplancton en T2.

### Fitoplancton

Se observó una mayor presencia de diatomeas en el tratamiento con melaza, consideradas benéficas.

En cambio, el tratamiento con fertilizante químico presentó más dinoflagelados y cianobacterias, los cuales son asociados con efectos negativos sobre la calidad del agua

### Análisis bromatológico del camarón

Mayor contenido de proteína cruda en camarones del tratamiento con melaza.

También se registraron mejores niveles de potasio y fibra cruda.

Ambos tratamientos cumplen con los estándares de calidad nutricional para consumo humano según FAO.

### Análisis del suelo

No se encontraron diferencias significativas que afecten la calidad del fondo del estanque entre tratamientos.

Ambos tratamientos dejaron el suelo apto para reutilización en futuros ciclos productivos

## ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

**Parámetros fisicoquímicos del agua:** Ambos tratamientos mantuvieron los parámetros dentro de los rangos recomendados para el cultivo de *L. vannamei*, sin diferencias estadísticamente significativas. Esto indica que tanto la melaza como el Triple 15 son viables desde el punto de vista de la calidad del agua. Sin embargo, el tratamiento con melaza demostró mayor estabilidad en la composición del fitoplancton, lo cual puede traducirse en un ambiente más equilibrado y menos propenso a cambios abruptos que afecten al cultivo.

**Crecimiento, peso y sobrevivencia del camarón:** Aunque el crecimiento y el peso promedio fueron similares entre tratamientos, la sobrevivencia fue notablemente mayor en el tratamiento con melaza (T2), con una diferencia del 21%. Esta diferencia se asocia a un entorno más favorable para el camarón, derivado del efecto prebiótico de la melaza sobre la comunidad microbiana del agua y el fondo del estanque, lo cual favoreció la salud de los organismos.

**Composición del fitoplancton:** El predominio de diatomeas en el tratamiento con melaza es un indicador positivo, ya que estas algas son altamente nutritivas y beneficiosas para el desarrollo larval. En contraste, la presencia de cianobacterias y dinoflagelados en el tratamiento con fertilizante químico representa un riesgo ecológico, dado que algunas especies pueden liberar toxinas o alterar el equilibrio del sistema.

**Calidad nutricional del camarón:** El análisis bromatológico reveló que los camarones cultivados con melaza presentaron mayores niveles de proteína cruda, fibra y potasio, lo que indica una mejora en su calidad nutricional. Estos resultados reflejan no solo un producto más saludable, sino también con mayor potencial comercial, especialmente para mercados que valoran atributos nutricionales y sostenibilidad.

**Impacto en el suelo:** Ambos tratamientos resultaron inocuos para la calidad del suelo de los estanques, lo que permite su reutilización sin necesidad de tratamientos correctivos, confirmando que la melaza no deja residuos negativos en el fondo.

**Rendimiento económico:** El análisis económico destaca al tratamiento con melaza como el más rentable, con un beneficio neto superior en más de USD 1,100 respecto al fertilizante químico. Esta diferencia significativa refuerza la viabilidad de la melaza no solo como insumo ecológico, sino como una herramienta estratégica para mejorar la rentabilidad de los pequeños productores acuícolas.

## CONCLUSIONES

El uso de melaza como fertilizante orgánico, produce un incremento y una población estable de fitoplancton en el estanque; lo que desencadena una mejor alimentación, y por consiguiente un peso vivo del camarón, con incrementos saludables y constantes hasta la cosecha.

El uso de melaza como fertilizante, aporta un ambiente más estable y una fuente de alimentación primaria más efectiva y constante; incrementando la capacidad del camarón a situaciones de estrés, lo que aumenta la sobrevivencia de éste en un 21%.

El uso de melaza, no altera la calidad nutricional de los camarones a la cosecha, manteniendo niveles que se encuentran dentro de los valores establecidos para la nutrición humana.

## RECOMENDACIONES

Promover el uso de melaza como fertilizante, pues es una alternativa muy factible, ya que aporta los nutrientes necesarios para la productividad primaria del estanque, y a su vez es fácilmente degradable en el medio ambiente, por lo que el daño es menor que la fertilización mediante uso de químicos.

Se recomienda incrementar la frecuencia de aplicaciones de melaza, en las etapas de fertilización pre siembra, haciéndolo diariamente en las cantidades necesarias según las dimensiones del estanque.

Realizar investigaciones, sobre otros fertilizantes orgánicos usados en la región, y conocer su posible uso conjunto con la melaza, o las diferencias que existen con ésta.

## BIBLIOGRAFÍA

Fuentes Arévalo EA, Guillén Orellana GM. Utilización de melaza como fertilizante orgánico de estanques camaroneros durante la fase de engorde del camarón marino (*Litopenaeus vannamei*) [Internet]. [San Salvador]: UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR; 2014. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.14492/2744>

**Tabla N°19.** Métodos de análisis en productos del mar identificados a partir de la revisión de los estudios de investigaciones recopiladas.

<b>Nombre de la investigación</b>	<b>Facultad y año</b>	<b>Método de análisis Aplicados en las investigaciones recopiladas.</b>
Contaminantes metálicos en cetáceos varados en las costas salvadoreñas	Facultad de Ciencias Naturales y Matemática 2024.	Análisis fisicoquímico. Identificación de metales pesados (plomo y mercurio) a través de técnicas de Espectrofotometría de Absorción Atómica.
Determinación de calcio y magnesio en sardinas enlatadas en salsa de tomate sin picante; de venta en dos supermercados reconocidos de San Salvador	Facultad de Química y Farmacia 2023	Análisis fisicoquímico. Análisis del contenido de calcio y magnesio a través del método de valoración complejométrica con EDTA.
Elaboración de coagulante a partir de los desechos de camarón (exoesqueletos) provenientes de los negocios de venta de mariscos del malecón del puerto de la libertad, y evaluación de su efectividad en el tratamiento de aguas residuales	Facultad de ingeniería y arquitectura 2023	Análisis Químico. Desmineralización, desproteínización y desacetilación en exoesqueletos de camarones para sintetizar quitosano. Análisis de parámetros fisicoquímicos del agua.
Identificación del <i>Vibrio parahaemolyticus</i> en <i>Anadara tuberculosa</i> (concha peluda) comercializada en el puerto de La Libertad	Facultad de Química y farmacia 2021	Análisis microbiológicos. Identificación de <i>Vibrio parahaemolyticus</i> en <i>Anadara tuberculosa</i> .

**Tabla N°19.** Continuación

Incorporación de bacterias ácido lácticas nativas como probióticos en el cultivo de camarón blanco <i>Litopenaeus vannamei</i> (Boone, 1931) en la camaronera las animas, El Salvador.	Facultad de Ciencias Agronómicas 2019	Análisis microbiológicos. Incorporación de probióticos en camarón blanco <i>Litopenaeus vannamei</i> y en el agua de cultivo.
Análisis bromatológico proximal en <i>Anadara tuberculosa</i> (concha peluda) de la bahía de Jiquilisco departamento de Usulután El Salvador	Facultad de Química y Farmacia 2019	Análisis físicoquímico. Análisis bromatológico. Determinación de perfil nutricional.
Determinación de la calidad microbiológica de pescado fresco comercializado en el área de mariscos del mercado de mayoreo la Tiendona, ciudad de San Salvador.	Facultad de ciencias agronómicas 2019.	Análisis microbiológico. Identificación de presencia de microorganismos como <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Escherichia coli</i> y <i>Salmonella</i> spp en pescado fresco.
Determinación de minerales y metales pesados en <i>Anadara tuberculosa</i> (concha peluda) en la bahía de Jiquilisco departamento de Usulután El Salvador	Facultad de Química Y Farmacia 2018	Análisis físicoquímico. Determinación de minerales y metales pesados, por técnicas de espectrofotometría y métodos analíticos específicos.
Procesamiento innovador de pescado ahumado para la Exportación de la cooperativa ACPETAMAR de R.L. de Sonsonate	Facultad de Ingeniería y Arquitectura 2018	Descripción de Evaluación sensorial

**Tabla N°19.** Continuación

<p>Prevalencia de gregarinas (protozoa) en camarón marino (<i>Litopenaeus vannamei</i> Boone, 1931) en cuatro granjas de El Salvador</p>	<p>Facultad de Ciencia Agronómicas 2017</p>	<p>Análisis fisicoquímicos del agua de cultivo del camarón marino <i>Litopenaeus vannamei</i> Boone, 1931. Análisis microscópico de gregarinas.</p>
<p>Endoparásitos helmintos en peces corvina (<i>Cynoscion stolzmanni</i>), róbalo (<i>Centropomus medius</i>) y pargo (<i>Lutjanus guttatus</i>), en el puerto de la libertad de El Salvador</p>	<p>Facultad de Ciencias Agronómicas 2016</p>	<p>Análisis físico utilizando microscopio estereoscopio.</p>
<p>Validación del ensayo receptor ligando, para la determinación de Saxitoxina en moluscos bivalvos, utilizando extractos sinápticos obtenidos de cerdo</p>	<p>Facultad de Ciencias Naturales y Matemática 2016</p>	<p>Análisis Bioquímico. Método oficial: Ensayo receptor ligando (RBA) para toxinas de algas.</p>
<p>Determinación de la calidad microbiológica de lonja de pescado comercializada en supermercados del distrito dos del área metropolitana de San Salvador</p>	<p>Facultad de Química y Farmacia 2018</p>	<p>Análisis Microbiológico. Detección y cuantificación de <i>Escherichia coli</i>, <i>Staphylococcus aureus</i>, <i>Salmonella</i> spp., y <i>Vibrio cholerae</i>,</p>

**Tabla N°19.** Continuación

<p>Evaluación de la calidad microbiológica del pescado crudo comercializado en el muelle del puerto de La Libertad.</p>	<p>Facultad de Química y farmacia 2015</p>	<p>Análisis microbiológico. Determinación de presencia o ausencia de <i>Salmonella</i> spp., <i>Vibrio cholerae</i>, <i>Staphylococcus aureus</i>, Coliformes Fecales y <i>Escherichia coli</i></p>
<p>Utilización de melaza como fertilizante orgánico de estanques camareros durante la fase de engorde del camarón marino (<i>Litopenaeus vannamei</i>)</p>	<p>Facultad de Ciencias Agronómicas 2014</p>	<p>Análisis fisicoquímicos. Análisis bromatológico del camarón cosechado. Calidad nutricional</p>

Fuente: Elaboración propia. Resultados basados en las tesis de investigaciones recopiladas.

## **CAPÍTULO V**

## 5.0 CONCLUSIONES

1. Conforme a la búsqueda de investigaciones realizadas utilizando el repositorio de la Universidad de El Salvador, se identificó un número reducido de investigaciones relacionadas a métodos de análisis en productos de origen marino.
2. Se recopilaron 27 trabajos de graduación desarrollados en las distintas facultades de la Universidad de El Salvador durante el período 2014-2024 en los cuales se abordan diferentes estudios en productos del mar, de estos, solamente en 15 trabajos de graduación se abordan diversos métodos de análisis aplicados a productos de origen marino.
3. Los métodos de análisis fisicoquímicos han sido los más documentados en las investigaciones recopiladas.
4. La Facultad de Química y Farmacia fue la que más trabajos de investigación sobre análisis de productos del mar ha realizado en la Universidad de El Salvador.
5. En relación con el análisis sensorial, se ha identificado un número limitado de investigaciones documentadas. Esta baja disponibilidad de estudios refleja una menor atención a la evaluación de las propiedades organolépticas de los productos marinos, a pesar de su importancia en la determinación de la calidad y aceptación por parte de los consumidores.

## **CAPÍTULO VI**

## 6.0 RECOMENDACIONES

1. A las Instituciones académicas y de investigación fortalecer la producción científica en esta área, promoviendo investigaciones que contribuyan al desarrollo y optimización de las metodologías empleadas en la evaluación de la calidad, seguridad y composición de estos productos.
2. A centros de investigación especializados en alimentos o productos marinos se recomienda ampliar las investigaciones hacia otros enfoques analíticos, como los métodos microbiológicos, sensoriales y bioquímicos, con el propósito de complementar la información existente y ofrecer una visión más integral sobre la calidad y seguridad de productos marinos.
3. Al gobierno y agencias gubernamentales como el Ministerios de Pesca, Medio Ambiente y Salud Pública, promover la investigación científica en las áreas de pesca, acuicultura, calidad alimentaria y contaminación marina.
4. Se recomienda al sector pesquero y acuícola la formalización de alianzas estratégicas con instituciones gubernamentales, entidades académicas y ONGs. Crear convenios que garanticen el acceso y la disponibilidad de recursos esenciales para la investigación, incluyendo equipos de laboratorio, materiales reactivos y mecanismos de financiamiento. La provisión de estos recursos es fundamental para asegurar la continuidad de las investigaciones y mejorar la calidad científica de los estudios.
5. A futuras investigaciones en las diferentes facultades de la Universidad de El Salvador impulsar la investigación en el desarrollo, validación y aplicación de métodos analíticos avanzados para la evaluación de la calidad, seguridad y composición de productos del mar. La generación de nuevos métodos o la optimización de los existentes contribuirá al fortalecimiento de los estándares de evaluación y a la protección de la salud pública.
6. Se recomienda impulsar la formación de profesionales en la Universidad de El Salvador en áreas como toxicología marina, toxicología ambiental y análisis químico de contaminantes. Para ello, se sugiere crear diplomados, cursos de especialización y programas de posgrado que fortalezcan las competencias técnicas y científicas en estos campos, contribuyendo al desarrollo de la investigación y el monitoreo de la contaminación marina.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Mecalco, S. G. D., Pantoja, D. R. Z., Natividad, B. I., Alburo, J. J. T., Salinas, C. V., & Ramírez, E. I. Q. (Eds.). ALIMENTOS MARINOS: TIPIFICACIÓN Y PROCESO DE ALMACENAMIENTO [Internet]. 2005 (Vol. 6, Número 9). Revista Digital Universitaria. Disponible en: [https://www.revista.unam.mx/vol.6/num9/art90/sep\\_art90.pdf](https://www.revista.unam.mx/vol.6/num9/art90/sep_art90.pdf)
2. Facey, D. E., & Bowen, B. W. The Diversity of Fishes Biology, Evolution and Ecology (B. B. Collette & G. S. Helfman, Eds.) [Internet]. 2023. John Wiley & Sons Ltd. Disponible en: <https://content.e-bookshelf.de/media/reading/L-8022879-ed9865de11.pdf>
3. Fernández MHZ. Análisis Químico de los Alimentos. Métodos Clásicos [Internet]. 2004. Disponible en: <http://dx.doi.org/https://juliocruz82.wordpress.com/wp-content/uploads/2011/08/analisis-quimico-de-los-alimentos-mc3a9todos-clc3a1sicos.pdf>
4. Análisis de alimentos [Internet]. CSA. 2022 [citado el 9 de abril de 2025]. Disponible en: <https://csaconsultores.com/servicios/analisis-de-alimentos/>
5. Proacciona.es. [citado el 9 de abril de 2025]. Disponible en: <https://www.proacciona.es/tipos-de-analisis-de-alimentos-en-laboratorio/>
6. Innotec P. Industria alimentaria: análisis - Innotec Laboratorios [Internet]. [InnotecLaboratorios]. Innotec Laboratorios; 2020 [citado el 8 de abril de 2025]. Disponible en: <https://www.innotec-laboratorios.es/industria-alimentaria-tipos-de-analisis-de-alimentos/>
7. Arturo. Análisis de Alimentos: Guía Completa de Laboratorio [Internet]. APRENDEINDUSTRIAL. Arturo; 2024 [citado el 5 de abril de 2025]. Disponible en: <https://aprendeindustrial.com/analisis-de-alimentos/>
8. FAOLEX [Internet]. Fao.org. [citado el 7 de abril de 2025]. Disponible en: <https://www.fao.org/faolex/results/details/es/c/LEX-FAOC156437/>
9. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Organización Mundial de la Salud. Código de prácticas para el pescado y los productos pesqueros [Internet]. 2012. Disponible en: <http://dx.doi.org/https://www.fao.org/4/i2382s/i2382s.pdf>
10. Diario Oficial de la Unión Europea. REGLAMENTO (CE) N° 853/2004 DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO [Internet]. 2004. Disponible en: <http://dx.doi.org/https://boe.es/doue/2004/139/L00055-00205.pdf>
11. Organismo Salvadoreño de Reglamentación Técnica. Reglamento Técnico Salvadoreño RTS 67.01.02:13 [Internet]. 2015. Disponible en:

[http://dx.doi.org/https://www.oirsa.org/contenido/2017/El\\_Salvador\\_INOCUIDAD/6](http://dx.doi.org/https://www.oirsa.org/contenido/2017/El_Salvador_INOCUIDAD/6). RTS 67 01 02 13 VALORES Y METODOS DE TOMA DE MUESTRAS PARA EL CONTROL DE LOS NIVELES DE Pb Ca Hg Sn.pdf

12. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. NSO 67.32.06:09 Productos Pesqueros. Evaluación sensorial de la frescura de productos de la pesca [Internet]. 2010. Disponible en: [https://www.oirsa.org/contenido/2017/El\\_Salvador\\_INOCUIDAD/4.%20NSO%2067%2032%2006%2009%20EVALUACION\\_SENSORIAL\\_DE\\_LA\\_FRESCURA\\_DE\\_PRODUCTOS\\_DE\\_LA\\_PESCA.pdf](https://www.oirsa.org/contenido/2017/El_Salvador_INOCUIDAD/4.%20NSO%2067%2032%2006%2009%20EVALUACION_SENSORIAL_DE_LA_FRESCURA_DE_PRODUCTOS_DE_LA_PESCA.pdf)
13. Ministerio de Economía; Organismo Salvadoreño de Reglamentación Técnica, Ministerio de Fomento, Industria y Comercio; Secretaría de Desarrollo Económico; Ministerio de Economía Industria y Comercio; Ministerio de Comercio e Industrias. Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 67.04.50:17 [Internet]. Disponible en: <https://gain.fas.usda.gov/Download.aspx?p=2462&q=0483da1c-6c6d-4de2-a739-08f28da81b9c>
14. Docsity.com. [citado el 19 de enero de 2025]. Disponible en: <https://www.docsity.com/es/docs/formato-para-reportes-de-laboratorio/3735162/>
15. Mendoza Hernández WE. Contaminantes metálicos en cetáceos varados en las costas salvadoreñas [Internet]. [San Salvador]: UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR; 2024. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.14492/30120>
16. De Leon Ramirez YP. Determinación de calcio y magnesio en sardinas enlatadas en salsa de tomate sin picante; de venta en dos supermercados reconocidos de san salvador [Internet]. [San Salvador]: UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR; 2023. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.14492/2073>
17. Baños Zepeda CC, Montti Quevedo VM, Rodríguez Rodríguez JA. Elaboración de coagulante a partir de los desechos de camarón (exoesqueletos) provenientes de los negocios de venta de mariscos del Malecón del Puerto de La Libertad, y evaluación de su efectividad en el tratamiento de aguas residuales [Internet]. [San Salvador]: UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR; 2023. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.14492/17874>
18. Sánchez de Milian DM, Avalos Platero DF, González de Díaz C de LÁ. Identificación del *Vibrio parahaemolyticus* en *Anadara tuberculosa* (concha peluda) comercializado en el muelle del puerto de la libertad [Internet]. [San Salvador]: UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR; 2021. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.14492/1810>
19. Delgado Díaz LM. Incorporación de bacterias ácido lácticas nativas como probióticos en el cultivo de camarón blanco *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) en la camaronera Las

- Ánimas, El Salvador [Internet]. [San Salvador]: UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR; 2019. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.14492/2532>
20. Cañas García FA, Sierra Ortez SO. Análisis bromatológico proximal en *Anadara tuberculosa* (concha peluda) de la bahía de Jiquilisco, departamento de Usulután, El Salvador [Internet]. [San Salvador]: UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR; 2019. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.14492/1773>
  21. Linares Hernández CE, Rodríguez Ruano CA, Vásquez Guardado JA. Determinación de la calidad microbiológica de pescado fresco comercializado en el área de mariscos del mercado de mayoreo La Tiendona, Ciudad de San Salvador [Internet]. [San Salvador]: UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR; 2019. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.14492/2807>
  22. García Granadino CA, Velásquez Herrera DW. Determinación de la calidad microbiológica de lonja de pescado comercializada en supermercados del Distrito dos del área metropolitana de San Salvador [Internet]. [San Salvador]: UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR; 2018. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.14492/1746>
  23. Rivas Mejía JRV. Determinación de minerales y metales pesados en *Anadara tuberculosa* (concha peluda) en la bahía de Jiquilisco, departamento de Usulután, El Salvador [Internet]. [San Salvador]: UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR; 2018. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.14492/1754>
  24. Lovo Casco FA. Procesamiento innovador de pescado ahumado para la exportación de la cooperativa ACPETAMAR DE R.L de Sonsonate [Internet]. [San Salvador]: UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR; 2018. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.14492/17235>
  25. Rodríguez Díaz MA, Peña Molina MA. PREVALENCIA DE GREGARINAS (protozoa) EN CAMARONES MARINO (*Litopenaeus vannamei* Boone, 1931) EN CUATRO GRANJAS DE EL SALVADOR [Internet]. [San Salvador]: UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR; 2017. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.14492/2775>
  26. Guevara Carranza IN, Pérez Segovia CE, Pineda Chacón JE. Endoparásitos helmintos en peces corvina (*Cynoscion stolzmanni*), róbalo (*Centropomus medius*) y pargo (*Lutjanus guttatus*), en el Puerto de La Libertad de El Salvador [Internet]. [San Salvador]: UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR; 2016. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.14492/2774>
  27. Parada Herrera, NP, Rivera Torres, WE. Validación del ensayo receptor ligando, para la determinación de saxitoxina en moluscos bivalvos, utilizando extractos sinápticos obtenidos

- de cerdo [Internet]. [San Salvador]: UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR; 2016. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.14492/11844>
28. Martínez Ronquillo BL, Dinorah Romero Angulo MS. Evaluación de la calidad microbiológica de pescado crudo comercializado en el muelle del puerto de La Libertad [Internet]. [San Salvador]: UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR; 2015. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.14492/1677>
29. Fuentes Arévalo EA, Guillén Orellana GM. Utilización de melaza como fertilizante orgánico de estanques camaróneros durante la fase de engorde del camarón marino (*Litopenaeus vannamei*) [Internet]. [San Salvador]: UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR; 20214. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.14492/2744>
30. Campillo Seva N. Análisis Químico Grado Bioquímica Curso 2011/12 [Internet]. 2011. Disponible en: <https://www.um.es/documents/4874468/11830096/tema-1.pdf/1c49a077-8b02-405d-9100-ee5f7f1b1b7b>

## **ANEXOS**

**ANEXO N ° 1**

**TITULO**

---

---

**RESUMEN**

---

---

---

**INTRODUCCIÓN**

---

---

---

**EQUIPOS E INSTRUMENTOS**

---

---

---

---

**PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL**

---

---

---

**RESULTADOS**

---

---

---

**ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS**

---

---

---

**CONCLUSIONES**

---

---

---

**RECOMENDACIONES**

---

---

**BIBLIOGRAFÍA**

---

---

**Figura N°1.** Formato de resúmenes.<sup>14</sup>