



ISBN: 978-99983-69-33-7 (Impreso)

ISBN: 978-99983-69-44-3 (E-Book, pdf)

INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN

EFFECTOS GENERADOS POR LA PRESENCIA DE CARACOLES EN EL DESARROLLO DEL CULTIVO DEL CAMARÓN MARINO LITOPENAEUS VANNAMEI Y PROPUESTA DE MEDIDAS CORRECTIVAS

**EN ASOCIO CON COOPERATIVA LA CARRANZA,
JIQUILISCO, USULUTÁN**

DOCENTE INVESTIGADORA PRINCIPAL
LICDA. ANGÉLICA QUINTANILLA CORENA

DOCENTE COINVESTIGADOR
TÉC. JOSUÉ DE LA PAZ CASTRO MIRANDA

CENTRO REGIONAL MEGATEC LA UNIÓN

ENERO 2024



MINISTERIO
DE EDUCACIÓN,
CIENCIA Y
TECNOLOGÍA



ESCUELA ESPECIALIZADA EN INGENIERÍA ITCA-FEPADE
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL
SANTA TECLA, LA LIBERTAD, EL SALVADOR, CENTRO AMÉRICA





ISBN: 978-99983-69-33-7 (Impreso)

ISBN: 978-99983-69-44-3 (E-Book, pdf)

INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN

EFFECTOS GENERADOS POR LA PRESENCIA DE CARACOLES EN EL DESARROLLO DEL CULTIVO DEL CAMARÓN MARINO LITOPENAEUS VANNAMEI Y PROPUESTA DE MEDIDAS CORRECTIVAS

**EN ASOCIO CON COOPERATIVA LA CARRANZA,
JIQUILISCO, USULUTÁN**

DOCENTE INVESTIGADORA PRINCIPAL
LICDA. ANGÉLICA QUINTANILLA CORENA

DOCENTE COINVESTIGADOR
TÉC. JOSUÉ DE LA PAZ CASTRO MIRANDA

CENTRO REGIONAL MEGATEC LA UNIÓN

ENERO 2024



MINISTERIO
DE EDUCACIÓN,
CIENCIA Y
TECNOLOGÍA



ESCUELA ESPECIALIZADA EN INGENIERÍA ITCA-FEPADE
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL
SANTA TECLA, LA LIBERTAD, EL SALVADOR, CENTRO AMÉRICA



Rector

Ing. Carlos Alberto Arriola Martínez

Vicerrector Académico

Ing. Christian Antonio Guevara

**Director de Investigación
y Proyección Social**

Ing. Mario W. Montes Arias

**Dirección de Investigación
y Proyección Social**

Ing. David Emmanuel Ágreda Trujillo
Inga. Jeannette Tatiana Galeas Rodríguez
Téc. Alexandra María Cortez Campos
Sra. Delmy Roxana Reyes Zepeda

**Director Centro Regional
MEGATEC La Unión**

Lic. Luis Ángel Ramírez Benítez

639.8

Q7e

slv

Quintanilla Corena, Angélica 1980-

Efectos generados por la presencia de caracoles en el desarrollo del cultivo del camarón marino Litopenaeus Vannamei y propuesta de medidas correctivas, en asocio con Cooperativa La Carranza, Jiquilisco, Usulután / Angélica Quintanilla Corena y Josué de la Paz Castro Miranda. -- 1ª ed. -- Santa Tecla, El Salv.: ITCA Editores, 2024.

1 recurso electrónico, (48 p.: il.; 28 cm.)

Datos electrónicos (1 archivo: pdf, 3.5 MB). --
<https://www.itca.edu.sv/produccion-academica/>
ISBN : 978-99983-69-44-3 (E-Book, pdf)
ISBN: 978-99983-69-33-7 (Impreso)

1. Camarones - Cultivo. 2. Acuicultura. 3. Caracoles - Enfermedades y plagas. I. Castro Miranda, Josué de la Paz, 1988-, coaut. II. Título

Autor

Licda. Angélica Quintanilla Corena

Co Autor

Téc. Josué de la Paz Castro Miranda

Tiraje: 13 ejemplares

Año 2024

Este documento técnico es una publicación de la Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE; tiene el propósito de difundir la Ciencia, la Tecnología y la Innovación CTI, entre la comunidad académica, el sector empresarial y la sociedad, como un aporte al desarrollo del país. Para referirse al contenido debe citar el nombre del autor y el título del documento. El contenido de este Informe es responsabilidad de los autores.



Atribución-No Comercial
Compartir Igual
4.0 Internacional

Esta obra está bajo una licencia Creative Commons. No se permite el uso comercial de la obra original ni de las posibles obras derivadas, cuya distribución debe hacerse mediante una licencia igual que la sujeta a la obra original.

Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE

Km 11.5 carretera a Santa Tecla, La Libertad, El Salvador, Centro América

Sitio Web: www.itca.edu.sv

TEL: (503)2132-7423

CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN.....	4
2.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	5
	2.1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	5
	2.2. ANTECEDENTES / ESTADO DE LA TÉCNICA.....	6
	2.3. JUSTIFICACIÓN	8
3.	OBJETIVOS.....	9
	3.1. OBJETIVO GENERAL.....	9
	3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	9
4.	PREGUNTA PROBLEMA.....	10
5.	MARCO TEÓRICO	10
6.	METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN	13
	6.1. LEVANTAMIENTO DE LA INFORMACIÓN	14
7.	RESULTADOS.....	16
8.	CONCLUSIONES.....	42
9.	RECOMENDACIONES.....	42
10.	GLOSARIO.....	43
11.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	43
12.	ANEXO. SECUENCIA FOTOGRÁFICA DEL MONITOREO EN CAMARONERA LA CARRANZA 2023.....	44

1. INTRODUCCIÓN

La unidad productiva de camarón marino La Carranza, a lo largo del tiempo ha presentado problemas de invasión de “caracol cuerno” *Cerithideopsis montagnei*, específicamente en los estanques de producción de camarón, los productores asocian el problema de crecimiento de los camarones a la presencia de dicha especie, a razón de esta problemática, la Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE Centro Regional La Unión, desarrolló esta investigación durante el año 2023.

El objetivo de este proyecto fue elaborar un diagnóstico de los efectos generados por la presencia de caracoles en el desarrollo del cultivo de camarón marino *Litopenaeus vannamei* en la Cooperativa La Carranza ubicada en el sector El Zompopero, San Hilario, Jiquilisco, Usulután.

Se presentan estrategias prácticas para la prevención y/o erradicación de caracol en estanques camaroneros, las cuales pueden ser implementadas por los productores acuícolas, a fin de garantizar una producción adecuada por cada ciclo productivo.

Se ha realizado un análisis de la calidad física, química y biológica del agua del agua utilizada en la producción de camarón marino. El proyecto fue desarrollado por docentes investigadores y grupos de estudiantes de la carrera Manejo Integrado de Recursos Costero Marinos, de ITCA-FEPADE Centro Regional La Unión.

Se identificaron los efectos que generan los caracoles presentes en los estanques de producción, a través de un análisis microbiológico de agua, suelo, análisis en fresco y tejido del caracol. Se estableció la densidad de caracoles presentes en los estanques seleccionados en la cooperativa, a través del método de cuadrantes para determinar la población y evaluar su incidencia en la productividad. Se estableció además la relación biológica entre la producción de camarón y el impacto generado por la presencia de caracol en los estanques productivos.

De acuerdo a los resultados obtenidos en laboratorio de microbiología, se encontró la presencia de bacterias de los géneros *Vibrio*, Heterótrofas y *Pseudomonas*, en el agua utilizada para el cultivo, en tejido de caracoles y en el suelo, lo que indica que puede existir una incidencia directa por la calidad del agua del estero de donde se abastece la unidad productiva.

El deterioro de la calidad de agua en los estanques puede afectar severamente la salud de los camarones a tal punto de poner en riesgo la cosecha entera. De ahí la necesidad de implementar un sistema de monitoreo diario de los parámetros físicos y químicos de agua que permita anticipar y corregir el desarrollo de condiciones adversas de calidad de agua con el fin de reestablecer condiciones óptimas en el sistema de cultivo.

Si bien una baja densidad de caracoles pudiera promover un efecto positivo al eliminar partículas en suspensión, son altamente prolíferos y pueden llegar a causar una relación de competencia por oxígeno y alimento con los camarones, lo cual pudiera afectar en su desarrollo específicamente en el crecimiento.

A partir de los resultados de la investigación experimental, se elaboró un protocolo zoonosanitario enfocado en la aplicación de estrategias que permitan prevenir, reducir o eliminar la presencia de caracoles en el desarrollo del cultivo de camarón marino *Litopenaeus vannamei*.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Los impactos económicos generan consecuencias directas para los seres humanos, por lo general conducen a pérdidas monetarias. La frecuencia de aparición de camarones muertos en las orillas de los estanques o que aparecen en las atarrayas, son solo un signo o señal de que algo marcha mal en el estanque. Morales Covarrubias menciona que cuando los camarones están sometidos a factores estresantes se reducen su actividad limpiadora, no mudan y, por tanto, son altamente susceptibles a la invasión de ectoparásitos. La infestación por ectoparásitos en la superficie corporal del camarón, trae como consecuencia dificultades en la locomoción, la alimentación, la respiración, y finalmente sobreviene la muerte. Por otra parte, las enfermedades de origen bacteriano reportados en los sistemas de cultivo causadas por el género *Vibrio*, ha llegado a ser la enfermedad económicamente más importante en el cultivo de organismos marinos, afectando un gran número de especies; es catalogada como la causa de serias pérdidas económicas en la producción de camarón de cultivo en diversos países. [1]

Este tipo de enfermedades presentes en los cultivos de camarón marino, si no se detectan a tiempo y si no se identifican las causas que están originando este desequilibrio en el ecosistema, pueden ser progresivas hasta el grado de ocasionar el 50% de mortalidad en el cultivo. Los Moluscos son organismos acuáticos que han trascendido los límites biogeográficos a lo largo del tiempo, gracias a su amplia capacidad adaptativa. El desplazamiento de especies lejos de su zona nativa de distribución, es un tema común, inclusive desde tiempos antiguos, debido a que una diversidad de organismos (animales y plantas) infiltrados, han acompañado a los humanos en sus viajes marítimos, introduciéndolas en diferentes regiones del mundo, convirtiéndose de esta manera en especies exóticas invasoras, en los países y ecosistemas receptores que poseen una habilidad de adaptación a distintos rangos de parámetros (físicos, químicos y biológicos), gracias a su amplio nivel de tolerancia, que les permite cruzar los límites biogeográficos, manteniendo poblaciones viables en entornos extraños, y reflejando así la capacidad de recuperación evolutiva. [2]

La Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE, en el año 2016 realizó una investigación titulada “Diagnóstico del impacto generado por la mortalidad en el cultivo de camarón marino en granjas del sector El Zompopero, San Hilario, municipio de Jiquilisco, departamento de Usulután” en la que se identificaron las causas que generaron altas mortalidades en los cultivos de camarón durante los ciclos productivos que se desarrollaron en 2014, en donde la investigación determinó que algunas de las principales causas de mortalidad que se generaron fueron la calidad de los fondos, sedimentos con PH ácidos, alta acumulación de materia orgánica, desniveles de los fondos por la dificultad que presentaba el drenaje total del agua y la elevada presencia de caracoles en los fondos de los estanques por la dificultad para realizar el secado sanitario en los estanques debido a Infiltración de agua en los fondos.

A pesar del gran interés por prevenir y evitar las problemáticas asociadas a las Especies Exóticas Invasoras (EEI), en El Salvador no posee un planteamiento detallado de las afectaciones que estas especies de moluscos han ocasionado. Como consecuencia a través de la presente investigación se plantea analizar la incidencia que tiene la presencia invasiva de caracol en la producción de camarón. Según las experiencias expresadas por los productores, los costos de producción se elevan debido a la pérdida de horas de trabajo, costos de compras de insumos para tratar de erradicar y/o tener un manejo adecuado de estas especies, lo que según ellos han provocado mortalidades.

2.2. ANTECEDENTES / ESTADO DE LA TÉCNICA

Uno de los antecedentes relacionados con el tema de investigación en El Salvador es la que se cita a continuación, sin embargo, es de recalcar que a la fecha no se ha realizado ninguna investigación que anteceda el tema propuesto.

Tabla 1: Estudio de la calidad del agua e implementación de Protocolo de Buenas Practicas. ITCA-FEPADE Centro Regional MEGATEC La Unión.

Nombre del documento	“Estudio de la calidad del agua e implementación de un Protocolo de Buenas Prácticas Acuícolas en la producción de camarón marino en camaronera Eben Ezer ubicada en el municipio de San Alejo, departamento de La Unión.”
Autor/es	Quintanilla Corena, Angélica. Castro Miranda, Josué De La Paz. Escuela de Ciencias del Mar ITCA-FEPADE Centro Regional MEGATEC La Unión
Descripción	Se realizó la caracterización de la calidad física, química y biológica del agua proveniente del Estero del Golfo de Fonseca y el Estero El Chapernal, previo al desarrollo de un cultivo de camarón marino (<i>Litopenaeus vannamei</i>), durante el cultivo y antes de las descargas del agua a los efluentes receptores. Dentro de los parámetros que sobresalieron en la caracterización, están la temperatura, turbidez y salinidad, en cuanto a la caracterización del componente biológico, se detectaron bacterias en los estanques de cultivo, pero además, se logró evidenciar la presencia de un alto número de especies de Fitoplancton y Zooplancton, lo que indicó que las condiciones, a pesar de que se contaban con bacterias, pero propiciaba al buen desarrollo de alimento vivo para los camarones, lo que evidencio el crecimiento y buen desarrollo en los primeros estadios de las post larvas de camarón.
Conceptos abordados	Calidad del agua Bioseguridad Parámetros físicos y químicos
País	El Salvador
Año	2021
ISBN	978-99961-39-88-8

**Tabla 2: Diagnóstico del impacto generado por la mortalidad en el cultivo de camarón marino.
ITCA-FEPADE Centro Regional MEGATEC La Unión.**

Nombre del documento	Diagnóstico del impacto generado por la mortalidad en el cultivo de camarón marino en granjas del sector El Zompopero, San Hilario, municipio de Jiquilisco, departamento de Usulután
Autor/es	Orellana de Granados, Claudia Marisol. Castro Miranda, Josué De La Paz. Escuela de Ciencias del Mar ITCA-FEPADE Centro Regional MEGATEC La Unión
Descripción	<p>Se desarrolló un diagnóstico sobre el impacto económico y social que generó alta mortalidad de camarón marino en los ciclos productivos que se realizaron durante el 2014. La investigación se realizó en cinco camaroneras siendo estas: Cooperativa El Torno, Senderos de paz, La Carranza, Verde Mar y San Hilario todas ubicadas en Comunidad San Hilario, municipio de Jiquilisco, departamento de Usulután. El objetivo de la investigación fue identificar las causas que generaron altas mortalidades en los cultivos de camarón durante los ciclos productivos que se desarrollaron en 2014.</p> <p>Causas que generaron mortalidad en los cultivos</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Sedimentos con PH ácidos (7 y 7.5) 2. Alta acumulación de materia orgánica 3. Desniveles de los fondos dificultan el drenaje total del agua. 4. Elevada presencia de caracoles en los fondos de los estanques. 5. Dificultad para realizar el secado sanitario en los estanques debido a Infiltración de agua en los fondos
Conceptos abordados	<p>Calidad del agua</p> <p>Bioseguridad</p> <p>Agente patógeno</p>
País	El Salvador
Año	2016
ISBN	978-99961-50-41-8

Antecedentes relacionados con el tema de investigación a nivel internacional

Tabla 3: Gasterópodos con potencial económico asociados al intermareal rocoso de la Región Marina Prioritaria.

Nombre del documento	Gasterópodos con potencial económico asociados al intermareal rocoso de la Región Marina Prioritaria 32, Guerrero, México
Autor/es	Carmina Torreblanca-Ramírez, Rafael Flores-Garza, Pedro Flores-Rodríguez ² , Sergio García-Ibáñez ² , Jesús Emilio Michel-Morfin y José Luis Rosas-Acevedo
Descripción	Los gasterópodos tienen numerosas especies de importancia comercial, de ellos se utilizan la carne y concha, además del uso potencial de sus toxinas para uso farmacéutico. Son pocos los estudios enfocados al análisis de la importancia y/o el potencial económico de estos organismos en el Estado de Guerrero, México. Esta investigación se realizó en 7 sitios, con el objetivo de determinar las especies con potencial económico, el aprovechamiento actual y el posible uso comercial, estimar los estadísticos descriptivos de talla de las poblaciones y su distribución geográfica.
Conceptos abordados	Especies con potencial económico Diversidad
País	México
Año	2014
URL	<u>Gasterópodos con potencial económico asociados al intermareal rocoso de la Región Marina Prioritaria 32, Guerrero, México (scielo.cl)</u>

2.3. JUSTIFICACIÓN

En los últimos años, El Salvador se ha visto afectado por los fenómenos climáticos extremos en los cuales se ha considerado pérdidas significativas en diversos sectores productivos, y en donde se han clasificado de acuerdo al sector que pertenecen, sin embargo, muchas de estas pérdidas han sido registradas, pero sin detallar cuál ha sido verdaderamente el impacto que lo ocasionó, a pesar de ser un rubro estratégico de nuestra economía, y que ya ha significado un aporte considerable al Producto Interno Bruto (PIB) tanto por la generación de alimentos como por los empleos que se originan a partir de la producción acuícola.

En el cultivo de camarón, la alteración del hábitat y los impactos de las especies invasoras se han convertido en la causa principal de mortalidades y consecuentemente a ello, ha generado pérdidas en los últimos años. Muchas de estas pérdidas han sido registradas, pero sin detallar cuál ha sido verdaderamente el impacto que lo ocasionó. Actualmente, hay una creciente toma de conciencia y sensibilidad hacia los costos ecológicos de las invasiones biológicas en términos de pérdida irremediable de la biodiversidad y la degradación del funcionamiento de los ecosistemas nativos.

Si bien las causas subyacentes de las amenazas de las especies invasoras son significativas y de carácter global, estas amenazas pueden ser tratadas eficazmente a través de esfuerzos de colaboración a nivel regional y local, especialmente a través de la prevención, la detección temprana y la respuesta rápida.

Cuando se establece una relación simbiótica entre dos o más organismo, por lo general suelen competir con el medio que les rodea, como, por ejemplo: El oxígeno, alimento, y otros parámetros físico químico que se encuentran en el hábitat en general; lo que conlleva a diagnosticar cuáles son esos medios con los que compiten, y como se ven relacionados entre sí, y sus posibles afectaciones.

El Salvador, no cuenta con estudios que demuestren los efectos que se generan entre el cultivo de camarón marino y el caracol como fauna de acompañamiento, que se propician en los estanques de producción, es por ello que mediante la caracterización de estos organismos se establecerán las densidades, prevalencias y los efectos que pueden ocasionar de manera directa o indirecta sobre el cultivo de camarón y de esta manera, poder contar con un protocolo técnico que brinde información a la Cooperativa La Carranza, de carácter económico, social y de manejo, que incluya los efectos generados por la presencia de estos organismos en el desarrollo del cultivo de camarón marino.

3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GENERAL

Elaborar un diagnóstico de los efectos generados por la presencia de caracoles en el desarrollo del cultivo de camarón marino *Litopenaeus vannamei* en la Cooperativa La Carranza ubicada en el sector El Zompopero, San Hilario, Jiquilisco.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Identificar los efectos que generan los caracoles presentes en los estanques de producción, a través de un análisis microbiológico de agua, suelo, análisis en fresco y tejido del caracol.
2. Establecer la densidad de caracoles presentes en los estanques seleccionados en la cooperativa, a través del método de cuadrantes para determinar la población y evaluar su incidencia en la productividad.
3. Establecer la relación biológica entre la producción de camarón y el impacto generado por la presencia de caracol en los estanques productivos.
4. Generar un protocolo zosanitario enfocado en la aplicación de estrategias que permitan prevenir, reducir o eliminar la presencia de caracoles en el desarrollo del cultivo de camarón marino *Litopenaeus vannamei*.

4. PREGUNTA PROBLEMA

¿Cuáles son los efectos que genera la presencia de caracol en la producción de camarón marino *Litopenaeus vannamei*, y el impacto económico que tiene en la cooperativa La Carranza del sector El Zompopero, en la Bahía de Jiquilisco, departamento de Usulután?

5. MARCO TEÓRICO

La Acuicultura en El Salvador se viene desarrollando desde hace más de 40 años de manera artesanal para el caso del camarón marino, el cual se obtenía como un subproducto que quedaba a partir de la producción de sal en la zona de salineras de la Bahía de Jiquilisco.

Conforme pasó el tiempo, se desarrollaron las primeras aproximaciones a la realización de cultivo en la década de los 70's, con la introducción de la Tilapia y posteriormente con la instalación del primer laboratorio de producción de post larvas de camarón marino en la época de los 80. Estos acontecimientos desencadenantes de la Acuicultura en el país fueron opacados en años subsiguientes por la guerra interna que provocó un crecimiento nulo de las medianas y pequeñas empresas en este sector. Al finalizar la guerra civil al final del siglo pasado e inicios del nuevo siglo tanto a nivel mundial como a nivel nacional se iniciaron procesos de incentivo al consumo de productos pesqueros que originaron una inversión económica que han concluido en la formación de nuevas empresas acuícolas productoras de pescado y camarón y en el desarrollo de nuevas granjas en el país dedicadas a la producción principalmente de camarón marino y Tilapia en una proporción muy pequeña. [3]

La camaronicultura es uno de los sectores con mayor rentabilidad y crecimiento debido a la creciente demanda de camarón *Litopenaeus vannamei* a nivel mundial. A pesar de este crecimiento exponencial del sector, los productores tienen que lidiar con problemas como efloraciones algales nocivas que provocan cuantiosas pérdidas económicas, pues no solo afectan las condiciones organolépticas del producto final en cuanto a olor y sabor, sino que pueden afectar a la salud de los consumidores debido a las toxinas que producen. Las infestaciones de peces y moluscos son otros de los posibles problemas que agobian al productor, pues estos organismos se convierten en competidores y vectores de enfermedades para el camarón. Por lo tanto, el uso de medidas que minimicen los efectos que estos generan, son necesarias para evitar estos problemas. Estas metodologías económicas no provocan efectos adversos en la producción. Sin embargo, si no se realizan de manera adecuada la flora y fauna nociva pueden causar mortalidades en el cultivo, forzando el uso de medidas terapéuticas para salvar la producción.

A pesar de la rentabilidad de la industria camaronera, los productores deben enfrentarse a ciertos problemas causados por una proliferación de algas nocivas como las cianofitas las cuales pueden disminuir la calidad del producto final o incluso causar enfermedades en la especie de cultivo. Otro problema que puede presentarse en los estanques de producción es la presencia de organismos competidores como el caracol y de peces como la millonaria, que a más de aprovechar las condiciones del medio para su reproducción son capaces de infestar las piscinas y convertirse en vectores de enfermedades para el camarón *Litopenaeus vannamei*.

Fauna nociva en la industria acuícola

Las infestaciones con fauna nociva en la piscina podrían provocar grandes riesgos y generan pérdidas económicas exorbitantes en la industria acuícola. Estas infestaciones en el estanque se pueden generar

producto de malas prácticas de manejo sobre todo en la preparación de piscinas que provocan que organismos como el caracol que ingresa al estanque y se puede convertir en competidores y vectores de enfermedades para el camarón. [4]

El caracol *Cerithidea validula* es un molusco gasterópodo perteneciente a la familia Potamididae, esta especie ha desarrollado estrategias que les permite realizar migraciones verticales dependiendo de la marea para evitar condiciones desfavorables.

La distribución de esta especie va desde el Golfo de California hasta Ecuador. Estos caracoles habitan en fondos fangosos, han desarrollado un sistema branquial que les permite respirar bajo el agua y un pulmón que le permite hacerlo en la superficie, presentan un cuerpo blando no segmentado dividido en tres regiones; pie muscular ventral, masa visceral dorsal y la cabeza en la parte anterior recubierta toda por una concha calcárea, alcanzan un tamaño de 4 cm de altura y 1.9 cm de diámetro.

Son hermafroditas, los huevos una vez fecundados son depositados en la línea de flotación y están recubiertos por una cáscara calcárea que los protege del medio permitiendo que la parte interna tenga los niveles de humedad y temperatura necesarios para el desarrollo del embrión, desde la etapa de velíger ya tiene definidos la mayor parte de sus órganos, tienen diminutos cilios que le permiten el desplazamiento y al finalizar esta etapa bajan al fondo, reabsorben su vitelo y mediante una metamorfosis se transforman en caracoles juveniles.

Este género realiza migraciones durante las variaciones diarias de marea, buscando el hábitat que posea las condiciones propicias para su supervivencia, esto lo han logrado gracias al desarrollo de mecanismos que en acción directa a estímulos ambientales les permite predecir las fluctuaciones de marea. Los estanques de cultivo de camarón pueden representar ese hábitat ideal para los caracoles pues los protege de las corrientes y predadores que trae la marea y dentro del estanque encuentran una gran comunidad fitoplanctónica de la cual se alimentan.

La presencia de caracoles en la piscina puede llegar a representar un serio problema para el productor, debido a la dificultad que existe para controlar una infestación de esta especie. El principal problema que representa en el estanque es el consumo de fitoplancton a través de mecanismos de filtración dejando las aguas translúcidas en pocos días, provocando deficiencias de oxígeno en los estanques.

Calidad biológica, física y química del agua

La calidad del agua incluye los factores físicos, químicos y biológicos, que influyen en las propiedades del agua; esto tiene un impacto fundamental en la salud de los ecosistemas y rendimiento de los lotes de larvas y camarones en todas sus fases de desarrollo, por lo que es de mucha importancia para la acuicultura. Una baja calidad del agua puede generar una baja supervivencia y crecimiento, retraso en la muda/estadio, incremento de deformidades y mortalidad por el surgimiento de enfermedades en el camarón de cultivo.

El conocimiento y la importancia de la evaluación de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de los cuerpos de agua son necesarios para describir la calidad de éstos, y así, ayudar al acuicultor a determinar el potencial de un cuerpo de agua para la acuicultura, mejorar la condición ambiental en estanques, evitar problemas de parásitos y enfermedades relacionadas con el estrés y producir criaturas acuáticas en última instancia de manera más eficiente, brindando información necesaria para saber qué métodos serían los más adecuados para mejorar la productividad.

Calidad biológica del agua utilizada para la producción de camarón marino

Para la determinación de la calidad biológica del agua utilizada para el cultivo de camarón, se establecieron tres tipos de bacterias, heterótrofas, *Pseudomonas* y *Vibrios*.

Bacterias heterótrofas. Se definen como aquellas bacterias que usan compuestos del carbono orgánico como fuente de energía y el carbono para su crecimiento, en contraposición con las bacterias autotróficas que utilizan los compuestos inorgánicos como fuente de energía y el CO₂, como fuente de carbono. Esta definición de bacteria heterótrofa es amplia e incluye tanto a las bacterias saprofitas como a las patógenas. Por lo tanto, las bacterias que causan como las que no causan enfermedades son heterótrofas [2].

Pseudomonas. No se desarrolla a pH de 4.5 o menor. Muchas especies producen pigmentos solubles, como la pioverdina (fluorescente) y piocianina. Algunas especies son patógenas de plantas; también para el hombre en diversos procesos piógenos e infecciones generalizadas. Es un microorganismo común que se han aislado cepas tanto de agua dulce como de aguas marinas [2]. Ciertas especies del género *Pseudomonas* son patógenas, entre las *Pseudomonas fluorescentes* la especie *Pseudomona aeruginosa* está frecuentemente asociada a infecciones de los tractos respiratorio y urinario en humanos. En general, las *Pseudomonas* crecen favorablemente en un ambiente de compuestos mineralizados y aprovechan eficientemente los compuestos con iones de amonio y nitrato aun utilizándolos como única fuente de carbono y energía, crecen eficientemente en ambientes aeróbicos.

Vibrios. El grupo de *Vibrio* contiene organismos bacilares incurvados, Gram negativos, anaeróbicos facultativos y que poseen un metabolismo fermentativo. La mayoría de los miembros del grupo de *Vibrio* poseen flagelos polares, aunque algunos son peritricos. La mayoría de los vibrios y organismos relacionados son del medio acuático, bien de aguas dulces o marinas, aunque uno de los más representativos, *Vibrio cholerae* es patógeno para humanos, constituyendo la causa específica de la enfermedad conocida como el cólera [2]. Existen factores físicos de importancia para la salud de los ecosistemas costeros, uno de ellos es la turbidez y es una medida del grado en el cual el agua pierde su transparencia debido a la presencia de partículas en suspensión; mide la claridad del agua, mientras más sucia parecerá que ésta, más alta será la turbidez. La temperatura del agua influye en el crecimiento de microorganismos los cuales se clasifican según su tolerancia en psicrófilos, cuando sus temperaturas de crecimiento son bajas (<0 - <20 °C), mesófilos, moderadas (24 - < 40 °C), termófilos, altas (40 - < 80 °C), e hipertermófilos muy altas (80 – 110 °C) respectivamente.

Los parámetros químicos considerados para la investigación son: Amonio (NH₄⁺), Nitrito (NO₂⁻), Nitrato (NO₃⁻) y Fosfato (PO₄³⁻), Salinidad (los microorganismos que toleran o que necesitan altas concentraciones salinas se llaman halotolerantes y halófilos, respectivamente) A concentraciones elevadas de sal el ambiente hipertónico deshidrata a los microorganismos no halotolerantes. Relativamente pocos microorganismos pueden crecer en aguas muy saladas y la biota de los lagos salados suele restringirse a unas especies de algas y bacterias halófilas y halotolerantes.

Concentración del ion hidrógeno. Generalmente, los microorganismos no pueden tolerar valores extremos de pH. En condiciones muy alcalinas o ácidas, se hidrolizan algunos componentes microbianos o se desnaturalizan algunas enzimas. Sin embargo, hay algunas bacterias acidófilas y alcalófilas que toleran, o incluso necesitan, condiciones extremas de pH para su crecimiento.

6. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

La camaronicultura actual de El Salvador es de pequeña escala, según su perfil social, formas de trabajo y características técnicas de los sistemas de cultivo. Es un negocio costoso, que demanda considerables niveles de inversión, pero tiene la capacidad de ser una industria altamente rentable si se aplican las buenas prácticas de producción y se desarrollan habilidades de gestión empresarial. La cadena del cultivo de camarón de El Salvador está formada por cooperativas, la mayoría de ex combatientes y ex militares que participaron activamente en el conflicto armado de los años ochenta, más una pequeña cantidad de productores independientes. Los camaronicultores y sus cooperativas se enmarcan en la categoría MIPYME, específicamente en la Acuicultura de Micro y Pequeña Empresa (AMYPE). Con base en la definición de AMYPE de la FAO, se presentan a continuación las características de la camaronicultura salvadoreña.

Tabla 4: Características de la camaronicultura salvadoreña

Actividad	Características
Infraestructura	Estanques construidos con maquinaria.
	Equipos de bombeo y en algunos casos de aireación.
	Pueden o no contar con facilidades para procesamiento y conservación de productos.
Manejo hidráulico	Recambio de agua por mareas en cultivos extensivos, aunque no es una práctica recomendable.
	Recambio de agua con bombeo del 5% al 10%, dependiendo de la etapa de crecimiento del camarón.
Semilla	Producida por laboratorios privados o por CENDEPESCA para cultivos semi intensivos y extensivos mejorados. Obtenida mediante compra o subsidiada por cooperantes nacionales o internacionales.
	Uso de semilla capturada en el medio natural en los cultivos extensivos.
Alimentación	Alimento natural en cultivos extensivos.
	Alimento con proteína del 35% y 25%, según la etapa de crecimiento del camarón, en cultivos extensivos mejorados y semi intensivos.
Mano de obra	Asociados de las cooperativas y empleados externos.
Productividad	De dos a cuatro cosechas por año, aunque lo recomendable son dos o máximo tres con buenas prácticas de cultivo
Post-Cosecha	Venta de camarón vivo junto al estanque.
	No hay procesamiento ni valor agregado.
	Sin prácticas de control del manejo de productos a lo largo de la etapa de intermediación.
	Errores frecuentes de manejo de la cadena de frío durante el transporte del producto desde la cosecha hasta el consumidor final.

Considerando lo anterior, y la particularidad que tiene la producción de camarón en El Salvador, denota la importancia que tiene el manejo de los recursos ya que, los impactos de las especies invasoras son muchos, en algunos casos desastrosos y usualmente irreversibles, estos suelen clasificarse en ecológicos, económicos y sociales.

Descripción y ubicación del área de estudio

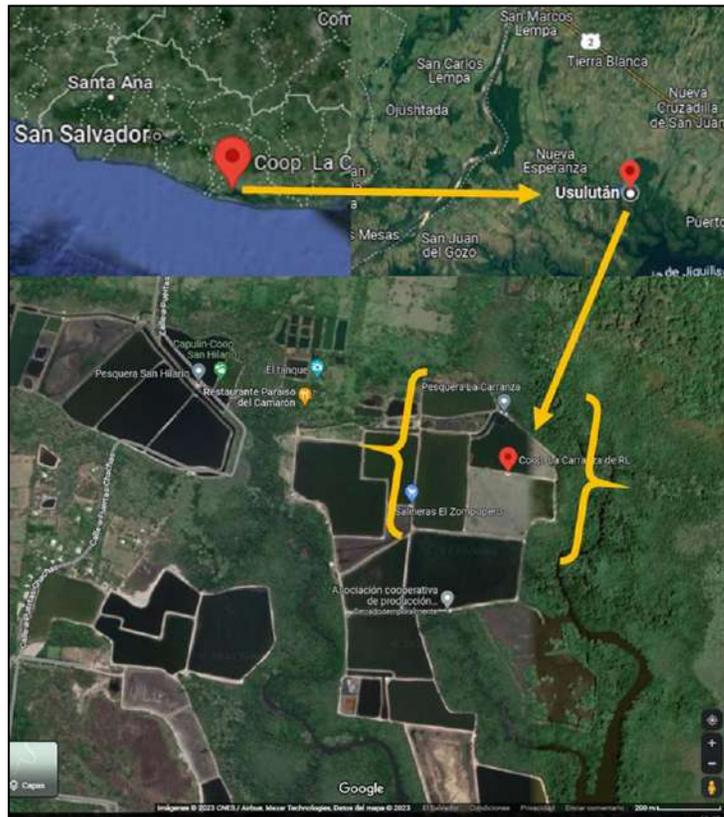


Figura 1: Ubicación del área de estudio, camaronera La Carranza, cantón Tierra Blanca, municipio de Jiquilisco, departamento de Usulután.

El proyecto de investigación se desarrolló en la zona productiva de camarón de la Cooperativa La Carranza, municipio de Jiquilisco, departamento de Usulután.

6.1. LEVANTAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Para el levantamiento de la información se utilizó una metodología que comprende tres fases: .

1. FASE DE CAMPO
2. FASE DE LABORATORIO y;
3. FASE DE ANÁLISIS DE RESULTADOS.

FASE DE CAMPO

Se realizó un viaje de campo para la identificación de los sitios de muestreos en la Unidad Productiva y en los ecosistemas adyacentes. Los puntos de muestreos correspondieron a estanques en producción, compuertas de entrada y salida. Se tomaron parámetros físico químico de agua y suelo a través de un muestreo simple; además de la colecta muestras de caracoles vivos para su posterior análisis de tejido.

Colecta de muestras de agua

Mediante la utilización de una botella oceanográfica se colectaron las muestras de agua en los estanques de producción, a estas muestras se les tomaron los parámetros físicos y químicos y posteriormente se guardaron en botellas plásticas, previamente esterilizada y rotulada con los datos de número y punto de muestra, fecha y hora de colecta.

Toma de parámetros físicos

Temperatura: De cada muestra se tomó la temperatura con un termómetro de vidrio.

Turbidez: En cada punto de muestreo se midió la turbidez únicamente en la superficie de la columna de agua.

Toma de parámetros químicos

En campo se tomaron los parámetros químicos por cada muestra de agua de acuerdo al siguiente detalle.

Prueba química del agua.

A través del método de análisis de rango colorimétrico, mediante un kit de Amonio (NH_4^+), Nitrito (NO_2^-), Nitrato (NO_3^-) y Fosfato (PO_4^{3-}).

Salinidad: a través de un refractómetro.

PH: Utilizando tiras de PH y Peachimetro.

FASE DE LABORATORIO

Esta fase comprende el estudio de los parámetros biológicos presentes en el agua, suelo y caracoles, a través de la siembra de agua en medios de cultivos generales y selectivos.

Se consideraron como referencia los estándares de calidad de agua de la Agencia de Protección Ambiental [5]. Estándares de calidad del agua y al Departamento de Salud de Hawái, EE. UU. 2014 [6]. Estándares de calidad del agua, existen límites de referencia de calidad de agua, de acuerdo con su uso [7]. Se tomaron estos indicadores como un marco de referencia para el análisis respectivo de los resultados obtenidos en el laboratorio.

En esta fase se verifico el estudio de los parámetros biológicos, que consiste en el análisis de tres tipos de bacterias pertenecientes a los géneros Vibrio, Pseudomonas y Heterotrofas, las cuales son utilizadas como indicadoras de la calidad de agua.

Preparación de medios de cultivo y siembra

Para la preparación de los medios de cultivo empleado para la identificación de bacterias Vibrio, Pseudomonas y Heterótrofas, se realizarán los siguientes procedimientos.

TCBS Agar (agar tiosulfato citrato bilis sacarosa) es un medio selectivo de diferenciación para el aislamiento y cultivo de Vibrio cholerae y otras especies Vibrio.

TSA (Trypticase Soya Agar), se utiliza en la detección de bacterias Heterótrofas

AGAR CETRIMIDE, es un tipo de agar utilizado para el aislamiento selectivo de bacterias Pseudomonas

Se realizaron los respectivos análisis de suelo y del tejido de los caracoles colectados los cuales se

transportaron al laboratorio en hielo seco, donde se extrajo la gónada (G), el intestino delgado (ID) e intestino grueso (IG) de cada caracol de forma aséptica en frío.

El método dependiente de cultivo, se sembraron diluciones en serie de homogeneizados de caracoles en medios de cultivo selectivos.

El procedimiento se retomará de lo establecido en FISILOGIA DE MICROORGANISMOS –MANUAL DE LABORATORIO// ITCA - FEPADE –MEGATEC REGIONAL LA UNIÓN.

FASE DE ANÁLISIS DE RESULTADOS

Para el análisis e interpretación de resultados, se seleccionaron las pruebas de agua, suelo y tejidos de caracoles sembradas en placas con medios de cultivos generales y específicos que dieron positivo a crecimiento a Unidades Formadoras de Colonias (UFC).

Se procesaron y analizaron cada dato obtenido de las Unidades Formadoras de Colonias (UFC) detectadas en las muestras sembradas.

Para el caso de las bacterias de los géneros *Vibrios*, *Pseudomonas* y *Heterótrofas* se utilizó un contador de colonia digital, se procedió al conteo de la Unidades Formadoras de Colonias.

7. RESULTADOS

La calidad biológica del agua depende de la interrelación entre los factores físicos, químicos y biológicos (bacteriológicos), con las condiciones del medio ambiente, la contaminación del agua se genera cuando uno de estos parámetros se encuentra sensiblemente alterado.

OBJETIVO: N° 1 Identificar los efectos que generan los caracoles presentes en los estanques de producción, a través de un análisis microbiológico de agua, suelo, análisis en fresco y tejido del caracol.

ANÁLISIS DE MUESTRA DE AGUA

Para la presente investigación, se tomaron de referencia las normas de calidad del agua superficial establecidas por Cuéllar-Anjel et al. 2010 [8], los valores sugeridos para actividades humanas como puede ser la acuicultura es ≤ 103 UFC/ml, para las bacterias *Vibrios*, *Heterótrofas* y *Pseudomonas* se tomó de referencia lo establecido.

Bacterias del género *Vibrios*

Los *Vibrios* son bacterias gran-negativas que no tienen una tinción distintiva específica, bastoncillos de forma curva y la mayoría pueden crecer en ausencia de oxígeno (denominados anaerobios facultativos). Este no es el método preferido de crecimiento, pero les permite prosperar en entornos que no son óptimos. Prefieren temperaturas de 15 grados-C (59 grados-F) o más. Las bacterias del género *vibrios* son un componente de la mayoría de los ecosistemas acuáticos y la mayoría se encuentran en agua de mar y agua salobre, aunque *V. cholera* también se encuentra en agua dulce. Estas bacterias están muy evolucionadas y tienen dos cromosomas que les permiten ser genéticamente bastante flexibles. El número exacto de especies es un objetivo móvil, ya que regularmente se identifican más. Se estima que hay más de 150 especies, con probablemente miles de cepas. La mayoría son benignas y no pueden causar enfermedades a menos que estén presentes en densidades que solo pueden lograrse cultivándolos en el

laboratorio. Son omnipresentes en el agua y colonizan muchos animales acuáticos, incluidos peces, camarones y cangrejos, entre otros, así como algas, formas planctónicas de una variedad de organismos y materia orgánica en suspensión. Fácilmente forman ensamblajes complejos, conocidos como biopelículas, que les permiten producir enfermedades y asegurar la persistencia ambiental. Son fundamentales en la biodegradación de la quitina. Se analizó un total de 22 muestras de agua provenientes de los estanques en cultivo, para lo cual se realizó diluciones seriadas para sembrar en el respectivo medio de cultivo, obteniendo un total de 880 UFC.

Tabla 5: Análisis microbiológico de agua realizado en medios de cultivo selectivos TCBS, para aislamiento de bacterias de género Vibrio.

TIPO DE MUESTRA	MEDIO DE CULTIVO	CANTIDAD DE MUESTRAS COLECTADAS	DILUCIONES SERIADAS SEMBRADAS	CANTIDAD DE MUESTRAS ANALIZADAS	BACTERIAS DETECTADA	TOTAL DE UFC
AGUA	TCBS	22	88	88	VIBRIO	880

La tendencia del crecimiento bacteriano comparando con el límite de referencia establecido, determina que las Unidades Formadoras de Colonias de bacterias del género Vibrios, no sobrepasan el valor estimado en los meses de julio, agosto y septiembre; sin embargo, en el mes de octubre las Unidades Formadoras de Colonia sobrepasan los límites de referencia, dando un valor máximo de 127 UFC.

Representación en Figura 2 de la tendencia de los resultados del crecimiento bacteriano de Vibrios, en los cual se evidencia la tendencia en cuatro meses (de julio a octubre), en el mes de octubre sobrepasa los valores de referencia establecidos por Cuéllar-Anjel et al. 2010 [8]. Un factor determinante para el crecimiento de estas bacterias es la temperatura.

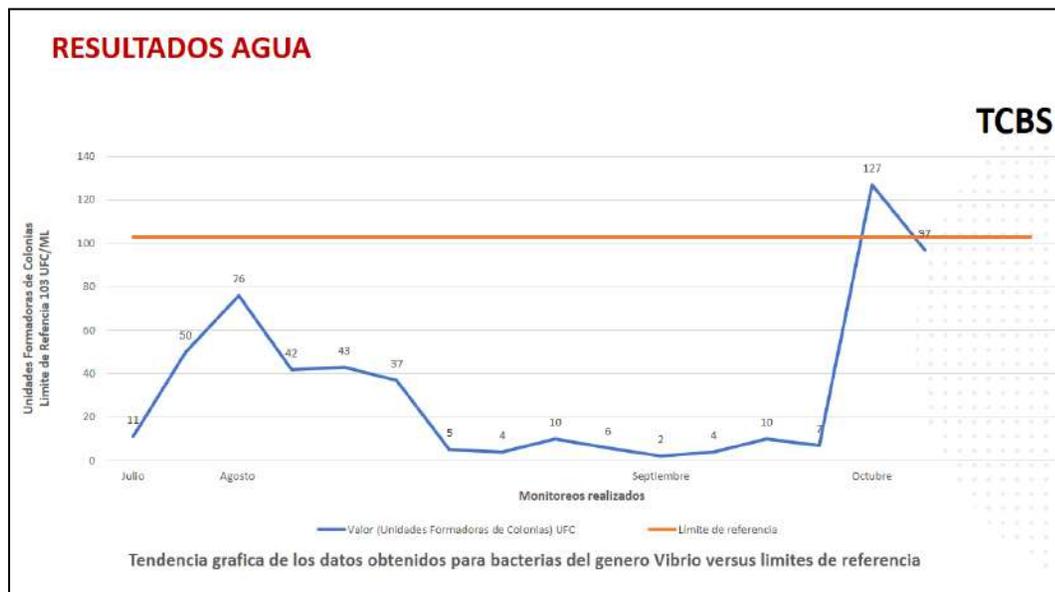


Figura 2: Resultados de las Unidades Formadoras de Colonias de Vibrios, comparado con el límite de referencia establecido por Cuéllar-Anjel et al. 2010.

Bacterias Heterótrofas.

En los sistemas de producción acuícola con recirculación, las bacterias heterótrofas tienen funciones relevantes en el reciclaje del carbono y el nitrógeno (presentes en la materia orgánica) en la biodisponibilidad de nutrientes, el mejoramiento de la calidad del agua, el control de enfermedades y la nutrición. No se dispone de normativa o reglamentos que establezcan los límites máximos permitidos cuando se trata de muestras de aguas superficiales, muestras de tipo ambiental, pero los valores sugeridos para actividades humanas como puede ser la acuicultura es ≤ 103 UFC/ml (Cuéllar-Anjel et al. 2010, citado en OIRSA, 2014 [8]). Se analizó un total de 22 muestras de agua provenientes de los estanques en cultivo, para lo cual se realizó diluciones seriadas para sembrar en el respectivo medio de cultivo, obteniendo un total de 1,954 UFC.

Tabla 6: Análisis microbiológico de agua realizado en medios de cultivo selectivos TSA, para aislamiento de bacterias Heterótrofas.

TIPO DE MUESTRA	MEDIO DE CULTIVO	CANTIDAD DE MUESTRAS COLECTADAS	DILUCIONES SERIADAS SEMBRADAS	CANTIDAD DE MUESTRAS ANALIZADAS	BACTERIAS DETECTADA	TOTAL DE UFC
AGUA	TSA	22	88	88	HETERÓTROFAS	1954

Los valores máximos obtenidos del crecimiento bacteriano de bacterias heterótrofas, son los correspondientes a los meses de agosto, septiembre y octubre (dieron los máximos valores de 435 UFC), sobrepasando los límites de referencia establecidos en la normativa.

En la figura 3, se presentan los resultados obtenidos para bacterias heterótrofas, la tendencia sobrepasa en 435 UFC, para el mes de octubre, la fluctuación es constante durante los meses de monitoreo y la tendencia es que sobrepasa el límite de referencia.

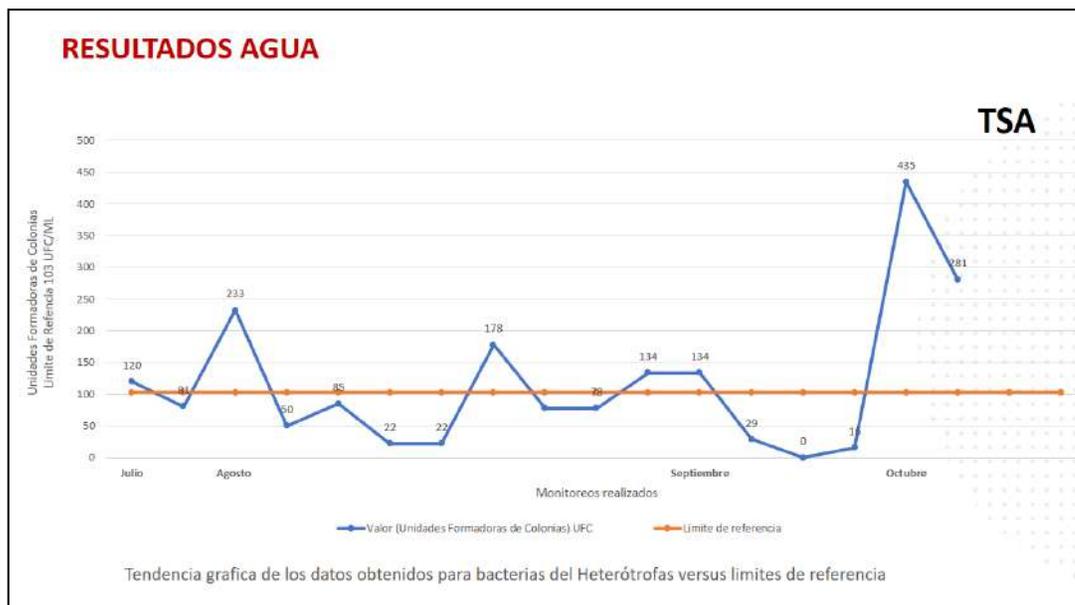


Figura 3: Resultados de las Unidades Formadoras de Colonias bacterias heterótrofas, comparado con el límite de referencia establecido por Cuéllar-Anjel et al. 2010.

Bacterias del género Pseudomonas

Las Pseudomonas son microorganismos de alto riesgo con efecto alguicida, se caracterizan por ser oportunistas, substraen los nutrientes de las larvas y provocan enfermedades. Habitan de forma común en el agua de mar, sin embargo, cuando estas ingresan en cultivos de microalgas causan pérdidas y mortalidades masivas en la producción de larvas de camarón u otra especie marina, su crecimiento aumenta rápidamente por el ambiente provisto para las microalgas (enzimas, vitaminas, péptidos, azúcares, aminoácidos simples, entre otros). No se dispone de normativa o reglamentos que establezcan los límites máximos permitidos cuando se trata de muestras de aguas superficiales y muestras de tipo ambiental, por lo que para el análisis de Pseudomonas, se tomó de referencia el parámetro establecido por Cuéllar-Anjel et al. 2010 [8], en el que indica que el límite permitido para actividades humanas como puede ser la acuicultura es de ≤ 103 UFC/ml. Se analizó un total de 22 muestras de agua provenientes de los estanques en cultivo, para lo cual se realizó diluciones seriadas para sembrar en el respectivo medio de cultivo, obteniendo un total de 407 UFC.

Tabla 7: Análisis microbiológico de agua realizado en medios de cultivo selectivos Agar Cetrimide, para aislamiento de bacterias Pseudomonas.

TIPO DE MUESTRA	MEDIO DE CULTIVO	CANTIDAD DE MUESTRAS COLECTADAS	DILUCIONES SERIADAS SEMBRADAS	CANTIDAD DE MUESTRAS ANALIZADAS	BACTERIAS DETECTADA	TOTAL DE UFC
AGUA	CETRIMIDE	22	88	88	PSEUDOMONAS	407

Los valores máximos obtenidos del crecimiento bacteriano de bacterias Pseudomonas, son correspondientes en octubre (dieron los máximos valores de 137 UFC), sobrepasando los límites de referencia establecidos en la normativa. La tendencia de crecimiento bacteriano para los meses de julio, agosto y septiembre es bajo y no sobrepasa el límite de referencia. En la figura 4, se presentan los resultados obtenidos para bacterias Pseudomonas, solo en el mes de octubre se pudo observar un crecimiento bacteriano que sobrepasa el límite de referencia, a diferencia de este resultado, para los meses de julio, agosto y septiembre las UFC son bajas y no sobrepasa el límite.



Figura 4: Resultados de las Unidades Formadoras de Colonias bacterias Pseudomonas, comparado con el límite de referencia establecido por Cuéllar-Anjel et al. 2010.

ANÁLISIS DE MUESTRA DE SUELO

Para realizar el análisis microbiológico del suelo se seleccionaron dos tipos de medios de cultivo, en los cuales se aislaron bacterias de Heterótrofas y Pseudomonas. Se tomó de referencia los límites establecidos por Cuéllar-Anjel et al. 2010 [8], los valores sugeridos para actividades humanas como puede ser la acuicultura es ≤ 103 UFC/ml, para las bacterias Heterótrofas y Pseudomonas. Se analizó un total de 32 muestras de suelo provenientes de los estanques en cultivo, para lo cual se realizó diluciones seriadas para sembrar en el respectivo medio de cultivo, obteniendo los siguientes resultados:

Bacterias Heterótrofas un total de 244 UFC.

Bacterias Pseudomonas un total de 6 UFC.

Tabla 8: Análisis microbiológico de suelo realizado en medios de cultivo selectivos TSA y Agar Cetrimide, para aislamiento de bacterias heterótrofas y Pseudomonas respectivamente.

TIPO DE MUESTRA	MEDIO DE CULTIVO	CANTIDAD DE MUESTRAS COLECTADAS	DILUCIONES SERIADAS SEMBRADAS	CANTIDAD DE MUESTRAS ANALIZADAS	BACTERIAS DETECTADA	TOTAL DE UFC
SUELO	TSA	8	32	32	HETERÓTROFAS	244
SUELO	CETRIMIDE	8	32	32	PSEUDOMONAS	6

Los valores máximos obtenidos del crecimiento bacteriano de bacterias Heterótrofas, son correspondientes al mes de julio (dieron los máximos valores de 113 UFC), sobrepasando los límites de referencia establecidos en la normativa. En la figura 5, se presentan los resultados obtenidos para bacterias Heterótrofas, solo en el mes de julio se pudo observar un crecimiento bacteriano que sobrepasa el límite de referencia.

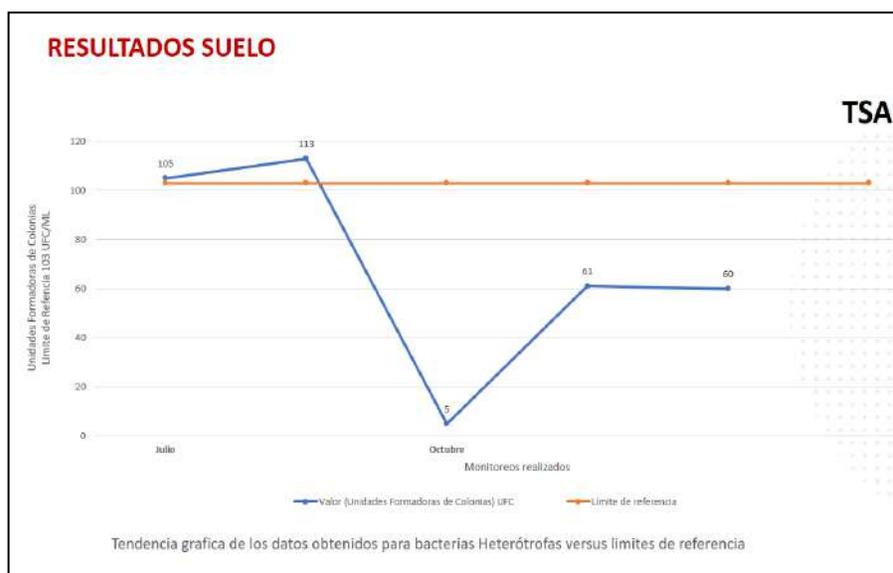


Figura 5: Resultados de las Unidades Formadoras de Colonias bacterias Heterótrofas, en muestras de suelo, comparado con el límite de referencia establecido por Cuéllar-Anjel et al. 2010.

Los valores máximos obtenidos del crecimiento bacteriano de bacterias Pseudomonas, no sobrepasan los límites de referencia establecidos en la normativa. En la figura 6, se presentan los resultados obtenidos para bacterias Pseudomonas, la tendencia no sobre pasa el límite de referencia establecido.

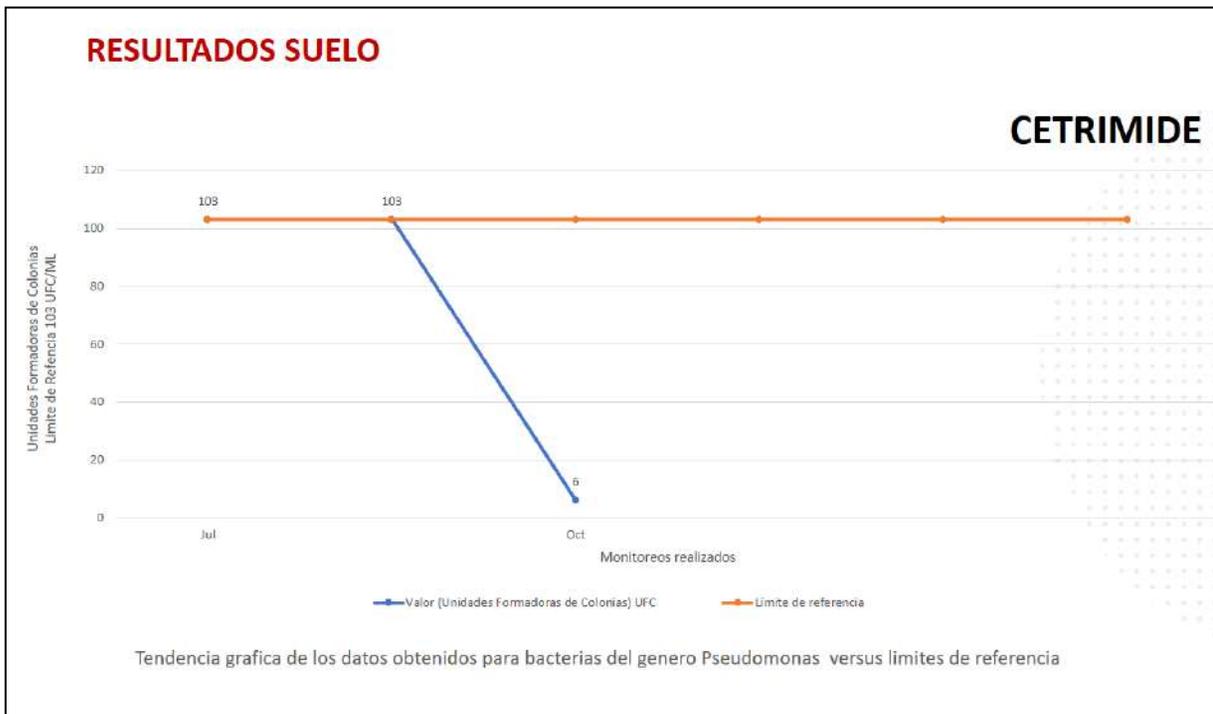


Figura 6: Resultados de las Unidades Formadoras de Colonias bacterias Pseudomonas, en muestras de suelo, comparado con el límite de referencia establecido por Cuéllar-Anjel et al. 2010.

ANÁLISIS DE MUESTRA DE CARACOL

Se realizó un análisis del tejido del caracol para determinar la presencia o ausencia de bacterias pertenecientes a los géneros Vibrios, Heterótrofas y Pseudomonas. Se tomó de referencia los límites establecidos por Cuéllar-Anjel et al. 2010 [8], los valores sugeridos para actividades humanas como puede ser la acuicultura es ≤ 103 UFC/ml. Los resultados obtenidos durante los análisis de laboratorios se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 9: Análisis microbiológico de tejido de caracol realizado en medios de cultivo selectivos TCBS, TSA y Agar Cetrimide, para aislamiento de bacterias Vibrio, Heterótrofas y Pseudomonas respectivamente.

TIPO DE MUESTRA	MEDIO DE CULTIVO	CANTIDAD DE MUESTRAS COLECTADAS	DILUCIONES SERIADAS SEMBRADAS	CANTIDAD DE MUESTRAS ANALIZADAS	BACTERIAS DETECTADA	TOTAL DE UFC
CARACOL	TCBS	10	40	40	VIBRIO	150
CARACOL	TSA	10	40	40	HETERÓTROFAS	184
CARACOL	CETRIMIDE	10	40	40	PSEUDOMONAS	130

En la figura 7, se presentan los resultados obtenidos para bacterias Vibrios, la tendencia de crecimiento de UFC, no sobre pasa el límite de referencia establecido.

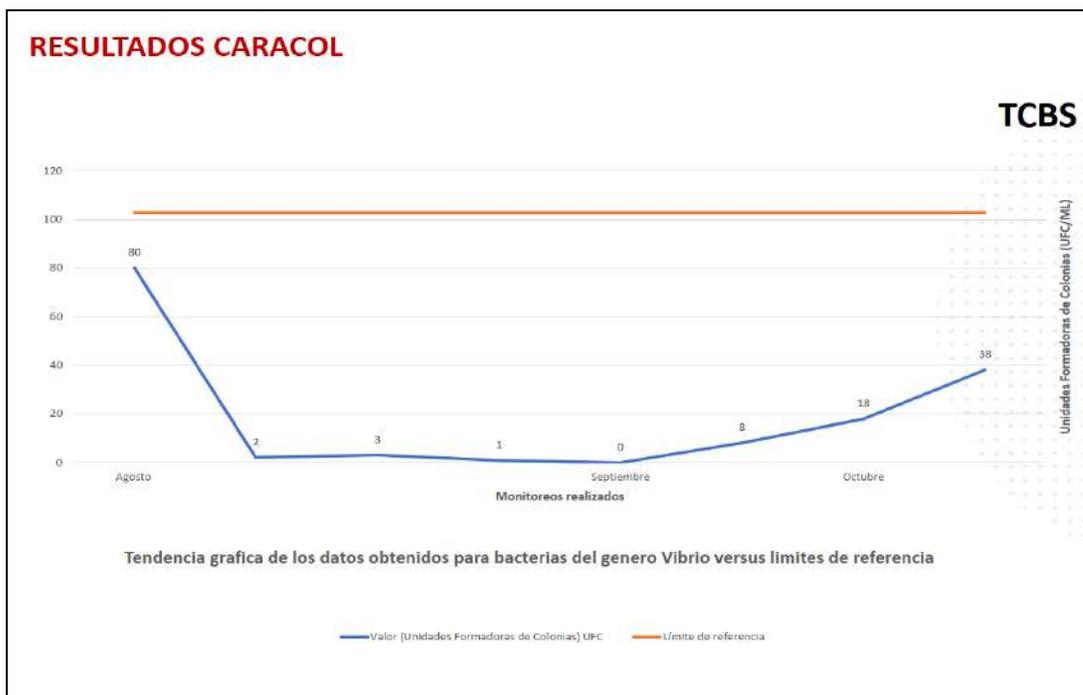


Figura 7: Resultados de las Unidades Formadoras de Colonias bacterias del género Vibrios, en muestras de tejido de caracol, comparado con el límite de referencia establecido por Cuéllar-Anjel et al. 2010.

En la figura 8, se presentan los resultados obtenidos para bacterias Heterótrofas, la tendencia de crecimiento de UFC, durante los meses muestreados, no sobre pasa el límite de referencia establecido, los valores obtenidos están debajo de 103 UFC.

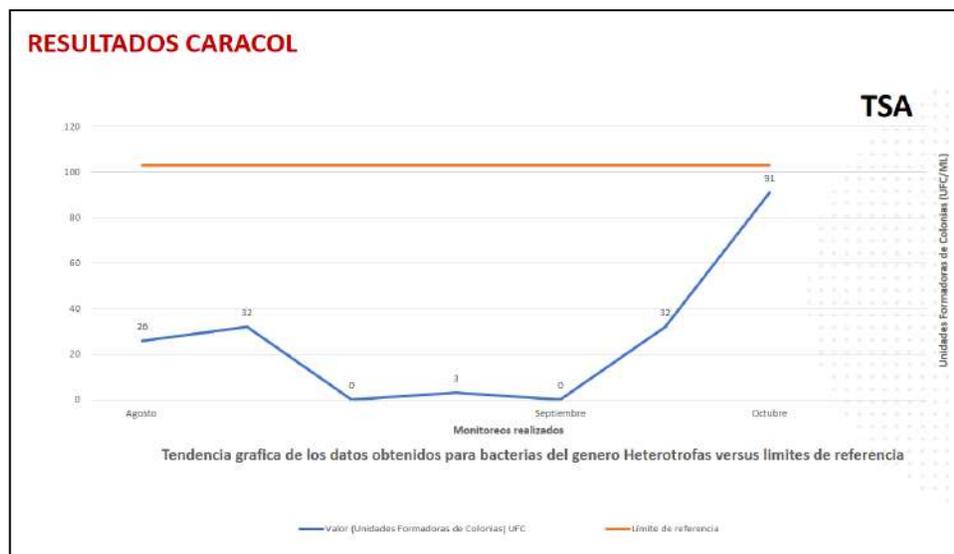


Figura 8: Resultados de las Unidades Formadoras de Colonias bacterias Heterótrofas, en muestras de tejido de caracol, comparado con el límite de referencia establecido por Cuéllar-Anjel et al. 2010.

En la figura 9, se presentan los resultados obtenidos para bacterias *Pseudomonas*, la tendencia de crecimiento de UFC, durante los meses muestreados, no sobre pasa el límite de referencia establecido, los valores obtenidos están debajo de 103 UFC.

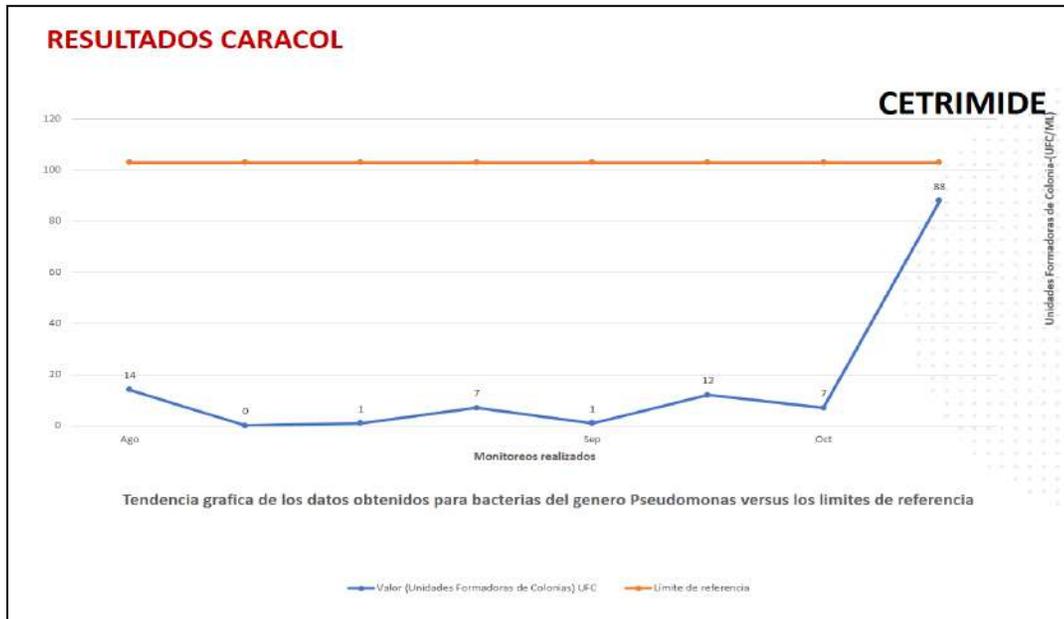


Figura 9: Resultados de las Unidades Formadoras de Colonias bacterias *Pseudomonas*, en muestras de tejido de caracol, comparado con el límite de referencia establecido por Cuéllar-Anjel et al. 2010.

PARÁMETROS FÍSICOS Y QUÍMICOS DEL AGUA DE ESTANQUES CAMARONEROS

Se analizaron los parámetros físicos y químicos del agua, específicamente en los estanques camaroneros en producción. Los parámetros físicos analizados mostraron fluctuaciones poco variantes.

Los valores más altos de temperatura se obtuvieron en durante los meses de septiembre y octubre. Se determinó que durante la época de invierno los niveles de turbidez del agua aumentaron en los diferentes puntos de muestreo, las causas pueden ser variadas entre las que se pudieron observar partículas de suelo suspendidas, sedimentación depositada en el fondo, descargas de aguas residuales de tipo ordinario, directas al cuerpo de agua.

La turbidez y transparencia del agua, son indicadores de la cantidad de sedimentos suspendidos en la columna de agua.

La salinidad presentó una leve tendencia a variar sus fluctuaciones en el tiempo, debido a las variaciones climáticas durante el periodo de realización del monitoreo, obteniendo datos mínimos de 15 ‰ y un máximo de 30 ‰. Los valores de PH fluctuaron entre 7.0 y 8.5, de acuerdo a algunos autores este rango es propicio para el crecimiento del camarón marino.

En la figura 10, se muestra la tendencia de la temperatura durante los meses de muestreo y en la cual se reflejan las temperaturas máximas reportadas para los de septiembre y octubre.

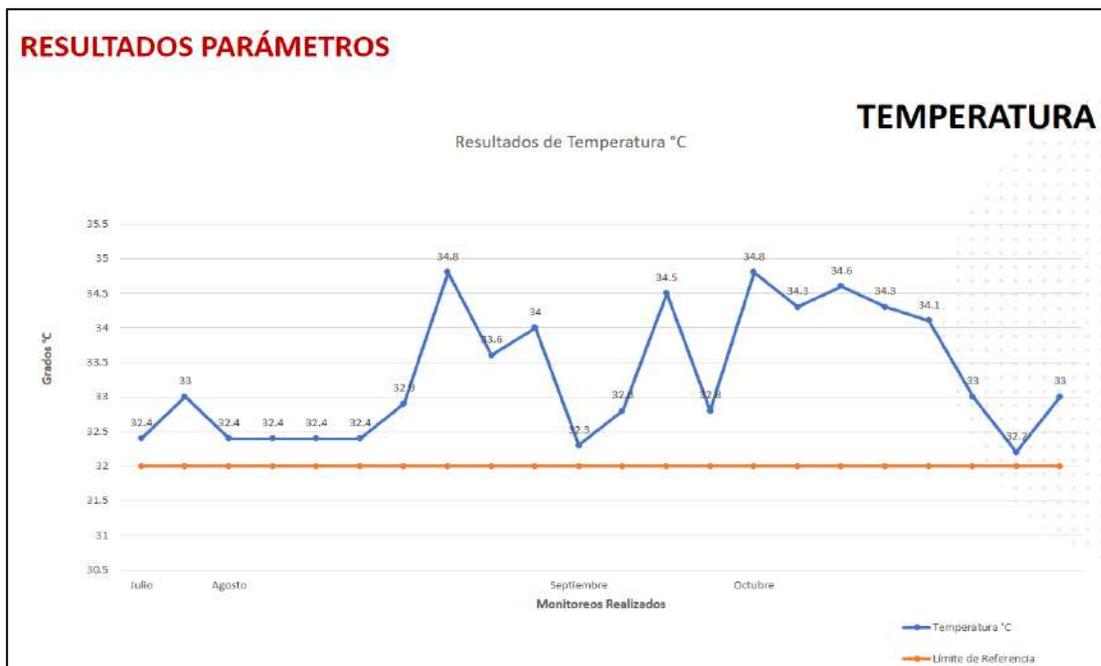


Figura 10: Resultados de temperatura obtenidos durante los meses muestreados camaronera La Carranza, 2023.

En la figura 11, se muestra la tendencia de salinidad durante los meses de muestreo y en la cual se reflejan datos mínimos de 15 ‰ y un máximo de 30 ‰.

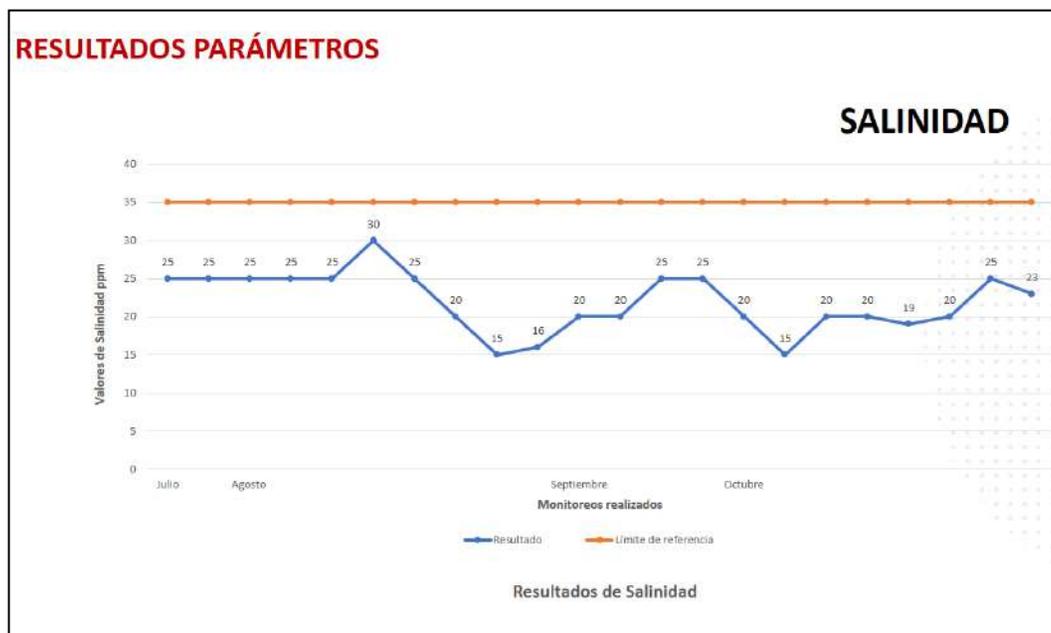


Figura 11: Resultados de salinidad obtenidos durante los meses muestreados camaronera La Carranza, 2023.

En la figura 12, se muestra los valores obtenidos de pH durante los meses de muestreo y en la cual se reflejan datos que fluctúan en rangos de 7.0 y 8.5

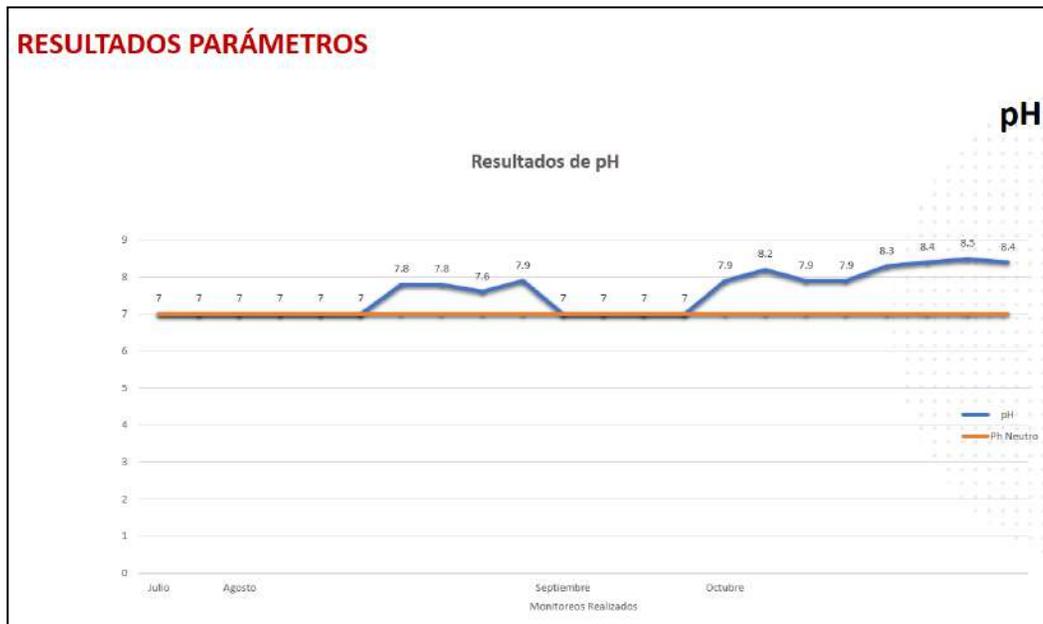


Figura 12: Resultados de pH obtenidos durante los meses muestreados camaronera La Carranza, 2023.

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS OBTENIDOS PARA LOS PARÁMETROS QUÍMICOS

Para el análisis e interpretación de resultados de parámetros químicos, se tomó de referencia parámetros de calidad del agua. Interpretación y normas de la EPA, Estados Unidos. 2001 [9].

AMONIO NO IONIZADO

Los valores obtenidos durante los muestreos son bajo la normativa de calidad de agua, la cual establece que el límite de referencia es de 1.00 mg/l, y los valores máximos obtenidos son de 0.25, para el mes de julio. El amonio es producido principalmente por la excreción directa de los camarones así como la descomposición del material orgánico que contiene nitrógeno bajo condiciones aeróbicas (en la presencia de oxígeno) y anaeróbicas (en la ausencia de oxígeno), los cuales son descompuestos principalmente por bacterias. Con el aumento de la alimentación, aumenta la acumulación de amoniaco total (NH₄). El amoniaco no ionizado (NH₃) es la forma de amoniaco liberado hacia el Medio ambiente. Al aumentar el pH (desde 7.5 a 8.5) y la temperatura (desde 25-35 °C) se incrementa la forma de amoniaco no-ionizado, el cual es más tóxico para los camarones.

NITRITO

Todos los resultados obtenidos durante los meses de muestreo dieron resultados por debajo de lo establecido en la norma de Parámetros de Calidad de Agua de EPA, Estados Unidos, (0.75 mg/l) [5]. Se considera que los nitritos se generan producto del proceso de oxidación de los residuos de alimento excretados por los camarones. Al ingresar el alimento en el camarón, se inician procesos metabólicos para la conversión a biomasa. Los residuos son depuestos por los animales y se ubican como sedimento en el fondo del estanque.

NITRATO

Todos los resultados obtenidos durante los meses de muestreo dieron resultados por debajo de lo establecido en la norma de Parámetros de Calidad de Agua de EPA, Estados Unidos, (0.75 mg/l) [5]. El Nitrato se encuentra disueltos en el agua superficiales o subterráneas, su aumento de sus concentraciones se puede deber a un excesivo uso de abonos nitrogenados y su posterior arrastre o aguas lluvias o riegos. Los nitratos pueden ser producidos por fuentes naturales o por acciones antropogénicas.

FOSFATO

Durante los meses de septiembre y octubre se observó una fluctuación de los valores de fosfato, el valor máximo obtenido fue de 0.25 mg/l, lo que significa que no sobre pasa el límite de referencia establecido en los Parámetros de Calidad de Agua de EPA, Estados Unidos (5.0 mg/l.) [5]

En un ciclo de producción acuícola, uno de los elementos que se debe monitorear y controlar son los fosfatos. Este elemento es necesario para el cultivo en estanques, utilizado por el camarón en sus procesos metabólicos o como nutriente básico de algas.

Uno de los ingresos de fósforo al sistema son los afluentes circundantes donde se toma agua para incorporarlo en los estanques de producción. En la figura 13, se muestra los valores obtenidos para la química del agua, de acuerdo a los valores obtenidos solo amonio y fosfato dieron valores de 0.25 mg/l, sin embargo, no sobrepasa los límites de referencia establecidos.

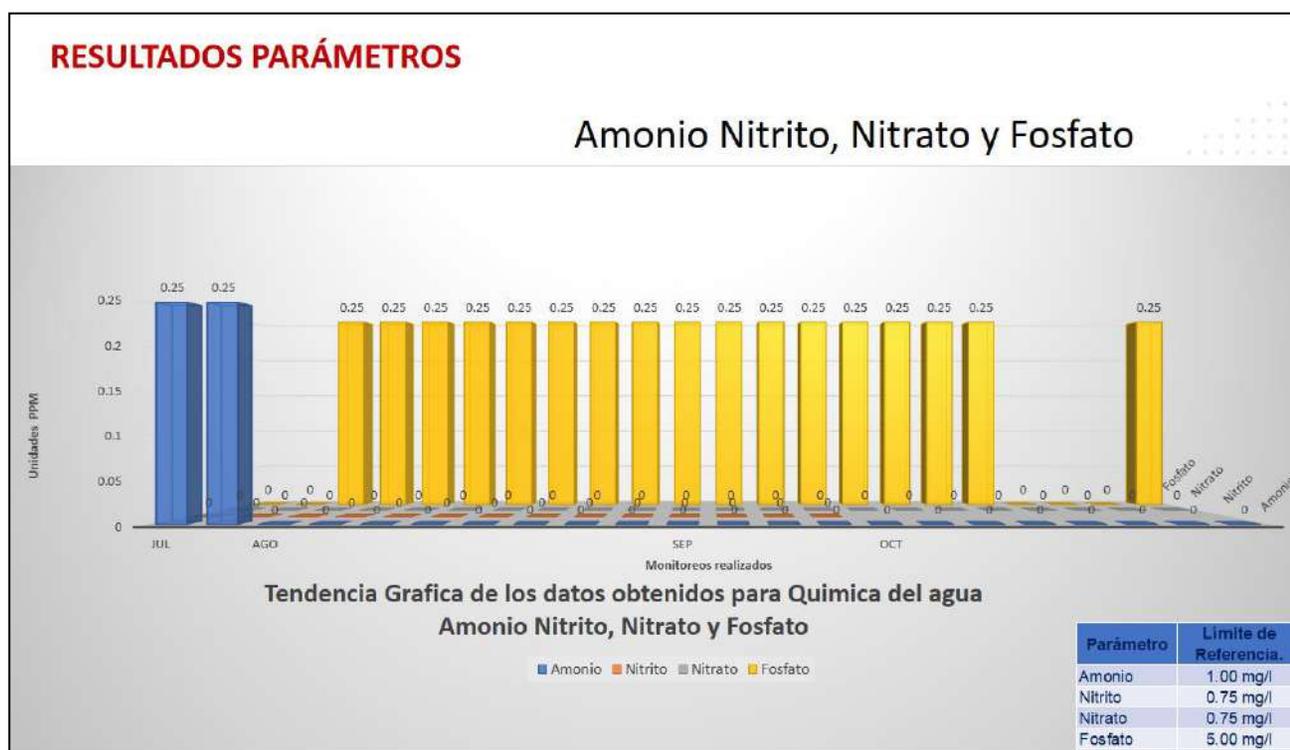


Figura 13: Resultados de amonio, nitrito, nitrato y fosfato obtenidos durante los meses muestreados camaronera La Carranza, 2023.

EFFECTOS QUE GENERAN LOS CARACOLES PRESENTES EN LOS ESTANQUES DE PRODUCCIÓN

La causa más importante para la propagación de caracoles en las camaronerías es el incremento de materia orgánica en ambientes acuáticos como esteros y manglares, donde varias especies consumen estas partículas orgánicas para crecer y multiplicarse, el ciclo de vida se complementa cuando ingresa como larvas a través de los efluentes de las camaronerías.

¿Qué daño pueden ocasionar los caracoles a los camarones en cultivo?

Básicamente reduce la alcalinidad a niveles críticos (-80 ppm), causando mortalidad y fuerte disminución del fitoplancton, afectando negativamente la productividad natural el oxígeno. Aunado a ello interfiere en la alimentación del camarón al invadir el fondo de donde se alimentan pueden ser vectores de parásitos que pueden causar patologías en el camarón.

Se pudo determinar a través del análisis microbiológico de agua, suelo y tejido muscular del caracol que existe presencia de bacterias de los géneros Vibrios, Heterótrofas y Pseudomonas, esta condición se relaciona a diferentes factores como agentes patógenos, como bacterias, virus, y parásitos que entran al agua proveniente de desechos orgánicos; así como La generación de residuos y emisiones es un factor intrínseco de las actividades humanas. Los asentamientos poblacionales, las actividades productivas y el consumo de bienes y servicios por parte de los habitantes y comunidades de la zona costero marino implican por si mismos una carga para los ecosistemas costeros.

OBJETIVO: N° 2 Establecer la densidad de caracoles presentes en los estanques seleccionados en la cooperativa, a través del método de cuadrantes para determinar la población y evaluar la su incidencia en la productividad.

Una población se define como un conjunto de individuos de una especie que habita un área determinada. Los métodos disponibles para caracterizar la abundancia de las poblaciones varían en función de las características de la especie a estudiar.

La densidad relativa mide el número de ejemplares por una unidad maestra que no guarda una relación directa con el área. Para la determinación de la densidad de caracoles se consideró realizarla a través del método de cuadrante y considerando un muestreo al azar simple.

Se establecieron 3 cuadrantes de 1m², posteriormente se contabilizaron los caracoles en dos estanques de producción, en total se realizaron 3 muestreos, de acuerdo a los datos obtenidos se calculó la densidad relativa.

La fórmula utilizada para el cálculo es la siguiente:

Densidad relativa poblacional.

$D = \text{Número de individuos} \div \text{área.}$

Tabla 10: Estimado de la densidad relativa de “caracol de cuerno” *Cerithideopsis montagnei*, realizado en tres muestreos.

Fecha de muestreo	No de estanque	Total de caracoles	Área del estanque	Densidad
22 de agosto	Estanque 1	15 caracoles	38,000 m ²	0.0003 caracoles
	Estanque 2	10 caracoles	50,000 m ²	0.0002 caracoles
3 de octubre	Estanque 1	10 caracoles	38,000 m ²	0.0002 caracoles
	Estanque 2	7 caracoles	50,000 m ²	0.0001 caracoles
10 de octubre	Estanque 1	12 caracoles	38,000 m ²	0.0003 caracoles
	Estanque 2	19 caracoles	50,000 m ²	0.0003 caracoles

De acuerdo a las estimaciones obtenidas, se considera que la densidad poblacional de caracoles presentes en los estanques de cultivo de camarón es baja. Estos organismos se relacionan con una plaga difícilmente de controlar debido a que se alimentan del fitoplancton que filtran a través de sus cilios y consumiendo recursos importantes presentes en el estanque, trayendo como consecuencia problemas de crecimiento y en algunas ocasiones cuando la población de caracoles es alta puede generar problemas de mortalidad de los camarones, debido a la competencia de alimentación y oxígeno.

OBJETIVO: N° 3. Establecer la relación biológica entre la producción de camarón y el impacto generado por la presencia de caracol en los estanques productivos.

Se realizó la caracterización taxonómica del caracol de cuerno, especie presente en los estanques camaroneros en producción, se tomó de referencia el libro “Concha Marina del Oeste Tropical de América”.

Tabla 11: Clasificación taxonómica de “caracol de cuerno” *Cerithideopsis montagnei*.

Nombre común:	“Caracol de cuerno”
Reino:	Animalia
Filo/División:	Mollusca
Orden:	Mesogastrópoda
Clase:	Gastrópoda
Familia:	Potamididae.
Género:	<i>Cerithideopsis</i>
Especie:	<i>montagnei</i>



Figura 14: Caracol de cuerno (*Cerithideopsis montagnei*) presente en los estantes objetivo de estudio.

6.4 OBJETIVO: N° 4. Generar un protocolo zoonosanitario enfocado en la aplicación de estrategias que permitan prevenir, reducir o eliminar la presencia de caracoles en el desarrollo del cultivo de camarón marino *Litopenaeus vannamei*.



Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE
Dirección de Investigación y Proyección Social

PROTOCOLO ZOOSANITARIO DE ESTRATEGIAS DE PREVENCIÓN, REDUCCIÓN O ELIMINACIÓN DE CARACOLES EN UNIDADES PRODUCTIVAS DE CAMARÓN MARINO

En Asocio con

Asociación Cooperativa La Carranza

Docente Investigador Principal

Licda. Angélica Quintanilla Corena

Docente Coinvestigador

Téc. Josué de la Paz Castro Miranda

1- INTRODUCCIÓN

El cultivo de camarón en nuestro país genera beneficios en términos de trabajo directo y de ingresos para los habitantes del bajo lempa y de las zonas costeras de El Salvador. Esta actividad constituye uno de los principales medios de vida; el camarón marino presenta características que se transforman en ventajas, debido a su fácil adaptabilidad climática y su alto valor comercial.

Los estanques de cultivo de camarón marino son en su mayoría ecosistemas artificiales. Están caracterizados por altas cargas de nutrientes y materia orgánica en suspensión, incluido el plancton. Debido a ello, se deben mantener condiciones óptimas en factores como salinidad, temperatura, concentraciones de oxígeno disuelto, turbidez, entre otros.

Por su importancia social, económica y alimenticia; es primordial que existan mecanismos de control y vigilancia estricta desde la siembra, cultivo, cosecha y distribución de los productos acuícolas; para detectar y atenuar oportunamente cualquier riesgo durante las etapas del proceso y asegurar que el producto final presente la calidad necesaria para su consumo.

La presencia de moluscos y bivalvos en camaronerías han sido considerados como invasores para el camarón marino, en primer lugar, provoca perturbaciones medioambientales, esto debido a la alta capacidad de filtrado, al igual que cambios cualitativos y cuantitativos en el plancton por ende pueden generar un cambio significativo en la cadena alimenticia.

El Protocolo Zoonosológico, tiene como finalidad proponer estrategias para la prevención y control de las poblaciones de caracol, antes, durante y posterior al cultivo de camarón marino, de igual manera este protocolo pretende servir de guía para los productores acuícolas del sector San Hilario departamento de Usulután, así como a los productores de la zona oriental del País.

Con este protocolo se busca apoyar al sector camaronicultor, dirigidas a buscar la sostenibilidad de esta actividad productiva.

2- OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Generar un documento para la aplicación de estrategias para el control del caracol en las unidades productivas de camarón marino.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Proponer acciones a través de métodos biológicos, físicos y químicos en las diversas etapas del ciclo de cultivo de camarón para el control del caracol.
2. Establecer un proceso de socialización con productores acuícolas del departamento de Usulután.

3- MARCO TEÓRICO

BIOLOGÍA DEL CAMARÓN MARINO

Rasgos Biológicos

Moderadamente largo con 7–10 dientes dorsales y 2–4 dientes ventrales. En los machos maduros petasma simétrico y semi abierto. Espermatóforos complejos, consistentes de masa espermática encapsulada por la vaina. Las hembras maduras tienen el télico abierto. Seis nauplios, tres proto-zoeas, y tres etapas de mysis. Su coloración es normalmente blanca translúcida, pero puede cambiar dependiendo del sustrato, la alimentación y la turbidez del agua. Talla máxima 23 cm, con CL máxima de 9 cm. Comúnmente las hembras crecen más rápidamente y adquieren mayor talla que los machos [1].

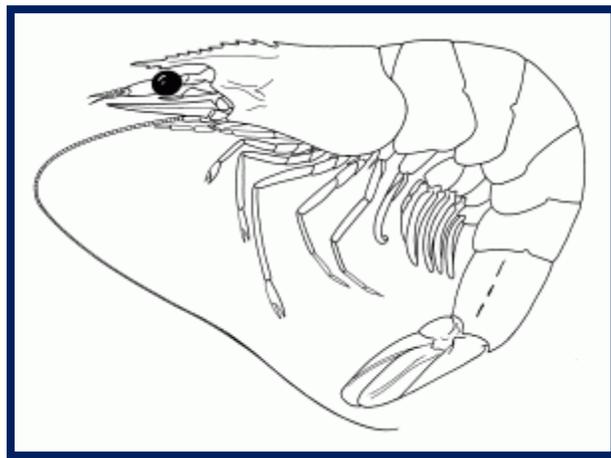


Figura 15: Morfología de *Litopenaeus vannamei*

Hábitat y Biología

Es nativo de la costa oriental del Océano Pacífico, desde Sonora, México al Norte, hacia Centro y Sudamérica hasta Tumbes en Perú, en aguas cuya temperatura es normalmente superior a 20 °C durante todo el año. Se encuentra en hábitats marinos tropicales. Los adultos viven y se reproducen en mar abierto, mientras que la post larva migra a las costas a pasar la etapa juvenil, la etapa adolescente y pre adulta en estuarios, lagunas costeras y manglares. Los machos maduran a partir de los 20 gramos y las hembras a partir de los 28 gramos en una edad de entre 6 y 7 meses. Cuando pesa entre 30 y 45 gramos libera entre 100 000 y 250 000 huevos de aproximadamente 0,22 mm de diámetro. La incubación ocurre aproximadamente 16 horas después del desove y la fertilización.

En la primera etapa, la larva, denominada nauplio, nada intermitentemente y es fototáctica positiva. Los nauplios no requieren alimentación, sino que se nutren de su reserva embrionaria. Las siguientes etapas larvarias (protozoea, mysis y postlarva temprana respectivamente) continúan siendo planctónicas por algún tiempo, se alimentan del fitoplancton y del zooplancton, y son transportados a la costa por las corrientes mareales. Las postlarvas (PL) cambian sus hábitos planctónicos unos 5 días después de su metamorfosis a PL, se trasladan a la costa y empiezan a alimentarse de detritos bénticos, gusanos y crustáceos [2].

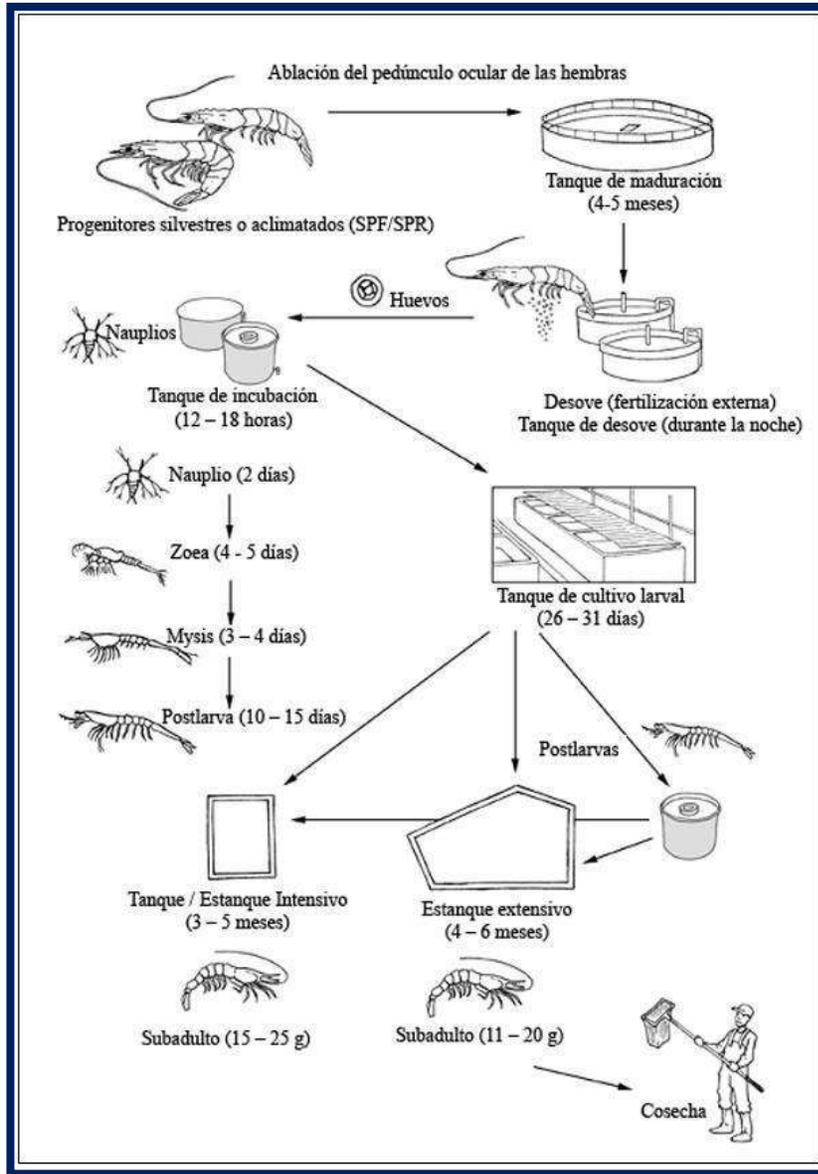


Figura 16: Ciclo de producción de camarón marino.

Tabla 12: Clasificación taxonómica de *Litopenaeus vannamei*.

Nombre común:	“camarón marino”	Imagen de referencia
Reino:	Animalia	
Filo/División:	Arthropoda	
Orden:	Decapoda	
Clase:	Crustácea	
Familia:	Penaeidae	
Género:	Litopenaeus	
Especie:	Vannamei	

BIOLOGÍA DE CARACOL DE CUERNO

Los moluscos conforman uno de los grupos faunísticos más diversos y abundantes en los humedales marino-costeros. Su importancia radica en la estructuración de los hábitats bénticos, como fuente de alimento, transferencia de energía, purificación del agua mediante filtración y su valor económico para el ser humano. Son organismos dominantes en ambientes estuarinos en términos de riqueza, biomasa y abundancia. Han sido considerados como un grupo indicador de la diversidad de invertebrados de la macro fauna bentónica.

Los gasterópodos son uno de los grupos dominantes de moluscos en las comunidades intermareales y frecuentemente exhiben zonación vertical. Esta distribución puede estar delimitada por la depredación, hábitos alimenticios y competencia interespecífica. También variables abióticas tales como la desecación y el estrés térmico [1].

Caracol de Cuerno

Presente en camaronera La Carranza, se observó presencia antes y durante el ciclo productivo de camarón marino, se considera que su presencia se establece en sitios con intervención antropogénica elevada.

Tabla 13: Clasificación taxonómica de *Cerithideopsis montagnei*.

Nombre común:	“caracol de cuerno”	Imagen de referencia
Reino:	Animalia	
Filo/División:	Mollusca	
Orden:	Mesogastrópoda	
Clase:	Gasterópoda	
Familia:	Potamididae.	
Género:	<i>Cerithideopsis</i>	
Especie:	<i>montagnei</i>	

SISTEMAS DE CULTIVO DE CAMARÓN MARINO

EXTENSIVO

Son estanques de gran tamaño mayores de una hectárea, sin intercambios diarios de agua, sin control de parámetros físico-químicos, y sin alimentación complementaria. Depende exclusivamente de fuentes naturales para la obtención de semillas o a lo que entre en el estanque durante la marea que seleccione para su proceso de cosecha.

SEMI-INTENSIVO

Se utiliza un poco más de tecnología para aumentar la producción. La siembra se realiza directamente usando post larvas y / o juveniles de fuentes naturales, de laboratorios o provenientes de otros estanques pequeños llamados pre criaderos, se utiliza un canal reservorio que permita los cambios de agua del 5% al 10% de la masa total de agua del estanque diariamente en algunos casos se utiliza sistema de tuberías con bombas de gran capacidad, se fertilizan los estanques con el fin de enriquecer la cantidad de nutrientes consiguiendo con esto un crecimiento de la productividad primaria fitoplancton y zooplancton.

Ya se utilizan dietas formuladas o alimento complementarlo. Se requiere de un control adecuado de los parámetros físicos, químicos y biológicos. La tasa de siembra oscila entre 8 a 15 post larvas por metro cuadrado.

INTENSIVO

El sistema intensivo posee una gran tecnología lo que le permite una alta tasa de siembra, aireación permanente que consiste en una recirculación del agua para la generación de oxígeno disuelto. Los factores físico-químicos son registrados todos los días.

El tamaño de los estanques es de media hectárea y poseen estanque vivero o pre-criadero y estanques de crecimiento. La densidad de siembra es mayor de 15 individuos por metro cuadrado [3].

PROCEDIMIENTO PARA LA REALIZACIÓN DE ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO Y REPARACIÓN DE LOS ESTANQUES

Un buen secado y preparación de los estanques contribuye a un desarrollo saludable de los camarones, garantizando estanques libres de sustancias nocivas, patógenos y predadores que pudieran incrementar las mortalidades afectando el rendimiento final de las cosechas.

El drenado, secado, limpieza, desinfección y encalado, son actividades que también contribuyen a disminuir los riesgos de diseminación de enfermedades a otras granjas vecinas y al ambiente costero. La limpieza general de los estanques y sus alrededores también ayuda a eliminar posibles fuentes de contaminación de la cosecha asegurando la inocuidad del producto final [4].

ESTRATEGIAS ANTE LA INVASIÓN DE CARACOLES EN ESTANQUES DE CULTIVO DE CAMARÓN MARINO.

Para la operación de cultivo de camarones se requiere de una prevención y control rápido. Se recomienda un monitoreo continuo en busca de invasores sobre sustratos, particularmente al inicio de cada ciclo de cultivo. Igualmente, la asistencia con herramientas moleculares puede aumentar la capacidad de detectar, incluso en una etapa larvaria, una invasión temprana.

Así permitirás mejorar las posibilidades de respuesta oportuna y contener una propagación de moluscos. En caso de existir ya una población de caracoles, su control dependerá de las características del caso. Comúnmente se opta por la erradicación manual de las colonias y biocontroles selectivos. A su vez se utilizan recubrimientos químicos en infraestructuras para evitar la adherencia del caracol.

El control preventivo que se pueda realizar en las camarónicas es más económico que los tratamientos correctivos que pueden realizarse una vez que estos organismos colonizan el fondo de los estanques. En las compuertas de entrada es importante observar el ingreso de caracoles, para lo cual es necesario poner mallas y bolsos en los cuales la larva de velígero se fije y ayude así a detectar a tiempo la presencia de estos organismos.

ESTRATEGIA A TRAVÉS DEL MÉTODO BIOLÓGICO

Realizar actividades adecuadas de mantenimiento en el estanque antes del inicio del ciclo productivo, esto garantizará la desinfección y evitar posibles factores de contaminación en las larvas. La larva debe de comprarse en un laboratorio certificado y controlar la entrada de agua, otra estrategia es sembrar camarones de pre cría para desplegar al molusco. A continuación, se detallan los procedimientos sugeridos.

Desinfección de estanques

Después de cada ciclo de producción, el fondo de los estanques deberá ser removido acondicionando los niveles de deslizamiento de agua hacia la parte más baja y también se deberán dejar expuesto al sol durante una semana para la desinfección y para evaporar aguas residuales que acumulen partículas orgánicas y algunas larvas de peces depredadores, hongos, bacterias y otros organismos [4].

Evaluación del estado del fondo de los estanques

Los principales parámetros que determinan el estado del fondo de los estanques son el porcentaje de materia orgánica presente y el pH del fondo del estanque. Si el suelo del estanque presenta condiciones ácidas ($\text{pH} < 7$), se deberá aplicar cal agrícola para corregir la acidez presente.

Llenado del Estanques

El agua que entra al estanque debe ser filtrada través de filtros con luz de malla de 500 micras o menor. Estos filtros deben dejarse en las compuertas durante los primeros 30 días de cultivo con el fin de evitar la fuga accidental de las postlarvas.

Estos filtros pueden ser cambiados por otros de luz de malla de 1000 micras los que se podrán mantener hasta el final de ciclo de cultivo. Una vez realizado estas actividades, se procede a la fertilización del agua, bien al boleado o colocado en sacos de yute, amarrados en varas puestas en lugares estratégicos dentro del estanque, con uso de Fórmula o Urea.

Maduración de las aguas

Los estanques deben prepararse con tres días de anticipación previo a la siembra de la post larva, se deberá realizar una buena fertilización de los mismos, ya que favorece el desarrollo del Plancton, el cual es un medio de alimentación natural del cultivo.

Selección del laboratorio proveedor de postlarvas

Las post larvas de buena calidad deben estar libres de organismos infecciosos y presentar un buen estado de salud general. Además, deben presentar un buen desarrollo y estado nutricional acorde con su edad. A continuación, se detallan algunos procedimientos y recomendaciones que ayudarán a evaluar el estado de las post larvas y asegurar la compra de post larvas de buena calidad. El laboratorio proveedor de postlarvas de camarón debe:

Contar con procedimientos estrictos y bien definidos de bioseguridad y asegurar su implementación efectiva, (ejemplo, estrictas medidas sanitarias tales como el uso de lavamanos, desinfección de materiales y equipos por los trabajadores, uso de “pediluvios”, restricción de acceso por áreas, etc.)

Un diseño del laboratorio que permita que las diferentes etapas de la crianza de postlarvas estén aisladas unas de otras, para un mejor control e implementación de medidas de exclusión de patógenos.

Extender al comprador de postlarva un certificado de salud que especifique que las postlarvas están libres de agentes infecciosos tales como WSSV, YHV, TSV.

Resultados de los análisis de diagnóstico del lote de reproductores que fueron utilizados para la obtención de las postlarvas que están vendiendo.

Siembra de las postlarvas

Los estanques de cultivo deben ser cuidadosamente inspeccionados antes de sembrarlos. Estos deben contar con un buen afloramiento de algas y estar libres de peces, jaibas, cangrejos, caracoles u otros organismos que suelen buscar refugio y alimento dentro o a las orillas de los estanques.

Manejo durante la cosecha

Antes de iniciar la cosecha, se debe elaborar un plan donde quede definido en cada paso, quién, cuándo, cómo y dónde deben cumplirse las actividades de la operación, personal, materiales y equipo; además, para asegurar la preparación de los estanques y el cumplimiento de los tiempos de retiro de los alimentos medicados.

Para proceder con la cosecha, los camarones deben reunir ciertas condiciones tales como: tamaño apropiado, buen estado sanitario (ausencia de enfermedades en ese momento), características organolépticas apropiadas y condiciones físicas aceptables según las exigencias del mercado. Con lo anterior, se disminuirán las pérdidas del producto y de su valor comercial.

Para lograr estas condiciones, se recomienda que antes de 15 días de la fecha de cosecha, se realicen muestreos para determinar estas características, tomando acciones anticipadas en caso de ser necesario [4].



Figura 17: Procesos de método biológico para control y manejo del cultivo.

ESTRATEGIA A TRAVÉS DEL MÉTODO FÍSICO

A continuación, se presentan algunas estrategias para la eliminación de caracol de cuerno, cuando están presentes en los estanques de producción.

Recolección manual

Uno de los métodos que se realiza comúnmente en camaronera para evitar los efectos nocivos en la producción debido a los caracoles es la recolección manual, consiste luego de la cosecha con los estanques secos, recoger manualmente los caracoles del suelo, depositándolos en sacos o recipientes de desecho para enviarlos lejos de la camaronera. La acción directa de los rayos solares también ayudara a eliminar a los caracoles [5].



Figura 18: Proceso de captura de caracol de cuerno.

Eliminación por fuego

Este método no es muy utilizado, pero sirve para eliminar caracoles que pueden haber infestado el estanque. Cuando se realiza la cosecha con ayuda de un equipo lanzallamas manejado por un operador se puede recorrer el estanque y se quema los caracoles que hay en el paso. Este método no es tan eficiente si el suelo se conserva húmedo, porque el fuego no podrá actuar. Otra desventaja del método es que puede quemar la materia orgánica presente en los estanques.

ESTRATEGIA A TRAVÉS DEL MÉTODO QUÍMICO

Aplicación de cal agrícola

La aplicación de caliza agrícola para mejorar el pH y la alcalinidad en estanques acuícolas es una práctica ampliamente utilizada. Sin embargo, hay un uso considerable de la cal en la acuicultura para desinfectar los fondos y el agua del estanque, para intentar controlar el pH y varias otras razones.

Tipos de cal

Hay dos tipos de cal – cal quemada y cal hidratada. La cal quemada se hace calentando la piedra caliza a alta temperatura en un horno para eliminar el dióxido de carbono de la piedra caliza y producir un óxido. La piedra caliza es carbonato de calcio (CaCO_3) o una mezcla de carbonato de calcio y carbonato de magnesio (MgCO_3), por lo que la cal quemada es óxido de calcio (CaO) o una mezcla de óxido de calcio y óxido de magnesio (MgO). La cal quemada también se llama la cal sin revenir o cal rápida. La cal quemada se puede tratar con agua para proporcionar cal hidratada que es hidróxido de calcio [$\text{Ca}(\text{OH})_2$] o una mezcla de hidróxido de calcio e hidróxido de magnesio [$\text{Mg}(\text{OH})_2$]. Este producto se llama cal hidratada, cal apagada o cal de constructores. Tanto la cal quemada como la hidratada se utilizan en la acuicultura.

Los estudios han demostrado que se deben aplicar de 3,000 a 5,000 kg/ha de cal hidratada (2,300 a 3,800 kg/ha de cal quemada) al suelo para aumentar el pH por encima de 11 durante al menos 12 horas. El pH del suelo cae rápidamente después de su aplicación, ya que el ion hidróxido de la aplicación de cal reacciona con el dióxido de carbono. Además, en suelos ácidos, el pH disminuye a medida que la cal reacciona con la acidez del suelo. Esto aumenta el pH del suelo, pero hace que el pH alto inicial resultante del ion hidroxilo caiga rápidamente a un nivel demasiado bajo para eliminar los organismos no deseados.

Los productores rara vez usan más de 500-1.000 kg/ha, y la mayoría de los tratamientos de cal para desinfectar los fondos del estanque son ineficaces.

Se recomienda aplicar la cal, cuando el suelo aún conserva cierta humedad ya que esto ayuda a una mejor reacción neutralizadora y a una mejor incorporación de la cal al fondo.

Posteriormente se recomienda remover el suelo usando arados o rastras mecánicas, esto permitirá la oxidación y degradación de la materia orgánica que se ha acumulado en los fondos [4].

Cal (CaO, Ca(OH), CaCO₃). Los materiales encalantes contribuyen a aumentar el pH de los suelos de tal forma que las condiciones del medio permiten un mejor desarrollo de las poblaciones de microorganismos. Entre los principales materiales encalantes que se aplican en nuestro medio se encuentran el óxido de calcio o cal viva (CaO), el hidróxido de calcio o cal apagada (Ca(OH)), y el carbonato de calcio (CaCO₃).

La cal viva se emplea en la desinfección de estanques y en la lucha contra caracoles, eliminación de larvas, huevos de parásitos y sanguijuelas. El encalado sirve como un desinfectante para el estanque, pues mata los parásitos de los peces y sus huéspedes intermediarios, competidores animales y plantas verdes indeseables [5].

Control a base de saponina

La Saponina es considerada como un plaguicida orgánico para acuicultura Saponina, es un producto de origen natural que le permitirá limpiar los estanques de especies no deseadas (moluscos, caracoles, algas, hongos), que impiden el desarrollo adecuado de las crías de camarones o peces.

La Saponina es un compuesto glucósido extraído de las semillas de las Camelias, el cual es un excelente agente natural surfactante no iónico. Después de la formulación, puede ser ampliamente utilizado como pesticida, fungicida, herbicida en Acuicultura y Agricultura.

Aplicación y dosificación

En acuicultura es utilizado para eliminar depredadores no deseados en estanques de cría de camarones y peces.

Elimina también moluscos y caracoles.

Beneficioso para el crecimiento tanto de camarones como peces.

Con salinidad menor a 20 PPT, aplicar 30-35 Kg/Ha.

En salinidad mayor a 20 PPT, aplicar 35-40 Kg/Ha.

No alimentar cuando se aplica el producto.

No aplicar el producto si el camarón está en proceso de MUDA.

Controlar que el oxígeno no baje a 3.8 ppm durante la aplicación.

En estanques secos aplicar 25-30 Kg/Ha con el estanque 1/4 lleno.

Características

Utilizado con mucha frecuencia en la acuicultura para eliminar peces no deseados e insectos perjudiciales en los estanques.

Se desintoxica rápidamente en agua y no es perjudicial para los humanos que usen el agua.

No deja residuos acumulados y está disponible para su uso.

Puede prevenir la enfermedad del camarón negro branquial y controlar los parásitos, a la vez mejora el ecdisis y crecimiento.

Puede ser usado como agente para limpieza de estanques debido a las funciones de hemólisis.



Figura 19: Presentación de Saponina natural

8. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en laboratorio de microbiología, se encontró la presencia de bacterias de los géneros *Vibrio*, *Heterótrofas* y *Pseudomonas*, en el agua utilizada para el cultivo, en tejido de caracoles y en el suelo, lo que indica que puede existir una incidencia directa por la calidad del agua del estero de donde se abastece la unidad productiva.

El deterioro de la calidad de agua en los estanques puede afectar severamente la salud de los camarones a tal punto de poner en riesgo la cosecha entera. De ahí la necesidad de implementar un sistema de monitoreo diario de los parámetros físicos y químicos de agua que permita anticipar y corregir el desarrollo de condiciones adversas de calidad de agua con el fin de reestablecer condiciones óptimas en el sistema de cultivo.

Si bien una baja densidad de caracoles pudiera promover un efecto positivo al eliminar partículas en suspensión, son altamente prolíferos y pueden llegar a causar una relación de competencia por oxígeno y alimento con los camarones, lo cual pudiera afectar en su desarrollo específicamente en el crecimiento.

Cuando el amonio es liberado hacia el ambiente acuático y se acumula en concentraciones grandes, puede crear problemas de estrés en los camarones. Generalmente, los resultados son crecimientos y eficiencia de alimentación pobres y ocurren efectos adversos bajo exposiciones prolongadas, de acuerdo a los resultados de la química del agua el amonio no sobrepasa el límite de referencia establecido, sin embargo, se detectó presencia en el agua de los estanques, así como de Fosfato.

Actualmente no solo las enfermedades pueden generar mortalidades en los sistemas acuícolas, sino también la variación repentina de las condiciones medio ambientales puede incidir directamente en la producción acuícola. Las disminuciones en el oxígeno disuelto debidas al consumo del mismo por parte de los organismos y a las densidades de cultivo, pueden provocar mortalidades altas en los sistemas acuícolas.

9. RECOMENDACIONES

Es importante establecer un programa permanente de monitoreo de la calidad del agua en los relacionado a la microbiología, así como de los parámetros físicos y químicos del agua, para llevar un control en cada ciclo productivo.

Es fundamental que se realice inspecciones visuales de los organismos, pues pueden presentarse diferentes patologías que pueden afectar los ciclos productivos y por ende la rentabilidad económica de la inversión.

Se recomienda un monitoreo continuo en busca de invasores sobre sustratos, particularmente al inicio de cada ciclo de cultivo.

10. GLOSARIO

Ecosistema. Sistema biológico constituido por una comunidad de organismos vivos y el medio físico donde se relacionan.

Medios de cultivo. Son una mezcla de nutrientes que, en concentraciones adecuadas y en condiciones físicas óptimas, permiten el crecimiento de los microorganismos.

Caja de Petri. Recipiente redondo de cristal utilizado para la colocación de medios de cultivo.

Incubación. Intervalo de tiempo para el crecimiento de microorganismos.

UFC. Unidades Formadoras de Colonias.

Perítrico. Rodeado de pelos, se aplica sobre todo a las bacterias provistas de flagelos.

Salinidad. Es el contenido de sal disuelta en un cuerpo de agua y se mide a través de refractómetro.

PH. Potencial de Hidrogeno Indica la acidez o alcalinidad, en este caso de un líquido como es el agua, pero es en realidad una medida de la actividad del potencial de iones de hidrógeno (H +).

Turbidez. Grado de transparencia que pierde el agua por presencia de partículas en suspensión.

11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] M. Aurazo, «Manual para el análisis de calidad de agua,» Lima, Perú, 2004.
- [2] S. Guevara, «Determinación de la Calidad Microbiológica del Agua de 2 Playas: El Tunco y El Sunzal, ubicadas en el departamento de La Libertad, El Salvador.,» El Salvador, 2015.
- [3] G. B. Blanco Reyes, D. E. Ramírez Velásquez y M. D. Rodríguez Granados, «Diagnóstico del subsector acuícola de El Salvador,» Universidad de El Salvador, El Salvador, 2018.
- [4] C. I. Pinzon Moncada , «Métodos profilácticos y terapéuticos para el control de flora y fauna presente en una piscina camaronera,» Universidad Técnica de Machala, Ecuador, 2017.
- [5] U.S Environmental Protection Agency (EPA)., Water Quality Standars, USA: 132 p, 2018.
- [6] U.S. Hawaii Department of Health, Water Quality Standards, USA: 110 p, 2014.
- [7] Ministerio del Ambiente de Perú, Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua, Perú: 6 p, 2008.
- [8] J. Cuéllar-Anjel, C. Lara, V. Morales, A. De Gracia y O. García Suárez, Manual de buenas prácticas de manejo para el cultivo del camarón blanco *Penaeus vannamei*, C.A: OIRSA OSPESCA, , 2010.
- [9] EPA Ireland, «Parameters of Water Quality,» 132 p, Estados Unidos, 2001.

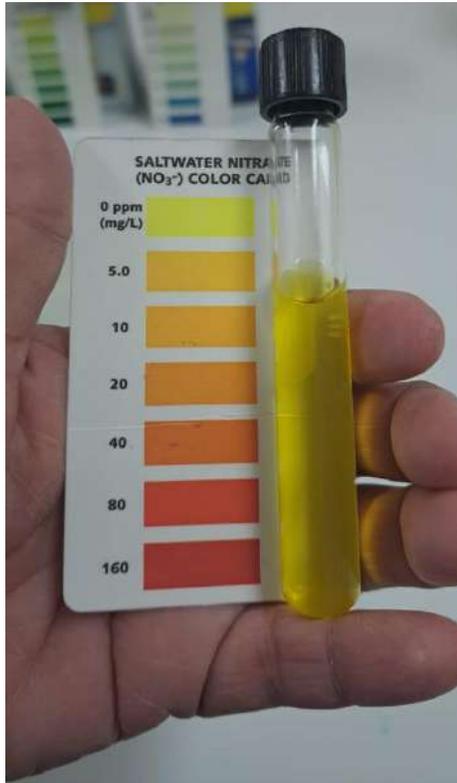
12. ANEXO. SECUENCIA FOTOGRÁFICA DEL MONITOREO EN CAMARONERA LA CARRANZA 2023

COLECTA DE MUESTRAS DE AGUA Y ESTABLECIMIENTO DE CUADRANTES PARA DENSIDAD DE CARACOL.

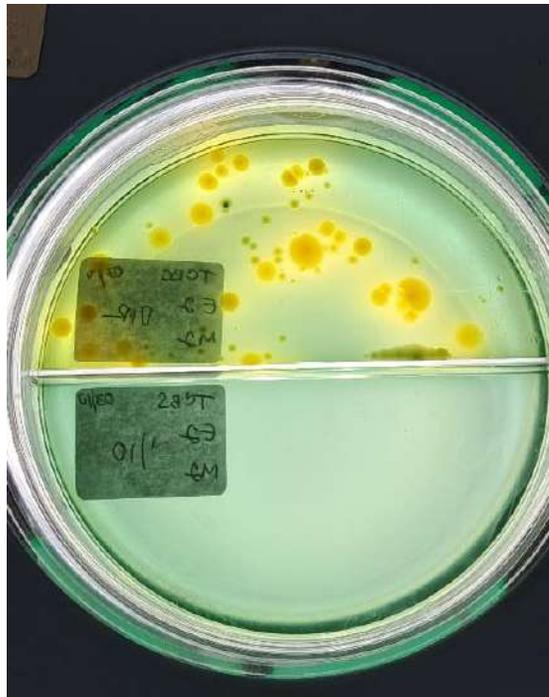




TOMA DE PARÁMETROS QUÍMICOS



RESULTADOS DE CRECIMIENTO BACTERIANO EN MEDIOS DE CULTIVO



ANÁLISIS DE LABORATORIO EN CENTRO REGIONAL LA UNIÓN





SEDE CENTRAL Y CENTROS REGIONALES EL SALVADOR



La Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE, fundada en 1969, es una institución estatal con administración privada, conformada actualmente por 5 campus: Sede Central Santa Tecla y cuatro centros regionales ubicados en Santa Ana, San Miguel, Zacatecoluca y La Unión.

1. SEDE CENTRAL SANTA TECLA

Km. 11.5 carretera a Santa Tecla, La libertad.
Tel.: (503) 2132-7400

2. CENTRO REGIONAL SANTA ANA

Final 10a. Av. Sur, Finca Procvia.
Tel.: (503) 2440-4348

3. CENTRO REGIONAL ZACATECOLUCA

Km. 64.5, desvío Hacienda El Nilo sobre autopista a Zacatecoluca.
Tel.: (503) 2334-0763 y 2334-0768

4. CENTRO REGIONAL SAN MIGUEL

Km. 140 carretera a Santa Rosa de Lima.
Tel.: (503) 2669-2298

5. CENTRO REGIONAL LA UNIÓN

Calle Sta. María, Col. Belén, atrás del Instituto Nacional de La Unión
Tel.: (503) 2668-4700

www.itca.edu.sv

