

INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN

**DISEÑO DE PROTOCOLO DE BUENAS
PRÁCTICAS PARA EL MANEJO DE LA
CALIDAD FÍSICO-QUÍMICA Y BIOLÓGICA
DEL AGUA UTILIZADA PARA CULTIVOS
ACUÍCOLAS DE CAMARÓN MARINO**

**EN ASOCIO CON COOPERATIVA SAN MATEO,
CONCHAGUA, LA UNIÓN**

**DOCENTE INVESTIGADORA PRINCIPAL:
LCDA. ANGÉLICA QUINTANILLA CORENA**

**DOCENTE CO-INVESTIGADOR:
TÉC. JOSUÉ DE LA PAZ CASTRO MIRANDA**

**TÉCNICO EN MANEJO INTEGRADO DE RECURSO COSTERO MARINOS
CENTRO REGIONAL MEGATEC LA UNIÓN**

ENERO 2021

INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN

DISEÑO DE PROTOCOLO DE BUENAS PRÁCTICAS PARA EL MANEJO DE LA CALIDAD FÍSICO-QUÍMICA Y BIOLÓGICA DEL AGUA UTILIZADA PARA CULTIVOS ACUÍCOLAS DE CAMARÓN MARINO

EN ASOCIO CON COOPERATIVA SAN MATEO, CONCHAGUA, LA UNIÓN

**DOCENTE INVESTIGADORA PRINCIPAL:
LCDA. ANGÉLICA QUINTANILLA CORENA**

**DOCENTE CO-INVESTIGADOR:
TÉC. JOSUÉ DE LA PAZ CASTRO MIRANDA**

**TÉCNICO EN MANEJO INTEGRADO DE RECURSO COSTERO MARINOS
CENTRO REGIONAL MEGATEC LA UNIÓN**

ENERO 2021

Rectora

Licda. Elsy Escolar SantoDomingo

Vicerrector Académico

Ing. Carlos Alberto Arriola Martínez

Vicerrectora Técnica Administrativa

Inga. Frineé Violeta Castillo

Dirección de Investigación y Proyección Social

Ing. Mario W. Montes Arias, Director

Ing. David Emmanuel Ágreda Trujillo

Inga. Ingrid Janeth Ulloa de Posada

Sra. Edith Aracely Cardoza de González

Director Centro Regional

MEGATEC La Unión

Lic. Luís Ángel Ramírez Benítez

639.680 685

Q7d Quintanilla Corena, Angélica, 1980 -

slv Diseño de protocolo de buenas prácticas para el manejo de la calidad físico-química y biológica del agua utilizada para cultivos acuícolas de camarón marino [recurso electrónico] : en asocio con cooperativa San Mateo, Conchagua, La Unión / Angélica Quintanilla Corena, Josué de la Paz Castro Miranda. -- 1ª ed. -- Santa Tecla, La Libertad, El Salv. : ITCA Editores, 2021.

1 recurso electrónico, (46 p. : il. col. ; 28 cm.)

Datos electrónicos (1 archivo : pdf, 5.0 Mb). --

<https://www.itca.edu.sv/produccion-academica/>

ISBN : 978-99961-39-78-9 (E-Book, pdf)

1. Camarones – Cría y desarrollo. 2. Control de calidad. 3. Microbiología del agua. I. Castro Miranda, Josué de la Paz, 1988-, coaut. II. Título.

BIN/jnh

Autor

Licda. Angélica Quintanilla Corena

Co Autor

Téc. Josué de la Paz Castro Miranda

Tiraje: 13 ejemplares

Año 2021

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	5
2.3.	JUSTIFICACIÓN.....	6
3.	OBJETIVOS.....	7
3.1.	OBJETIVO GENERAL	7
3.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	7
4.	HIPÓTESIS	7
5.	MARCO TEÓRICO	8
5.1.	ÁREA DE CONSERVACIÓN GOLFO DE FONSECA.....	8
5.2.	FACTORES QUE DETERMINAN LA CALIDAD DEL AGUA.....	8
5.3.	CALIDAD BIOLÓGICA DEL AGUA EN EL GOLFO DE FONSECA Y SU IMPACTO EN EL DESARROLLO ECOLÓGICO	9
5.4.	PROTOCOLO DE BUENAS PRÁCTICAS PARA LA ACUICULTURA	12
6.	METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN.....	13
6.1	UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	13
6.2	INVESTIGACIÓN DE CAMPO	14
7.	RESULTADOS.....	14
8.	CONCLUSIONES	15
9.	RECOMENDACIONES.....	16
10.	GLOSARIO	16
11.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	17
12.	ANEXOS	19
12.1.	FOTOGRAFÍAS DE LA CAMARONERA SAN MATEO	19
12.2.	PROTOCOLO DE BUENAS PRÁCTICAS PARA EL MANEJO DE LA CALIDAD FÍSICO-QUÍMICA Y BIOLÓGICA DEL AGUA UTILIZADA PARA CULTIVOS ACUÍCOLAS DE CAMARÓN MARINO.....	20

1. INTRODUCCIÓN

El objetivo de este proyecto fue desarrollar una propuesta de protocolo de producción acuícola, el cual contiene medidas ambientales que deberán ser implementadas por los productores acuícolas, en áreas de bosque salados adyacente a sus unidades productivas. Con este protocolo se podrá realizar la caracterización de la calidad físico, químico y biológico del agua proveniente del Golfo de Fonseca, previo al desarrollo de un cultivo de camarón marino, durante el cultivo y antes de las descargas del agua a los efluentes receptores.

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.

Es importante mencionar que las camaroneras iniciaron un proceso de obtención del Permiso Ambiental y el Derecho de Concesión correspondiente, lo cual está regulado en la Ley del Medio Ambiente y Ley de Áreas Naturales Protegidas respectivamente.

De acuerdo al proceso de Evaluación Ambiental realizado por el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, se identifican, priorizan y cuantifican los daños ambientales ocasionados por la actividad, la causa directa y la determinación, priorización y presupuesto de las medidas e inversiones ambientales de atenuación, prevención, compensación y control como aspectos indispensables del Plan de Adecuación Ambiental respectivo, para el normal funcionamiento de la Unidad Productiva.

En este protocolo se proponen medidas ambientales que conlleven a un proceso de restauración de los bosques salados o manglares adyacentes a las unidades productivas de camarón.

De acuerdo al conjunto global de parámetros incluidos en esta investigación, puede decirse que hay factores que modifican la calidad del agua utilizada para la acuicultura y contaminan los cuerpo de agua, manifestándose principalmente en los sitios donde confluyen los caudales de descarga de ríos, así como la influencia de las mareas que llegan a constituir un medio de transporte para aguas negras, aguas residuales, escorrentías de residuos derivados de la agricultura y otros similares, por estas razones es importante realizar un análisis de la calidad físico, química y biológica del agua utilizada para el llenado de los estanques utilizados para el cultivo de camarón; además es necesario analizar los puntos de abastecimiento y de descarga cuando se realizan los recambios de agua durante el ciclo productivo del camarón. Este análisis permitirá conocer la calidad de agua utilizada actualmente para el cultivo.

El Protocolo de Producción Acuícola para el cultivo del camarón, tiene como finalidad hacer disponible una herramienta voluntaria por parte de los acuicultores para prevenir, mitigar o compensar los impactos ambientales negativos generados por las actividades de las camaroneras.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

A pesar de la gran riqueza natural que alberga los ecosistemas costeros marinos y específicamente los ubicados en la zona oriental del país y que forman parte integrante del corredor seco centroamericano, actualmente se encuentran amenazados.

Los manglares albergan alrededor del 75% de especies costeras de importancia comercial. Estos bosques son el hábitat de numerosas especies de invertebrados entre ellos los cangrejos, las jaibas y los bivalvos presentes sobre todo en las áreas lodosas situadas bajo o alrededor de las raíces de los árboles de mangle rojo.

Es también un sitio de anidamiento de las 4 especies de tortugas marinas que desovan en la región, y de un sin número de especies de aves. Las aguas de los esteros son especialmente rica en pesca, mostrando una baja diversidad de especies de peces, acompañada de una gran abundancia de estos.

Amenazas y retos de gestión.

Estos valiosos ecosistemas y los servicios ecosistémicos que proveen a los pobladores locales se encuentran en alto riesgo de desaparecer o perder su funcionalidad, si no se consideran algunos aspectos relevantes en su manejo y en el manejo y recuperación de los territorios que drenan hacia sus aguas. Un ejemplo son los manglares que se encuentran en estado de conservación crítico/en peligro de conservación, según la caracterización de WWF, donde más del 2% de su cobertura original se ha perdido, y donde las amenazas más fuertes provienen de la extracción de madera y la explotación comercial de moluscos y crustáceos (WWF, 2007).

Pese a este problema una de las actividades económicas desarrolladas en el Golfo de Fonseca es la acuicultura, por lo que se hace necesario que los acuicultores o productores adopten buenas prácticas para realizar sus cultivos y además de implementar medidas ambientales que contribuyan a la restauración de estos ecosistemas.

2.2. ANTECEDENTES / ESTADO DE LA TÉCNICA

Se cuenta con diversas investigaciones realizadas sobre la fauna, flora e importancia turística del Golfo de Fonseca, pero muy limitada sobre la calidad del agua, la cual es fundamental para el desarrollo de todas las actividades dentro del ecosistema.

A esta investigación le anteceden 6 investigaciones realizadas en la zona, lo que da un respaldo de información técnica científica.

A continuación, se presenta el detalle de las investigaciones realizadas.

INVESTIGACIONES REALIZADAS	AÑO
Diagnóstico de la calidad microbiológica del agua durante un ciclo de cultivo de camarón marino del grupo de cooperativas del sector el Zompopero, Bahía de Jiquilisco, Usulután	2015
Protocolo para el uso y aplicación racional de productos químicos, microbio-lógicos y antibióticos en la producción de camarón marino de cultivo en El Salvador	2015
Evaluación de crecimiento y sobrevivencia en cultivos de ostras japonesa desarrollados e en Meanguera del Golfo de Fonseca, departamento de La Unión	2016
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	2016
Uso de monensina sódica en el cultivo de camarón marino <i>Litopenaeus vannamei</i> para el tratamiento de gregarinas en cooperativa Fauna Silvestre, Bahía de Jiquilisco	2017
Diagnóstico de la calidad físico, química y biológica del agua en el Golfo de Fonseca, La Unión, El Salvador	2019

2.3. JUSTIFICACIÓN

El Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN) inició en el 2012 con el proceso de otorgamiento de concesiones a salineras y camaroneras ubicadas en la costa salvadoreña, con el objeto de legalizar este tipo de actividades económicas que tienen incidencia y generan impactos en el medio ambiente costero marino, y en cumplimiento del mandato de la Ley de Áreas Naturales Protegidas.

De acuerdo a la Ley del Medio Ambiente para el inicio y operación de una actividad, obra o proyecto deberá contar con un Permiso Ambiental, el cual está sujeto al cumplimiento de medidas ambientales, contempladas en el Plan de Adecuación Ambiental o Programa de Manejo Ambiental, según corresponda.

Dichos planes fueron formulados para un tiempo de dos años, por lo que se hace necesario establecer un protocolo acuícola que permita a los productores continuar la implementación de medidas ambientales que contribuyan a la restauración y sostenibilidad de los bosques salados o manglares.

Dentro de las medidas a proponer incluyen el manejo y disposición final de los desechos sólidos comunes y peligrosos, manejo y disposición final de excretas, revegetación, desazolve entre otras. La conservación y el uso sostenible del ecosistema del manglar son un importante reto para el manejo costero integrado.

3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GENERAL

Diseñar un protocolo para realizar una caracterización de la calidad físico, químico y biológico del agua proveniente del Golfo de Fonseca, previo al desarrollo de un cultivo de camarón marino, durante el cultivo y antes de las descargas del agua a los efluentes receptores.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Identificar la calidad biológica del agua durante los procesos de cultivo de camarón marino
2. Monitorear los parámetros físico-químicos del agua y su relación el rendimiento productivo de camarón marino
3. Realizar un análisis comparativo de la calidad del agua antes y después del desarrollo de un cultivo de camarón marino en ambientes controlados
4. Diseñar un protocolo de producción acuícola amigable con el medio ambiente.

4. HIPÓTESIS

El agua utilizada para la realización del cultivo de camarón marino está contaminada por los vertidos (aguas residuales de tipo especial y ordinario) lo que conlleva a una afectación en el desarrollo del camarón.

5. MARCO TEÓRICO

5.1. ÁREA DE CONSERVACIÓN GOLFO DE FONSECA

El Golfo de Fonseca, como una unidad territorial, presenta fenómenos naturales y riesgos socio-naturales que se manifiestan en la escala comunitaria y afectan, diferenciadamente, a las poblaciones más vulnerables del territorio. Por ello la necesidad de conocer el estado sanitario del agua, que es utilizado para la acuicultura y en este caso específico para el cultivo de camarón marino.

Los ecosistemas Costeros Marinos ubicados en el Golfo de Fonseca y sus cuencas tributarias están vinculadas a consideraciones transfronterizas. Para garantizar un futuro sostenible y próspero de sus comunidades, hay que abordar temas claves para su futuro como es la preparación de la sociedad para la adaptación al cambio climático, que está íntimamente relacionado con los riesgos socio-naturales como son la explotación de los recursos naturales, la pesca a través de métodos no adecuados, la contaminación, o la deforestación, avance de la frontera agrícola y diferentes cambios de usos de suelo, etc. Los principales problemas identificados en el Golfo de Fonseca son: a) Asolvamiento o sedimentación de esteros y ríos, asociada a la deforestación y pérdida de la cobertura vegetal en la parte alta de la cuenca, b) Actividades agro-industriales a gran escala, expansión de la frontera agro-industrial, c) Inundaciones, d) Disminución de la pesca e impactos en la acuicultura, e) Erosión y mareas costeras, genera más instrucción salina en fuentes de agua potable, f) Flujos de lodo y correntadas o deslizamientos, g) Impactos en el bosque salado.

El Golfo de Fonseca constituye uno de los más importantes ecosistemas tropicales en la costa Pacífico Oriental, debido al tamaño de sus estuarios y al cinturón de manglares costeros. Además de su proximidad a áreas con altas concentraciones de nutrientes, como afloramientos y montes submarinos, contribuyen a tener uno de los espacios marítimos costeros más ricos biológicamente y proporciona el hábitat de desove, cría y alimentación para una gran variedad de especies de peces y crustáceos, incluyendo las especies que tradicionalmente forman parte de la pesca artesanal en la región.

5.2. FACTORES QUE DETERMINAN LA CALIDAD 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 en la supervivencia y crecimiento, retraso en la muda/estadio, incremento de deformidades y mortalidad por el surgimiento de enfermedades en el camarón de cultivo.

Desde el año 1987, el gobierno de El Salvador dictó normas reglamentarias para evitar, controlar o reducir la contaminación de los recursos hídricos del país, emitida por el decreto legislativo No. 50 y publicada en Diario Oficial de fecha 1987 de El Salvador, “Reglamento sobre la calidad del agua, el control de vertidos y las zonas de protección”, la cual representa uno de los referentes para valorar la calidad de agua a través de la aptitud de uso en términos de calidad ambiental, lo que significa que no existe una normativa específica que establezcan estándares de uso de agua para la acuicultura en El Salvador.

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.

5.3. CALIDAD BIOLÓGICA DEL AGUA EN EL GOLFO DE FONSECA Y SU IMPACTO EN EL DESARROLLO ECOLÓGICO

De acuerdo a los resultados obtenidos del proyecto investigación **“Diagnóstico de la calidad físico químico y biológica del agua en el Golfo de Fonseca departamento de La Unión, El Salvador”**, realizado en el 2019, la calidad del agua del Golfo de Fonseca presenta carga bacteriana que sobre pasa los límites de establecidas en la normativa ambiental.

Para la referida investigación se tomaron de referencia las normas de calidad del agua superficial establecidas por el Departamento de Protección Ambiental de la Florida de EE. UU, específicamente para las bacterias *Enterococcus* y para Heterótrofas.

Las bacterias del género *Enterococcus*, reportaron crecimiento bacteriano en 9 meses de los monitoreos realizados, que sobrepasan los límites de referencia establecidas en los Estándares de calidad del agua, para uso de agua con fines de cultivo y extracción de moluscos. Los sectores de Ciudad de La Unión – bocana río Goascorán y estero El Tamarindo – Isla Meanguera, reportaron el mayor recuento de Unidades Formadoras de Colonias.

Para el caso de *Pseudomona*, 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, la bacteria perteneciente al género *Vibrio*, los resultados obtenidos indican que el agua no es apta para uso en acuicultura, ni para para uso recreativo, el agua se encuentra en el límite de referencia en cuanto al uso con propósito de producción acuícola y límite de referencia en cuanto al riesgo de consumo de productos pesqueros.

De acuerdo a la investigación realizada se determinó la presencia alta de los cuatro tipos de bacterias Heterótrofas, *Pseudomonas*, *Vibrios* y *Enterococcus*, cerca del sitio urbano del denominado “parque de la familia” de la ciudad de La Unión, lugar donde puede percibirse, sobre todo en marea baja, de fuerte mal olor cuando el substrato de suelo queda al descubierto y expuesto al aire.

Una inspección visual delata la presencia de descargas de aguas de desecho de origen doméstico, de manera permanente. Los valores máximos obtenidos de los parámetros físicos, químicos y biológicos son de los puntos más cercanos a zonas urbanas, como es el caso de la ciudad de La Unión, donde se tiene evidencia de descargas de aguas de uso doméstico; así como también frente al estero El Tamarindo, además entre la isla Meanguera y Pirigallo. En ese último sitio existe una abundante población de aves marinas y todo el perímetro de la isla está cubierto por depósitos de guano.

IMPORTANCIA DE LA CALIDAD BIOLÓGICA DEL AGUA EN LA ACUICULTURA

La mayoría de las labores que se emplean en el cultivo de camarón tiene un impacto directo en la calidad de agua de los estanques de cultivo. 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.

El manejo de la calidad del agua es la base para una buena producción y para protección de la calidad ambiental. La camaronera debe contar con un plan para el monitoreo de los parámetros físicos, químicos y biológicos de los estanques, en el cual se definan los procedimientos a seguir con cada uno de ellos. Algunos parámetros de calidad del agua se pueden medir directamente en la unidad productiva.

Las actividades de monitoreo de la calidad de agua en estanques de cultivo de camarón inician con la selección de sitios apropiados para la medición de parámetros físicos y químicos. Usualmente se construye una estación de muestreo por estanque. Esta consiste de un pequeño muelle de madera que se extiende 4-5 metros hacia dentro del estanque. El muelle se construye del lado del estanque en donde se encuentra ubicada la compuerta de salida. Generalmente estos son los lugares más preferidos por los camarones ya que cuentan con una profundidad suficiente y condiciones favorables de calidad de agua.

La calidad del agua del estanque es un punto crítico en el proceso de producción y debe ser controlada en los parámetros físicos, químicos y biológicos. Éstos deben ser adecuados y mantenidos dentro de rangos aceptables para el buen desarrollo del camarón.

En caso contrario, la población de cultivo podría pasar a tener bajo crecimiento, proliferación de patógenos con brotes de enfermedad, eventuales mortalidades y baja calidad del producto final. Es importante recordar que los estanques de cultivo de camarón son cuerpos de agua muy dinámicos en los cuales interactúan íntimamente factores físico - químicos como pH, salinidad, temperatura y OD. De igual manera participan nutrientes orgánicos e inorgánicos afectando a las poblaciones microbianas propias del estanque. Éstas son susceptibles a cambios dados entre estos factores pudiéndose afectar su número y composición. Algunas variables del ambiente acuático como el pH, la temperatura y la salinidad, poseen rangos ideales para ciertas especies de bacterias. Cambios en estos factores favorece la proliferación de determinadas.

Definir las particularidades de cada estanque de la camaronera, en este caso el comportamiento de las condiciones del agua conlleva a mejores resultados de producción, ya que en el proceso productivo se presentan particularidades que definen las acciones a llevar a cabo durante su manejo. Adicional a niveles inadecuados de parámetros físicos, químicos y biológicos en el estanque, existen contaminantes en el agua que podrían comprometer la producción de camarones. Éstos podrían incluir hidrocarburos, plaguicidas, desechos tóxicos industriales, aguas servidas de poblaciones cercanas y metales pesados, entre otros.

La detección de éstos en las aguas utilizadas para cultivo de camarón debe hacerse de manera oportuna en los casos que exista contaminación de cuerpos de agua, para evitar mortalidades en la población y/o pérdida en la calidad del producto final.

Esto implica que los monitoreos se realicen no sólo en las unidades de producción (tanques o estanques), sino también en los canales reservorios, estaciones de bombeo y fuentes de suministro de agua (rías o estuarios). Existen varias acciones que permiten mantener o mejorar la calidad del agua en un estanque, entre las que se incluyen el uso de cal (óxido, hidróxido y carbonato de Calcio), filtración, fertilización (y otros tratamientos químicos), uso de probióticos, prebióticos, melaza, manejo adecuado del alimento, aireación y recambio de agua. Una buena preparación de los fondos de los estanques entre cada ciclo de producción es la primera medida tendiente a garantizar que el estanque mantenga una calidad de agua aceptable para el cultivo. Un estanque con una condición pobre de parámetros físico- químico y sanitario, compromete la calidad del agua y la salud y desarrollo de los camarones; por consiguiente, no se pueden esperar buenos resultados de producción al término del ciclo de cultivo.

5.4. PROTOCOLO DE BUENAS PRÁCTICAS PARA LA ACUICULTURA

La acuicultura ha sido uno de los sistemas de producción de alimento de más rápido crecimiento en las últimas tres décadas. Esta actividad no solamente se ha expandido, sino que también se ha diversificado, intensificado y avanzado tecnológicamente a pasos agigantados, de tal forma que su contribución a la producción de alimentos, generación de divisas, seguridad alimentaria y con ello la inocuidad alimentaria, se ha incrementado de manera altamente significativa. Este hecho está cambiando la forma de cómo se percibe el abastecimiento de organismos acuáticos como alimento, es decir, el cambio de alimentos provenientes del medio ambiente natural a productos obtenidos mediante el cultivo.

La actividad sobre la cual se basó el proyecto es el diseño de un protocolo de producción acuícola amigable con el medio ambiente y transferirlo a los productores de la zona costera de El Salvador, además se capacitará a los productores acuícolas en temas de innovación en el tratamiento de aguas y producción acuícola.

Es importante recalcar que El Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN) inició en el 2012 con el proceso de otorgamiento de concesiones a camaronerías ubicadas en la costa salvadoreña, con el objeto de legalizar este tipo de actividades económicas que tienen incidencia y generan impactos en el medio ambiente costero marino, y en cumplimiento del mandato de la Ley del Medio Ambiente relacionado a la gestión ambientalmente responsable de los recursos naturales.

El MARN, en cumplimiento de la Ley de Áreas Naturales Protegidas vigente desde el año 2005, y en estricta observancia de las acciones de conservación, entendidas como las actividades humanas para garantizar el uso sostenible del ambiente, incluyendo las medidas para la protección, mantenimiento, rehabilitación, restauración, manejo y mejoramiento de los recursos naturales, implementó un proceso expedito que permite la recepción de información de parte de los solicitantes y el análisis técnico y legal correspondientes, para que al final se determine, de manera responsable, la procedencia o no de otorgar el derecho de concesión estatal, para el establecimiento de salineras, proyectos de acuicultura y cualquier otra actividad, obra o proyecto.

La legalización de las unidades productivas permite al MARN el manejo adecuado de estos proyectos que se encuentran ubicados en los bosques salados o manglares, los cuales forman parte del Sistema de Áreas Naturales Protegidas del país, con ello se busca evitar la tala indiscriminada de mangle, el manejo inadecuado de la producción y las ocupaciones ilegales. Los beneficiarios por su parte, una vez legalizados puedan tener más apoyo del sector financiero y a la vez contribuirán a la protección de los recursos costeros marinos.

Según el Art. 29 de la Ley de Medio Ambiente, la Fianza de Cumplimiento Ambiental tiene como objetivo asegurar el cumplimiento de los Permisos Ambientales en cuanto a la ejecución de los Programas de Manejo y Adecuación Ambiental.

Para ello, el Titular de la obra o proyecto rinde una Fianza de Cumplimiento por el monto equivalente a los costos totales de las obras físicas o inversiones que se requieran para cumplir con los planes de manejo y adecuación ambiental que están contenidos en el Estudio de Impacto Ambiental. Esta fianza dura hasta que dichas obras o inversiones se hayan realizado en la forma previamente establecida.

Para asegurar el cumplimiento de las condiciones fijadas en el Permiso Ambiental, el Ministerio realiza el seguimiento y control a través de las inspecciones, auditorías de evaluación ambiental y de los informes de operación anual presentados por el titular.

6. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

6.1 UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO



Figura N° 1: Ubicación del área de estudio, camaronera San Mateo, cantón El Jagüey, municipio de Conchagua, La Unión

6.2 INVESTIGACIÓN DE CAMPO

El estudio de campo consistió en revisar la información necesaria para la realización de la investigación, fue construido con medios bibliográficos revisados y analizados por parte del equipo investigador, el cual basado en la bibliografía existente y el criterio proporcionado por las experiencias vividas.

El Protocolo de Buenas Practicas Acuícolas, tiene como finalidad establecer una herramienta de aplicación para los productores de camarón marino, para realizar buenas prácticas durante el ciclo productivo del camarón marino.

El contenido del protocolo se basa en los siguientes apartados.

- Introducción.
- Objetivos.
- Justificación.
- Descripción de la infraestructura básica de una camaronera.
- Actividades de proceso de producción de camarón.
- Manejo de enfermedades y patologías.
- Monitoreo de talla y peso.
- Medición de parámetros de calidad de agua.
- Manejo de calidad de agua.
- Programa de monitoreo de la calidad de agua.
- Manejo durante la cosecha.
- Manejo y disposición final de los desechos sólidos comunes y peligrosos.
- Manejo y disposición final de excretas.

7. RESULTADOS

Las Buenas Prácticas Acuícolas son actividades, procedimiento y controles rutinarios, que se aplican en las unidades de producción, procesamiento primario con la finalidad de prevenir y reducir la contaminación de los productos acuícolas, por agentes físicos, químicos y/o microbiológicos. Con el objetivo de contribuir a mejorar la eficiencia en el manejo y cultivo de camarón marino; se elaboró una propuesta de Protocolo de Buenas Prácticas en las diferentes etapas del ciclo productivo.

Implementar las Buenas Prácticas Acuícolas contribuye a la salud del consumidor y en la acuicultura a lograr mejores precios, para satisfacer el mercado que demanda calidad e inocuidad, como son los compradores formales: exportadores, supermercados, restaurantes y otros que venden a clientes más exigentes. Además de contribuir a la sostenibilidad y salud de los ecosistemas costero - marinos. Por lo cual se contempla en una segunda fase la socialización de dicho protocolo a acuicultores del departamento de La Unión.

8. CONCLUSIONES

1. De acuerdo al conjunto global de parámetros incluidos en esta investigación, puede decirse que hay factores que modifican la calidad del agua utilizada para la acuicultura y contaminan los cuerpos de agua, manifestándose principalmente en los sitios donde confluyen los caudales de descarga de ríos, así como la influencia de las mareas que llegan a constituir un medio de transporte para aguas negras, aguas residuales, escorrentías de residuos derivados de la agricultura y otros similares, por estas razones es importante realizar un análisis de la calidad físico, químico y biológico del agua utilizada para el llenado de los estanques utilizados para el cultivo de camarón; además es necesario analizar los puntos de abastecimiento y de descarga cuando se realizan los recambios de agua durante el ciclo productivo del camarón. Este análisis permitirá conocer la calidad de agua utilizada actualmente para el cultivo.
2. Generalmente los proyectos productivos de camarón ya se encuentran en etapa de funcionamiento, por lo que el Protocolo de Producción Acuícola para el cultivo del camarón, tiene como finalidad hacer disponible una herramienta voluntaria por parte de los acuicultores para prevenir, mitigar o compensar los impactos ambientales negativos generados por las actividades de las camaroneras, de tal forma que las operaciones de cultivo se desarrollen de una manera responsable con el medio ambiente.
3. De igual manera, el protocolo diseñado pretende servir de guía para programas tendientes a prevenir, reducir y/o gestionar los riesgos relacionados con la inocuidad de los alimentos, la vida, la salud animal y la salud de las personas. Considerando a) Implementar el protocolo en cada camaronera, b) mejorar prácticas de manejo y c) sugerir propuestas adicionales de administración para el cultivo del camarón.

9. RECOMENDACIONES

1. Es importante realizar proyectos de investigación dado que la situación actual de la Golfo de Fonseca, demanda claramente que se desarrollen estrategias para implementar medidas preventivas y correctivas para conservar el ecosistema costero marino del país, garantizando la sustentabilidad del uso de sus recursos, especialmente porque el Golfo de Fonseca constituye un Área de Conservación de importancia internacional, además de contener ecosistemas de agua salobre y bosque salado, que ofrece el marco para la conservación y el uso racional de humedales y sus recursos; además de ser un sitio importante de reserva de biodiversidad que vale la pena conservar.
2. Con el incremento de la demanda, la producción y la comercialización, hay un aumento en el requerimiento para mejorar la sostenibilidad, por eso es importante iniciar un proceso de socialización para dar a conocer a los acuicultores del departamento de La Unión, el Protocolo de Producción Acuícola y que establezcan compromisos para implementar las medias ambientales propuestas en el mismo.

10. GLOSARIO

Acuicultura. Actividades, técnicas y conocimientos de crianza de especies acuáticas vegetales y animales.

Postlarva. Estadio del ciclo biológico del camarón posterior a la larvaria, cuando mide entre 7 y 12 mm y puede cultivarse en estanque.

Fitoplancton. Algas y vegetales microscópicos que se encuentran en la superficie de las aguas marinas y lacustres.

Estanque. Estructuras que componen una granja acuícola, la cual es diseñada y construida bajo especificaciones técnicas, que permiten el cultivo eficiente de organismos acuáticos.

Maduración del agua. Período de tiempo que se deja un cuerpo de agua (reservorio o estanque) antes de la siembra de camarones (postlarvas o juveniles) para cultivo, durante el cual se promueve el crecimiento de fitoplancton y zooplancton mediante la fertilización con productos químicos ambientalmente aceptables.

Aclimatación. Proceso por el cual un organismo se adapta fisiológicamente a los cambios en su medio ambiente, que en general tienen relación directa con el clima.

Infiltración. En hidrología hace referencia a la penetración del agua en el suelo y está sujeta en el caso de las granjas camaroneras al grado de compactación de los muros y a la porosidad del mismo suelo.

Patógeno. Microorganismo capaz de producir enfermedad en personas, animales o plantas. Incluye principalmente a virus, bacterias, hongos y protozoarios.

Encalado. Proceso mediante el cual se aplica cal sobre el fondo de un estanque, aunque eventualmente se hace en el agua de estanques llenos a manera de lechada (cal diluida en agua).

Cuarentena. Medida que consiste en mantener un grupo de animales acuáticos aislados, sin ningún contacto directo o indirecto con otros animales acuáticos, para someterlos a observación durante un período de tiempo determinado y, si es necesario, a pruebas de diagnóstico o a tratamiento, con inclusión del tratamiento también de las aguas efluentes.

Biomasa. Materia total de los seres que viven en un lugar determinado, expresada en peso por unidad de área o de volumen.

Ecosistema. Conjunto de organismos vivos (biocenosis) que se relacionan entre sí en función del medio físico en el que se desarrollan (biotopo). Las características de cada ecosistema condicionan el tipo de vida que se desarrolla en cada entorno.

Pelletizado. Proceso mediante el cual las materias primas son finamente divididas -algunas veces en polvo, impalpables y difíciles de manejar-, transformándolas en partículas más grandes y de naturaleza estable gracias a la aplicación de calor, humedad y presión mecánica, dando como resultado la formación de pellets.

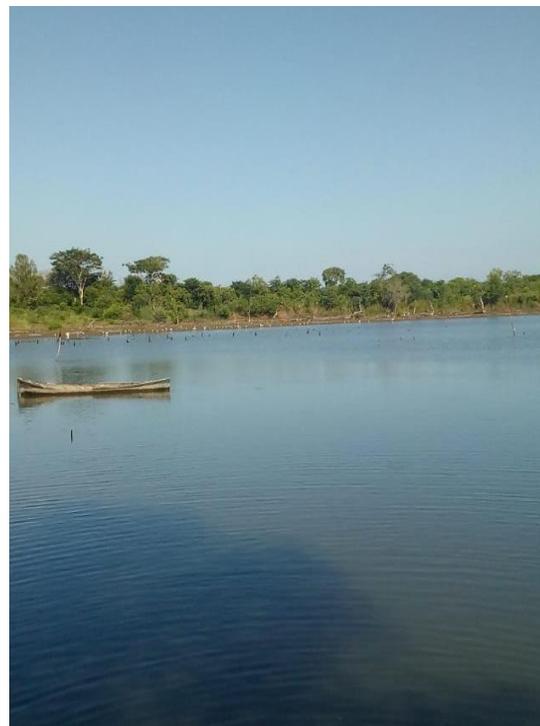
11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Cuéllar-Anjel, J., C. Lara, V. Morales, A. De Gracia y O. García Suárez. 2010. Manual de buenas prácticas de manejo para el cultivo del camarón blanco *Penaeus vannamei*. OIRSAOSPESCA, C.A.
2. Diagnóstico Ambiental, Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2012.
3. Herrera, M.D., Hernández N del S & Bravo J.R. (comps.). 2015 Manual de Adaptación al Cambio Climático en el Golfo de Fonseca.
4. Ley de Medio Ambiente. El Salvador, 1998, Decreto Legislativo # 233, Diario Oficial No. 79, Tomo No. 339, 4 de mayo de 1998. Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
5. Quintanilla Corena, A. Navarrete, A. 2019. Diagnóstico de la calidad físico químico y biológica del agua en el Golfo de Fonseca departamento de La Unión, El Salvador. Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE.

6. Reglamento General de la Ley del Medio Ambiente. El Salvador, 2000. Decreto Ejecutivo. Diario oficial No. 73, Tomo 347, del 12 de abril del 2000. Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
7. Rojas, A.A., Haws, M.C. y Cabanillas, J.A. ed. 2005. Buenas Prácticas de Manejo Para el Cultivo de Camarón. The David and Lucile Packard Foundation. United States Agency for International Development (Cooperative Agreement).
8. Sandoval, M., Olivares, A., Flores, C. y Archila, W. 2018. Evaluación molecular de la presencia de AHPND/EMS en *Penaeus Vannamei*, calidad de agua y suelo de estanques de camarones SV de la bahía de Jiquilisco, El Salvador. UNASA.
9. Santos O.A, Acosta A.A, Vega, I.L, Sandoval, M, Cárdenas, J, Olivares, A, Pacheco, S. 2018. Caracterización de los cuerpos de agua que abastecen los sitios de Cultivo de Camarón marino (*Penaeus Vannamei*), en El Salvador. UNASA.

12. ANEXOS

12.1. FOTOGRAFÍAS DE LA CAMARONERA SAN MATEO



12.2. **PROTOCOLO DE BUENAS PRÁCTICAS PARA EL MANEJO DE LA CALIDAD FÍSICO-QUÍMICA Y BIOLÓGICA DEL AGUA UTILIZADA PARA CULTIVOS ACUÍCOLAS DE CAMARÓN MARINO**



ITCA FEPADE
TÉCNICOS E INGENIEROS

**PROTOCOLO DE BUENAS PRÁCTICAS
PARA EL MANEJO DE LA
CALIDAD FÍSICO-QUÍMICA Y BIOLÓGICA
DEL AGUA UTILIZADA PARA CULTIVOS
ACUÍCOLAS DE CAMARÓN MARINO**

DOCENTE INVESTIGADORA PRINCIPAL:
LCDA. ANGÉLICA QUINTANILLA CORENA

DOCENTE CO-INVESTIGADOR:
TÉC. JOSUÉ DE LA PAZ CASTRO MIRANDA

TÉCNICO EN MANEJO INTEGRADO DE RECURSO COSTERO MARINOS
CENTRO REGIONAL MEGATEC LA UNIÓN

ENERO 2021



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



INTRODUCCIÓN

El desarrollo de buenas prácticas de manejo en el cultivo de camarón marino es necesario para alcanzar mayores niveles de eficiencia en la producción y como resultado de la concientización por parte de los productores de camarón, de que ciertas prácticas de cultivo aún en uso son dañinas o pueden causar un impacto significativo a los ecosistemas colindantes, inclusive a mediano y largo plazo también pueden impactar negativamente las producciones y las ganancias de las unidades productivas.

Un ambiente deteriorado y contaminado solo conduce a producciones pobres y pérdidas económicas. El Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN) inició en el 2012 con el proceso de otorgamiento de concesiones a salineras y camaroneras ubicadas en la costa salvadoreña, con el objeto de legalizar este tipo de actividades económicas que tienen incidencia y generan impactos en el medio ambiente costero marino, y en cumplimiento del mandato de la Ley de Áreas Naturales Protegidas, paralelamente se iniciaron los procesos de Evaluación Ambiental a través de Diagnósticos Ambientales con la finalidad de otorgar el respectivo Permiso Ambiental regulado en la Ley de Medio Ambiente.

De acuerdo al proceso de Evaluación Ambiental realizado por el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, se identifican, priorizan y cuantifican los daños ambientales ocasionados por la actividad, la causa directa y la determinación, priorización y presupuesto de las medidas e inversiones ambientales de atenuación, prevención, compensación y control como aspectos indispensables del Plan de Adecuación Ambiental respectivo, para el normal funcionamiento de la Unidad Productiva.

Además de este proceso es importante adopción e implementación de buenas prácticas para el cultivo de camarón. El desarrollo de buenas prácticas es un proceso dinámico y cambiante que está determinado por el grado de desarrollo tecnológico alcanzado por cada unidad productiva. Bajo estas consideraciones se presenta una propuesta de protocolo de producción acuícola el cual contiene una serie de recomendaciones a tener presente durante las diversas etapas del ciclo de cultivo de camarón.

OBJETIVOS

Objetivo General

Contribuir a mejorar la eficiencia en el manejo y cultivo de camarón marino a través de un Protocolo de Buenas Prácticas en las diferentes etapas del ciclo productivo.

Objetivos Específicos

1. Proponer practicas ambientalmente viables en las diversas etapas del ciclo de cultivo de camarón.
2. Establecer un proceso de socialización con productores acuícolas del departamento de La Unión.

7.3 JUSTIFICACIÓN

La adopción e implementación de buenas prácticas de cultivo de camarón se hace necesaria no solo por razones económicas y ambientales, sino también por razones de conservación de la diversidad biológica y salud de los ecosistemas costeros dado que estos dos aspectos están íntimamente relacionados.

El desarrollo de una unidad productiva para el cultivo de camarón basada en el uso y aplicación de prácticas de manejo pobres no solo pone en peligro esta riqueza biológica sino también el éxito económico de la productividad de camarón.

Algunos productores están claros de la necesidad de promover prácticas que sean eficientes y amigables al ambiente, que a su vez permitan incrementar los beneficios económicos y disminuir los costos de operación para las unidades productivas.

El desarrollo de nuevas y mejores prácticas es un proceso dinámico cuyo éxito depende de la adopción voluntaria de las buenas prácticas ya existentes y del aporte de nuevas prácticas. Las buenas prácticas sugeridas en este protocolo serán socializadas con productores acuícolas del departamento de La Unión

Dentro de las buenas prácticas propuestas se incluyen el manejo y disposición final de los desechos sólidos comunes y peligrosos, manejo y disposición final de excretas. La conservación y el uso sostenible del ecosistema del manglar son un importante reto para el manejo costero integrado.

DESCRIPCIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA BÁSICA DE UNA CAMARONERA

Las Unidades Productivas de Camarón Marino en estanques en bosque salado o manglar, están ubicadas en terrenos del Estado, se desarrollan cultivo bajo el modelo semi-intensivo del camarón blanco de la especie (*Pennaeus vannamei*), sembrado en estado larvario y procedente de laboratorios de producción de larvas y nauplios, dicha especie posee un gran valor comercial y nutritivo.

Inicialmente los estanques eran destinados a la obtención de producción de sal por acción solar, la topografía de los terrenos es plana, de textura gruesa, areno graviloso, y corresponden a la clase VII, con fertilidad aparente muy baja, profundidad efectiva de dieciséis a treinta centímetros y suelos de protección cubiertos de vegetación natural, bosque, matorral, pasto, suelos planos, salinos, con bosque salado o manglar.

A continuación, se presenta una breve descripción de la infraestructura básica que debe tener una camaronera. (MARN 2012).

ESTANQUES

Generalmente los estanques se encuentran divididos cada uno por una borda intermedia de aproximadamente 4-6 metros de base por 1.5 metros de altura con base superior de 3.5 metros, con compuerta de entrada y salida, los cuales reciben alimentación mediante el uso de bombas de motor para entrada de agua a un canal de abastecimiento o reservorio, que corre desde el mismo estero hasta el estanque la mayoría de las camaroneras tienen una compuerta especial para recibir el agua de mar (llenado y recambio de todos los estanques).

PUESTO DE BOMBA

La mayoría de las unidades productivas poseen un sitio de bombeo (motores que funcionan a base de combustible Diesel) para bombear el agua que captan del estero y llevada a los estanques. El estero debe de poseer la capacidad y profundidad necesaria para cantidad de horas de bombeo en mareas altas, brindando mayor disponibilidad de agua con menos unidades de bombeo.

CANAL RESERVORIO

Cada estanque cuenta con salida de agua hacia el canal reservorio por medio de compuerta de cemento, ladrillo, hierro y tabla, construida para este fin (vaciar). La salida del agua de los estanques se realiza en marea baja y es según la capacidad del canal reservorio; para sedimentar en él algún material orgánico que se encuentra en los estanques, posteriormente lo vacían por gravedad hacia el canal o estero.

COMPUERTAS

Las compuertas son de dos tipos, de entrada de agua a los estanques y de salida de agua como drenaje desde ellos hacia el estero. Las características son del tipo tradicional cemento/ladrillo.

CASSETAS DE VIGILANCIA

Es importante que las unidades productivas cuenten con casetas de vigilancia, generalmente son construidas de madera y lámina. (MARN 2012).

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.

Drenado total

El estanque debe ser drenado totalmente una vez finalizada la cosecha. Luego se debe realizar la limpieza y desinfección de compuertas de entrada y salida, tuberías, tablas y bastidores. Las áreas que no puedan ser drenadas totalmente deben ser desinfectadas con oxido de calcio (cal viva). Una vez finalizado el drenaje, las compuertas de entrada y salida de agua de los estanques deben sellarse completamente para evitar la entrada de agua durante las mareas altas. En seguida, los suelos de los estanques deberán dejarse secar bajo el sol por diez a quince días o hasta que presenten grietas de 10 cm. de profundidad.

Esta es una forma de eliminar algunas condiciones que puedan favorecer el apareamiento de organismos nocivos para el cultivo como podrían ser hongos, bacterias y algunos huevos de depredadores con potencialidad de eclosión si hubiera agua o humedad.

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.

Lavado

Este proceso se realiza abriendo compuertas de entrada y de salida, se deja pasar drásticamente toda el agua de los estanques, para que desaparezca algunas lagunillas en el fondo de los estanques que sirven de nido para algunos huevos depredadores.

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. La metodología recomendada para efectuar la medición del pH, es la siguiente:

Equipos y reactivos:

- Medidor de pH.
- Soluciones para calibración de pH 4, 7 y 10.

Procedimiento:

1. Tomar muestras de suelo de varias partes del estanque y mezclar hasta obtener una muestra homogénea. Luego de esta mezcla se toma una cantidad aproximada de 15 gramos a la que se le agrega una cantidad similar de agua destilada y se agita hasta obtener una solución homogénea.
2. Enseguida se deja reposar la solución durante 20 minutos.
3. Posteriormente se agita de nuevo la solución para efectuar la medición.

Tabla 1 Cantidades recomendadas de cal agrícola a aplicar de acuerdo a los resultados de las mediciones de pH.

pH (Suelo)	Carbonato de calcio CaCO_3 (Kg/ha)
> 6	< 1,000
5-6	< 2,000
< 5	< 3,000

Aplicación de cal agrícola

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.



Fotografía 1: Encalado de estanques previo al llenado



Fotografía 2: Arado del suelo para la degradación de la materia orgánica

Actividades de proceso de producción de camarón

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.



Fotografía 3: Llenado de estanques previo al cultivo

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.

Otras consideraciones: El abastecimiento de postlarvas de importación es altamente riesgoso. En caso de considerar la importación de postlarvas, primero solicite permiso a las autoridades competentes, las que deberán tomar las medidas de análisis de riesgos, exigir certificados de salud, conocer el historial del laboratorio de procedencia y aplicar medidas de cuarentena siguiendo los protocolos aceptados internacionalmente.

Verificación de la calidad de la postlarva

- Es necesario conocer la historia clínica de cada lote de postlarvas a comprar. Para esto se sugiere buscar el apoyo del técnico a cargo del cultivo larvario. El comprador debe estar en contacto con los proveedores al menos 7 días antes de que se efectúe la compra de postlarva.
- El responsable deberá informar a la granja cuales son las características de la calidad del agua en que serán enviadas las postlarvas (salinidad, temperatura, pH, etc.) para así preparar él o los estanques de aclimatación y el tanque reservorio.
- Algunos días antes de la compra, el técnico responsable debe ir al laboratorio a supervisar el muestreo de las postlarvas para su evaluación en el laboratorio de diagnóstico.

Pruebas de estrés

La calidad de las postlarvas se puede evaluar mediante una prueba de estrés, la cual mide la resistencia de los animales a un parámetro conocido. Para realizar estas pruebas unas 100-200 postlarvas son sometidas a un choque térmico, osmótico y/o químico para luego determinar el número de postlarvas que sobreviven a la prueba.

Una prueba ampliamente usada es la de someter a los animales a una reducción de temperatura de 10-12 °C por 1- 2 horas, o a salinidades de 0-2 partes por mil durante 30 minutos. A continuación, se detallan los procedimientos para la realización de una de estas pruebas.

Prueba de estrés a baja salinidad:

Esta prueba de estrés consiste en lo siguiente:

- Se prepara agua (500 ml) a salinidad de 5 partes por mil (ppt.)
- Se toman al azar 100 Postlarvas del tanque de cultivo y se depositan en el recipiente con agua a 5 partes por mil de salinidad.
- Se espera 30 minutos, luego se llevan las postlarvas a la salinidad en que se encontraban originalmente.
- Se dejan transcurrir otros 30 minutos.
- Al final de este segundo periodo se cuentan las postlarvas vivas y muertas. El resultado se expresa en porcentajes del total.

Tabla 2. Evaluación de la prueba de estrés

Porcentaje de supervivencia	Evaluación
90 a 100%	Excelente
85%	Aceptable
80%	Regular
< 80%	No aceptable

Aclimatación de larvas para la Siembra

Realizar el chequeo de los parámetros del agua del embalaje y los parámetros del agua de los estanques a cultivar, para asegurar el mayor porcentaje de sobrevivencia del cultivo.

Establecer las diferencias de parámetros entre las pilas y los estanques (oxígeno, temperatura, salinidad) y se procede a homogeneizar lentamente con agua del estanque el agua de las pilas, esta operación se repite hasta obtener igualdad en los parámetros de los estanques y las tinajas de transporte. Siembra directa de 2 de la mañana a las 5 de la mañana.

Las variables más importantes a monitorear durante el proceso de aclimatación de postlarvas de camarón son salinidad y temperatura. Evitar el estrés y los rápidos cambios ambientales son fundamentales durante la aclimatación. Las siguientes recomendaciones ayudarán a obtener mejores resultados durante el proceso de aclimatación de las postlarvas.

Preparación de tanques de aclimatación

Toda la instalación de aclimatación debe ser lavada y desinfectada varios días antes del arribo de la postlarva. Los tanques, superficies y tuberías se deben lavar y desinfectar con cloro. Luego se deben enjuagar con abundante agua y dejar secar asegurándose de eliminar todo residuo de cloro. El tanque reservorio debe llenarse con el agua del estanque a ser sembrado.

Filtre el agua a usarse en la aclimatación a través de un filtro de 500 micrómetros (0.5mm). Coloque cerca de 200 litros de agua del tanque reservorio en el tanque de aclimatación y use hielo en bolsas plásticas para enfriarla a 26-27 °C. El agua de los tanques de aclimatación debería ajustarse a la salinidad y temperatura promedio del agua usada para el transporte de las postlarvas.

Apertura de las bolsas de transporte del laboratorio

Al momento del arribo de las postlarvas, mida y anote la temperatura y concentración de oxígeno. Huela el agua de transporte y observe la actividad y porcentaje de mortalidad. Si observa mortalidad en las bolsas, anote el porcentaje aproximado. Si el oxígeno está bajo el nivel de saturación (<15 mg/L), inyecte inmediatamente oxígeno al agua de transporte hasta que se sature o alcance una lectura mínima de 12 mg\L.

Transferencia de postlarvas a los tanques de aclimatación

Inmediatamente después que las postlarvas han sido transferidas a los tanques de aclimatación, bombee suavemente oxígeno a la columna de agua para reducir los niveles de amonio.

Riegue aproximadamente 50 gr de pelets de carbón activado en cada tanque. Ajuste esta cantidad dependiendo del tamaño del tanque. Use un recipiente de vidrio de 500-1000 ml para evaluar a simple vista el estado de las postlarvas.

Observe y anote en una hoja de registro la llenura del intestino, señales de muda, señales de canibalismo, presencia de camarones muertos y opacidad de la cola. El personal debería realizar conteos volumétricos para estimar la mortalidad ocurrida durante el transporte, lo que a su vez permitirá determinar el número de postlarvas vivas al inicio de la aclimatación. Este conteo debe ser hecho antes que se agregue agua del estanque a los tanques de aclimatación.

Para aclimatar la temperatura se recomienda una tasa de cambio de 1°C/ hora. Una buena estrategia es mantener la temperatura constante a 25°C por el primer 75% del tiempo de aclimatación (mientras se ajusta la salinidad) y luego ajustar lentamente la temperatura hacia el final del periodo de aclimatación.

La velocidad de aclimatación debería disminuir si las postlarvas muestran síntomas de muda o estrés. La coloración opaca o blanquizca, comportamiento de nado errático, intestinos vacíos, o canibalismo creciente son todos indicadores de estrés. (Rojas, A.A. *et al* 2005).



Fotografía 4: Transferencia de larva a tanques de aclimatación

Alimentación durante la aclimatación

Proveer alimentación durante la aclimatación ayudará a las postlarvas a tener más energía para soportar el estrés ocasionado por la aclimatación. Para esto se recomienda el uso de nauplios vivos de Artemia o artemia congelada.



Fotografía 5: Proceso de aclimatación de larva de camarón

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 u otros organismos que suelen buscar refugio y alimento dentro o a las orillas de los estanques.

Idealmente la siembra se debe realizar durante las horas más fresca del día (5:00 – 8:00 am) o durante las horas de la noche. Cada tanque de transporte debería tener una densidad final máxima de 800 postlarvas por litro, y deben ser oxigenados continuamente.

Las postlarvas deben ser liberadas a intervalos de 50 metros desde los tanques de transporte al estanque con la ayuda de una manguera parcialmente sumergida. También se debe tener el cuidado de liberar las postlarvas del lado del estanque que está a favor del viento pues así el viento y las olas ayudan a dispersarlas después de la siembra.



Fotografía 6: Siembra de larva de camarón marino en estanques

Alimentación

Se aplica una tasa de alimentación diaria, se recomienda dos veces por día aplicando desde un 10% desde la siembra hasta un 3% de la biomasa presente al aproximarse la fecha de cosecha en cada estanque.

Esta información es obtenida por muestreos de peso y longitudes sobre la densidad poblacional de camarones de cada estanque, usando lances de atarraya semanalmente en cada estanque; las cosechas se hacen cuando las tallas y peso de los camarones al menos el 50% de la población de cada estanque tenga de 16 a 18 cm y de 16 a 20 gramos, en ciclos de producción de cada 3 meses por estanque. Los concentrados aplicados llevan un contenido proteínico de un 28%.

Para el desarrollo del cultivo, no se recomienda la utilización de medicamentos ni hormonas en el manejo de los cultivos, a excepción de las mezclas vitamínicas que ya traen incorporados los concentrados utilizados como alimentos para los camarones y que son adicionadas por los fabricantes de concentrados de alimentos para animales.



Fotografía 7: Alimentación de camarones durante el ciclo productivo

Otro método para determinar la ración alimenticia es la evaluación de intestinos y heces durante la etapa de engorde, la revisión del color de los intestinos en el camarón es una valiosa herramienta para manejar la alimentación. Si están completamente negros, quiere decir que el camarón solo está comiendo productividad natural y si se ven marrones es que están llenos de alimento. Una hora después de alimentar, por lo menos la mitad de los camarones deben tener los intestinos llenos de alimento, de lo contrario, si todos intestinos están negros, se debe subir la dosis de alimento. Al final del periodo de engorde, el camarón debe haber alcanzado un peso promedio de 11 a 14 gr en aproximadamente 90 días bajo cultivo.

Buenas prácticas para el manejo de alimento

- Utilizar alimento artificial proveniente de un establecimiento certificado, que tenga implementado un programa de aseguramiento de control de calidad e inocuidad (ej.: BPA, BPM y HACCP).
- Los ingredientes del alimento deben ser de primera calidad (incluyendo los aglutinantes) y de fuentes conocidas y confiables.
- El contenido nutricional de los alimentos de camarón debe ser el requerido por parte de la especie y estado del ciclo de vida de camarón. Esto para evitar el desperdicio del alimento.

- La calidad del alimento se debe garantizar almacenándolo en lugares secos y frescos y por períodos cortos.
- Las bodegas de almacenamiento de alimento deben contar con un programa de control de plagas, que sea diseñado, instalado y monitoreado por una empresa especializada y certificada.
- El piso del almacén de alimento debe estar revestido de concreto y permitir un fácil lavado y limpieza; se sugiere colocar en el piso de concreto, parrillas de madera para garantizar que se mantenga seco el alimento. El cuarto del almacén debe contar con una adecuada circulación de aire para evitar el calor excesivo y pueda ser causa de deterioro del alimento.
- Los sacos de alimento deben estar ordenados y estibados adecuadamente, con su respectiva identificación por tipo de alimento y lote y nunca debe estar mezclado en la misma bodega con otros insumos (ej.: fertilizantes, cal, combustible, herramientas, desinfectantes, etc.).
- En las bodegas debe llevarse un sistema estricto de registro para la entrada y salida de sacos de alimento, el cual es indispensable para el control interno de la unidad productiva y para la rastreabilidad (trazabilidad) de cada lote.
- Se debe tener cuidado con la manipulación y transporte de los sacos, para evitar la desintegración de los pellets y la producción de “finos”, que se convertirán en alimento no aprovechado por los camarones y en carga orgánica para el estanque.
- El régimen alimenticio debe estar diseñado para que el camarón consuma la mayoría del alimento suministrado, evitando un exceso que contribuya a la reducción de la calidad del agua, acumulación de materia orgánica y deterioro del fondo del estanque.
- La tasa de alimentación debe ser calculada con base en las curvas de alimentación teóricas y ser ajustada según: a) el monitoreo del consumo diario, b) las características físico-químicas del agua del estanque y c) la biomasa.
- El uso de bandejas de alimentación permite el monitoreo del consumo del alimento y previene la sobrealimentación. (OIRSA, 2010).

MANEJO DE ENFERMEDADES Y PATOLOGÍAS

Es importante que se realice inspecciones visuales de los organismos, pues pueden presentarse diferentes patologías que pueden afectar los ciclos productivos, entre las enfermedades más comunes que pueden presentarse se mencionan:

- Virus del síndrome de Taura (TSV).
- Virus del síndrome de la mancha blanca (WSSV).
- Virus del síndrome de la mortalidad aislada del desove (VMD).
- Virus del síndrome de la cabeza amarilla (YHV).
- Baculovirus tetraédrica (*Baculovirus penaei* - BP).
- Baculovirus esférica (*Penaeus monodon*-tipo baculovirus).
- Virus de la necrosis hipodérmica y hematopoyética infecciosa (IHHNV).

Es importante vigilar los siguientes aspectos:

- Muda.
- Actividad del organismo.
- Porcentaje del intestino lleno de alimento.
- Cambios de coloración en el cuerpo del organismo.
- Lesiones en la cutícula.
- Coloración o presencia de parásitos en las branquias.
- Consistencia (blanda o rígida).
- Deformación del organismo.
- Estado de las antenas (rotas, lisas, rugosas o con cambio de color).

De llegar a presentarse alguna de las enfermedades deberá considerarse los siguientes aspectos:

- Si se detecta alguna posible enfermedad es importante avisar a CENDEPESCA-MARN.
- Si va a dar algún tipo de medicamento o antibiótico, debe dar aviso al CENDEPESCA-MARN.
- Dar aviso a las instituciones correspondientes sobre la presencia de una enfermedad en el cultivo.

Tabla 3. Medidas sanitarias recomendadas para el control de enfermedades en el cultivo de camarón

PATÓGENO/ AGENTE NOCIVO	ENFERMEDAD	ETAPA DE CULTIVO	MEDIDA SANITARIA
Virus	WSSV, TSV, YHV, IHNNV	Aclimatación	Eliminación de los lotes
		Engorde	Reducir la densidad de cultivo por medio de pre cosechas (no realizar desdobles), cosechar o eliminar los estanques afectados totalmente*. No permitir la salida de agua a los estanques hacia el medio ambiente y desinfectar todo el material que tenga contacto con el cultivo.
Bacterias	NHP	Engorde	Reducir la densidad del cultivo, aplicar limpieza a los estanques y aplicar medicamento**
	Vibriosis	Engorde	Realizar limpieza de estanques para mantener buena calidad del agua por medio de recambio de la misma.
	Bacterias Filamentosas	Engorde	
Protozoarios	Parásitos	Engorde	Limpieza constante de estanques, remoción de organismos intermediarios y aplicación de desparasitantes.***
	Epicomensales	Engorde	Realizar limpieza de estanques para mantener la calidad de agua y fondo por medio del recambio de agua del estanque.
Otros Organismos	Peces, Ranas, Crustáceos, Otros	Engorde	Retirar los organismos ajenos de los estanques, enterrarlos y aplicarles cal, remover maleza de los estanques para evitar el depósito de huevecillos

* Dependerá del estadio de los organismos, si se encuentran en fase de post larvas se recomienda eliminar el estanque o lote afectado.

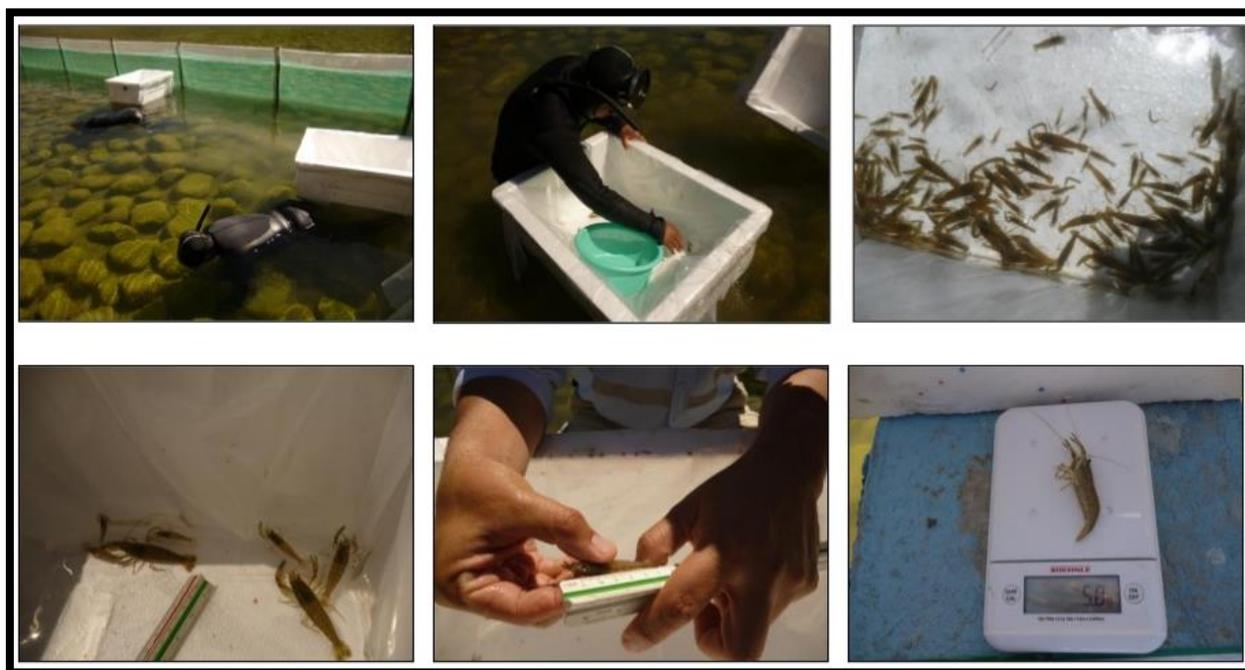
**La aplicación de alimento medicado se realizará solamente bajo la supervisión de personal calificado y posterior al aviso a las autoridades correspondientes.

***La aplicación de desparasitantes se realizará solamente bajo la supervisión de personal calificado y posterior al aviso a las autoridades correspondientes.

MONITOREO DE TALLA Y PESO

El muestreo del desarrollo y crecimiento es el medio que permite conocer el comportamiento del camarón en cuanto a su estado de desarrollo, condiciones deseadas y su respuesta al ajuste de sus condiciones climáticas temperatura del agua por lo que se recomienda hacer el muestreo cada semana o cada 15 días.

El método más recomendable para realizar este muestreo es de diez atarrayazos por hectárea de estanque en producción, se debe tener a la mano las herramientas para el muestreo y señalizado con cinta reflectora marcando el lugar, teniendo así datos confiables, se debe evitar los ruidos excesivos durante el muestreo, para no espantar los camarones. De cualquier forma, debe ser una sola persona; la que realice los lances con la atarraya, pues la atarraya debe desplazarse en la mejor manera posible.



Fotografía 8: Monitoreo de talla y peso del camarón, durante el proceso del ciclo productivo

Estimación de la biomasa de camarón: en este caso específico la biomasa se refiere al peso estimado del camarón en el estanque en un momento dado y excluye a todas las demás especies ya sea peces u otros organismos que pudiesen estar en el estanque.

La estimación de la biomasa de camarón se obtiene según la siguiente fórmula:

$$B = C \times P_{pi}$$

B = Biomasa en libras

C = Número total de camarones

P_{pi}= Peso promedio en gramos

7.6 MEDICIÓN DE PARÁMETROS DE CALIDAD DE AGUA

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.

Las actividades de monitoreo de la calidad de agua en estanques de cultivo de camarón inician con la selección de sitios apropiados para la medición de parámetros físicos y químicos.

Esto tiene un impacto fundamental en la salud 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 en la supervivencia y crecimiento, retraso en la muda/estadio, incremento de deformidades y mortalidad por el surgimiento de enfermedades en el camarón de cultivo.

Lo anterior contribuye a 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.



Fotografía 9: Toma de parámetros físico químico para determinar la calidad del agua de los estanques

Oxígeno disuelto.

Se recomienda medir los niveles de oxígeno en el agua de los estanques por la mañana antes de la salida del sol y por la tarde entre 2:00 y 4:00 PM. Para mantener consistencia en el monitoreo del oxígeno, se recomienda medir el oxígeno de cada estanque siempre en el mismo orden y a la misma hora todos los días.

Procedimiento de medición.

Calibre la sonda del medidor de oxígeno siguiendo las instrucciones del fabricante. El medidor de oxígeno debe calibrarse antes y después de haber realizado una serie de mediciones. Sumerja la sonda a una profundidad de un metro o un poco más. Mueva suavemente la sonda y espere a que el medidor de oxígeno se estabilice y tome nota de la lectura de oxígeno. La siguiente tabla resume los efectos de las concentraciones de oxígeno sobre los camarones.

Tabla 4. Efectos de diferentes concentraciones de oxígeno en los camarones

Concentración de oxígeno disuelto	Efecto
Menor de 1 o 2 mg/L	Mortal si la exposición dura más que unas horas
2-5 mg/L	Crecimiento será lento si la baja de oxígeno disuelto se prolonga
5 mg/L- 15mg/L (saturación)	Mejor condición para crecimiento adecuado
Sobresaturación (> 15 mg/L)	Puede ser dañino si las condiciones existen por todo el estanque. Generalmente, no hay problema.

Mediciones de pH en estanques

Dado que las mediciones de pH cambian con rapidez, este parámetro debe medirse directamente en el campo.

Procedimiento de medición:

1. Calibre el medidor de pH de acuerdo a las instrucciones del fabricante. Use dos soluciones estándar, una solución estándar neutro (pH 7) y una solución ácida o básica en dependencia de si va a medir pH en agua dulce o en aguas salobres.
2. Tome una muestra de agua en un recipiente plástico o de vidrio limpio. La muestra de agua debe ser suficiente para que la sonda quede sumergida al momento de hacer la medición. Enjuague la sonda con un poco de agua de la muestra a medir y luego coloque la sonda en el recipiente que contiene la muestra moviéndola suavemente.
3. Espere a que el medidor de pH se estabilice y luego registre la medición. No agite la muestra de agua vigorosamente ya que esto puede afectar la exactitud de la medición.

Temperatura

La temperatura de agua se mide directamente en el agua del estanque usando un termómetro común o a través de sondas incorporados a los medidores de oxígeno, pH y similares. Coloque el termómetro en el estanque de tal forma que el extremo de este quede unas pocas pulgadas sumergido en el agua o tome una muestra de agua en un recipiente y mida la temperatura de esta. Espere por un momento a que el

termómetro se establezca antes de registrar la medición. También recuerde anotar la hora de la medición. Asegúrese de usar siempre el mismo termómetro para asegurar consistencia en las mediciones.

Disco Secchi

La visibilidad de disco Secchi es la profundidad en centímetros a la cual el disco deja de ser visible cuando este es sumergido en el agua del estanque. Usualmente existe una relación inversa entre la visibilidad del disco y la abundancia de plancton. A medida que el plancton aumenta la visibilidad disminuye. Al tomar decisiones de manejo en base a las lecturas de disco Secchi, hay que asegurarse que la turbidez es realmente debida a fitoplancton y no a otro tipo de materiales suspendidos en la columna de agua tales como arcilla, sedimentos o detritus.

El oleaje excesivo, fuertes vientos, o luz solar pueden afectar las mediciones de disco Secchi. Se aconseja tomar mediciones en días calmos y soleados a medio nublados. Si va a tomar mediciones de disco Secchi desde un bote, trate de anclarlo a una estructura sólida para evitar que el viento lo mueva al momento de tomar la medición.

Usualmente la hora más adecuada para realizar esta medición es entre las 9 y las 11 de la mañana.

Procedimiento de medición

1. Lentamente deje que el disco se sumerja exactamente hasta la profundidad en que desaparece.
2. Coloque un colgador de ropa o algo similar a la cuerda que sostiene el disco exactamente al nivel de la superficie del agua para señalar esta primera profundidad.
3. Deje que el disco continúe descendiendo unas cuantas pulgadas más para luego elevar la cuerda lentamente deteniéndose de inmediato en el punto exacto en que el disco se vuelve visible nuevamente. Coloque otro colgador de ropa para señalar esta nueva profundidad.
4. El punto medio entre las dos marcas representa la lectura promedio de disco Secchi. Se aconseja graduar la cuerda que sostiene el disco para una lectura más rápida.

Tabla 5. Interpretación de la lectura del disco Secchi

Profundidad (cm.)	Condición del florecimiento de plankton
< 25	Estanque demasiado turbio. Si es turbio por fitoplancton, habrá problemas de concentración baja de oxígeno disuelto por la noche o antes de la salida del sol. Cuando la turbidez resulta por partículas suspendidas de suelo la productividad será baja.
25-30 cm.	Turbidez llega a ser excesiva.
30-45 cm.	Si la turbidez es por fitoplancton, el estanque está en buenas condiciones.
45-60 cm.	Fitoplancton se vuelve escaso.
> 60	El agua es demasiado clara. La productividad es inadecuada y pueden crecer plantas acuáticas en el fondo de los estanques.



Fotografía 10: Toma de turbidez en estanques

MANEJO DE LA CALIDAD DEL AGUA

La calidad de las aguas descargadas de los estanques camaroneros es reflejo de las prácticas de manejo del alimento y fertilizantes que se usan durante el cultivo. El deterioro de la calidad de agua en los estanques de cultivo de camarón puede ser causado por excesivas densidades de siembra, excesivas tasas de alimentación y por el uso desmedido de fertilizantes. Mejorar las prácticas de manejo en estas áreas tendrá un impacto positivo en la calidad de agua de los estanques y ayudará a reducir las cargas de contaminantes liberados al ambiente estuarino.

1. El último 10-15% del agua descargada durante la cosecha de un estanque tiene mayores concentraciones de nutrientes, materia orgánica, y sólidos suspendidos que el 80-85% de agua descargada al inicio. Por esta razón, el último 10-15% del agua drenada al final de la cosecha debe ser descargada más lentamente para minimizar la suspensión de sólidos por el agua saliente.
2. En la actualidad no se aconseja el uso de recambios de agua como método rutinario de manejo de la calidad de agua ya que al recambiar agua de manera continua se pierden los fertilizantes y la productividad natural de los estanques.
3. Los fertilizantes artificiales y otros nutrientes que se pierden con las aguas de recambio son dañinos al ambiente costero por que causan el enriquecimiento anormal de sus aguas (eutrofización). También, el recambio de agua puede facilitar la entrada de contaminantes, patógenos, y predadores a los estanques de cultivo.
4. El recambio de agua de rutina es de poco beneficio salvo en aquellos casos en que se quiera bajar la salinidad del agua del estanque en la estación seca o para diluir un excesivo florecimiento de algas.
5. Algunas de las técnicas de manejo más recientes incluyen el reciclaje o recirculación de agua a través de un sistema de estanques que permite que el agua se depure y pueda volver a ser usada. Recicle el agua de los estanques cuando las condiciones de la granja lo permitan. Entre los posibles beneficios de esta práctica se mencionan:
 - La reducción de efluentes de los estanques.
 - Disminución de la entrada de agua proveniente del estero lo cual reduce el riesgo de introducción de predadores, camarón silvestre y la posible diseminación de enfermedades.
 - Evita la pérdida de la productividad natural que se produce dentro de los estanques.

PROGRAMA DE MONITOREO DE LA CALIDAD DE AGUA

El monitoreo debe incluir:

- La frecuente medición de parámetros físicos y químicos de calidad de agua.
- El llevar registros cuidadosos de estas mediciones.
- El análisis de los datos recogidos.
- Usar los resultados interpretados para modificar y mejorar las prácticas de manejo.
- Realice mediciones diarias de los parámetros de calidad de agua de tus estanques temprano en la mañana y por la tarde.
- Realice mediciones frecuentes de parámetros físicos y químicos de la calidad de agua del estero (sitios de toma de agua y descarga) para darle seguimiento a los parámetros ambientales a través del tiempo. La calidad de agua de los efluentes que se liberan de los estanques debe ser evaluada en relación a la calidad de agua de las aguas estuarinas receptoras. Esto es especialmente importante en regiones en donde también se realizan actividades agrícolas e industriales a la par de la actividad de cultivo de camarón.

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.

Durante el proceso de cosecha, es de gran importancia tener personal con experiencia y entrenado para dirigir las acciones, que no presente condiciones de salud deteriorada (heridas, infecciones respiratorias o digestivas y otras infectocontagiosas) y llevar registros adecuados por cada estanque de cosecha.

Los operarios en la actividad de cosecha deben cumplir con los requisitos mínimos sanitarios y cualquiera que presente síntomas de enfermedad, debe ser excluido de la actividad de cosecha hasta su recuperación.

MANEJO Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS DESECHOS SÓLIDOS COMUNES Y PELIGROSOS

Los desechos sólidos en su mayoría son de tipo doméstico (comunes), los cuales deben ser recolectados y almacenados por separado en depósitos plásticos, uno para desechos orgánicos incluyendo papel y otro para materiales inorgánicos como latas, botellas, vidrios, plásticos y hules. Los desechos inorgánicos al igual que los desechos contaminados con hidrocarburos deben ser retirados hacia un sitio de disposición final adecuada.

MANEJO Y DISPOSICIÓN FINAL DE EXCRETAS

Según el Ministerio de Salud en el campo o área rural se usan tres tipos de letrinas: letrinas de fosa modificada y letrina tipo Letrina Abonera Seca Familiar (LASF); esta última se recomienda para la unidad productiva, ya que guarda los principios de saneamiento ecológico, entre los que se destacan los siguientes:

- No necesitan agua para su uso.
- No contaminan las aguas freáticas.
- Son permanentes.
- No contaminan el suelo.
- Los artefactos y demás materiales se encuentran en el mercado local.
- Son fáciles de construir, mantener y usar.
- Son económicas.
- El material orgánico degradado puede ser reutilizado para fines agrícolas.

Después de la capacidad de almacenamiento de excretas en la letrina, los materiales acumulados deben ser extraídos para utilizarlos como fertilizantes orgánicos en cultivos agrícolas, en períodos generalmente cada 5 años.

Para el mantenimiento de un sistema de saneamiento para excretas humanas en la letrina abonera, la adición regular de ceniza o cal ayudará a controlar los insectos y reducir los malos olores y asegurar la limpieza apropiada. El mantenimiento de tal sistema también requerirá en algunas ocasiones de reparaciones por lo que debe ser inspeccionado periódicamente.

BIBLIOGRAFÍA

- 1) Cuéllar-Anjel, J., C. Lara, V. Morales, A. De Gracia y O. García Suárez. 2010. Manual de buenas prácticas de manejo para el cultivo del camarón blanco *Penaeus vannamei*. OIRSAOSPESCA, C.A.
- 2) Diagnóstico Ambiental, Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2012.
- 3) Ley del Medio Ambiente y sus Reglamentos. 2007
- 4) Rojas, A.A., Haws, M.C. y Cabanillas, J.A. ed. 2005. Buenas Prácticas de Manejo Para el Cultivo de Camarón. The David and Lucile Packard Foundation. United States Agency for International Development (Cooperative Agreement).
- 5) Sandoval, M., Olivares, A., Flores, C. y Archila, W. 2018. Evaluación molecular de la presencia de AHPND/EMS en *Penaeus Vannamei*, calidad de agua y suelo de estanques de camarones SV de la bahía de Jiquilisco, El Salvador. UNASA.
- 6) Santos O.A, Acosta A.A, Vega, I.L, Sandoval, M, Cárdenas, J, Olivares, A, Pacheco, S. 2018. Caracterización de los cuerpos de agua que abastecen los sitios de Cultivo de Camarón marino (*Penaeus Vannamei*), en El Salvador. UNASA.

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 Procavia.
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