

# Evaluación de la calidad microbiológica del agua en camaroneras artesanales y la gestión ambiental de camarón bajo la Norma Iso 14001 en el Viejo, Chinandega en Nicaragua

## Assessment of the microbiological quality of water in artisanal shrimp farms and the environmental management of shrimp under ISO 14001 in El Viejo, Chinandega, Nicaragua

Juan José Zelaya Zeledón<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Investigador Independiente, juanjosezelaya2794@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0003-1475-7995>, Nicaragua

### Información del Artículo

#### **Trazabilidad:**

Recibido 29-12-2025

Revisado 30-12-2025

Aceptado 31-01-2026

#### **Palabras Clave:**

Calidad de agua

Camaroneras artesanales

Coliformes

Inocuidad alimentaria

Gestión Ambiental

### RESUMEN

La calidad del agua utilizada en sistemas de acuicultura es un factor determinante para la inocuidad del producto final. El presente estudio tuvo como objetivo evaluar la calidad microbiológica del agua en cuatro cooperativas artesanales de producción del camarón en el municipio de El Viejo, Chinandega, y analizar su implicación en la calidad sanitaria del camarón. Se recolectaron muestras de agua de cada granja y se analizaron parámetros microbiológicos como aerobios mesófilos, hongos y levaduras, coliformes totales, coliformes fecales, *Escherichia coli* y *Salmonella* spp. Los resultados evidenciaron la presencia de indicadores de contaminación fecal en algunas granjas, lo que representa un riesgo potencial para la inocuidad del camarón destinado al consumo humano. Se concluye que es necesario fortalecer las prácticas de manejo sanitario y el monitoreo de la calidad del agua en sistemas acuícolas artesanales.

#### **Keywords:**

Water quality

Craft shrimp

Coliforms

Food safety

Environmental Management

### ABSTRACT

The quality of water used in aquaculture systems is a determining factor for the safety of the final product. The present study aimed to evaluate the microbiological quality of water in four artisanal shrimp production cooperatives in the municipality of El Viejo, Chinandega, and analyze their involvement in the sanitary quality of shrimp. Water samples were collected from each farm and microbiological parameters such as mesophilic aerobes, fungi and yeasts, total coliforms, fecal coliforms, *Escherichia coli* and *Salmonella* spp. The results showed the presence of fecal contamination indicators in some farms, which represents a potential risk to the safety of shrimp intended for human consumption. It is concluded that there is a need to strengthen sanitary management practices and monitoring of water quality in artisanal aquaculture systems.

### INTRODUCCIÓN

La acuicultura del camarón constituye una actividad económica relevante en la región del Pacífico nicaragüense. Sin embargo, los sistemas artesanales presentan limitaciones en el manejo sanitario del agua, lo que puede favorecer la proliferación de microorganismos patógenos. La calidad microbiológica del agua es un factor crítico que incide directamente en la salud del camarón y en la seguridad del consumidor final. Por ello, la evaluación microbiológica del agua de cultivo resulta fundamental para prevenir riesgos sanitarios y garantizar la calidad del producto.

La acuicultura artesanal del camarón constituye una actividad económica relevante en el municipio de El Viejo, Chinandega; sin embargo, su desarrollo puede generar impactos ambientales y riesgos sanitarios asociados a la calidad del agua de cultivo. El presente estudio tuvo como objetivo evaluar la calidad microbiológica del agua en cuatro cooperativas de camaroneras artesanales y analizar su Sistema de Gestión Ambiental (SGA) bajo los principios de la Norma ISO 14001.

Se recolectaron cuatro muestras de agua, una por granja, las cuales fueron analizadas en un laboratorio de calidad de aguas para determinar recuento de aerobios mesófilos, hongos y levaduras, coliformes totales, coliformes fecales, *Escherichia coli* y *Salmonella* spp. Los resultados buscaban que nos indicara la bacteriología del agua con presencia de microorganismos indicadores de contaminación en las granjas.

La Norma ISO 14001 establece los lineamientos para la implementación de un Sistema de Gestión Ambiental (SGA) orientado a la prevención de la contaminación, el cumplimiento legal y la mejora continua del desempeño ambiental. Aunque muchas camaroneras artesanales no cuentan con certificación formal, la aplicación de los principios de ISO 14001 permite evaluar de manera estructurada su gestión ambiental, particularmente en aspectos críticos como el manejo del agua.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación es de tipo descriptiva y analítica, con enfoque cuantitativo. Presenta un diseño no experimental y transversal debido a que se trabajó un muestreo No Probabilístico por conveniencia debido a que las unidades de muestreo son las aguas de cultivo de cada granja camaronera y el número de muestra recolectadas fueron 4 muestras de agua donde se recolecto una muestra de agua en cada una por granja.

### Área de estudio

El estudio se desarrolló en el año 2023 en 4 Cooperativas de granjas camaroneras artesanales ubicadas en el municipio de El Viejo, departamento de Chinandega, Nicaragua. La primera cooperativa tiene un área de total de 209 hectáreas y presenta 2 estanques. La segunda cooperativa tiene un área de total de 401 hectáreas y presenta 1 estanque. La tercera cooperativa tiene un área de total de 245 y presenta 1 estanque. La cuarta cooperativa tiene un área de total de 40 hectáreas y presenta 2 estanques.

**Tabla 1:** Ubicación de granjas camaroneras

Ubicación	Coordenadas X	Coordenadas Y
Cooperativa 1: Esterillo Negro	453074	1426117
Cooperativa 2: Playa Hermosa	452469	1425586
Cooperativa 3: Monte redondo	454245	1426374
Cooperativa 4: El Puentequito	453060	1426108

### Población y muestra

La población objeto de estudio correspondió a un total de 4 cooperativas de granjas camaroneras ubicada en la Comunidad Los Playones.

### Recolección de datos

Las muestras de agua fueron recolectadas en cada una de las cooperativas de las granjas camaroneras siguiendo protocolos de muestreo para análisis microbiológico en un recipiente estéril de 100 ml con la cantidad de agua en la compuerta de entrada y salida del estanque, se trasladaron en un termo con hielo y estas muestras fueron analizadas por un Laboratorio Químico.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Cooperativa 1: Esterillo Negro

**Infraestructura:** Presenta 2 estanques (25 y 30 Ha) que cuentan con una sola compuerta doble construida en concreto, los estanques no son hábiles en un 100% para la producción camaronera ya que se utilizan operativamente solamente los canales internos de cada estanque, esto es una debilidad ya que el camarón se concentra en estos espacios donde hay disponibilidad de agua, lo que limita el crecimiento por competencia de alimentación, de igual manera propicia el consumo de oxígeno si tener otros espacios de migración para reducir esta falencia. La granja no cuenta con estación de bombeo, lo cual incrementa los riesgos de mortalidad por caída del oxígeno disuelto en los estanques.

**Preparación de Estanques:** En la entrevista con los encargados del ciclo productivo se pudo evidenciar que no hubo una preparación del estanque durante el ciclo actual de producción, pues no se encalo ni se removió suelo, el no realizar esta incrementa considerablemente los riesgos de aparición de enfermedades que puedan mermar la producción.

**Llenado de Estanque:** El presente ciclo productivo no tuvo inversión, más que solamente el armado de marcos y mallas para la filtración y llenado del estanque, en este sentido se utilizaron mallas de 800 micras el cual suelen ser menos apropiadas para la filtración adecuada del agua, a su vez el llenado de estanques se realizó con marea por no contar con sistema de bombeo de agua.

**Muestra de Agua:** Se realizó una muestra de agua para conocer los parámetros físicos y químicos obteniendo los siguientes resultados: salinidad 3‰, oxígeno disuelto: 13 ml/lit, temperatura 31 grados Celsius.

**Tabla 2:** Informe de análisis de laboratorio

<b>Análisis</b>	<b>Método</b>	<b>Unidad</b>	<b>Resultado</b>
Recuento de Aerobios	SMEWW 9215 B	UFC/ml	<b>3,6 X 10<sup>5</sup></b>
Recuento de Hongos y Levaduras	SMEWW 9610 B, 3.	UFC/ml	<b>ND(&lt;2)</b>
*Coliformes Totales	SMEWW 9221 B	NMP/100 ml	<b>1,3 X 10<sup>3</sup></b>
*Coliformes Fecales	SMEWW 9221 E	NMP/100 ml	<b>79</b>
Escherichia Coli	SMEWW 9221 F	NMP/100 ml	<b>ND(&lt;1,8)</b>
Salmonella sp.	<b>ISO 19250</b>	<b>Presencia - Ausencia</b>	<b>Ausencia</b>

## **Cooperativa 2: Playa Hermosa**

**Infraestructura:** Presenta 1 estanques de 91 Ha que cuentan con una sola compuerta doble construida en concreto, los estanques no son hábiles en un 100% para la producción camaronera ya que se utilizan operativamente solamente los canales internos de cada estanque, esto es una debilidad ya que el camarón se concentra en estos espacios donde hay disponibilidad de agua, lo que limita el crecimiento por competencia de alimentación, de igual manera propicia el consumo de oxígeno si tener otros espacios de migración para reducir esta falencia. La granja no cuenta con estación de bombeo, lo cual incrementa los riesgos de mortalidad por caída del oxígeno disuelto en los estanques.

**Preparación de Estanques:** En la entrevista con los encargados del ciclo productivo se pudo evidenciar que no hubo una preparación del estanque durante el ciclo actual de producción, pues no se encalo ni se removió suelo, el no realizar esta incrementa considerablemente los riesgos de aparición de enfermedades que puedan mermar la producción.

**Llenado de Estanque:** El presente ciclo productivo no tuvo inversión, más que solamente el armado de marcos y mallas para la filtración y llenado del estanque, en este sentido se utilizaron mallas de 800 micras el cual suelen ser menos apropiadas para la filtración adecuada del agua, a su vez el llenado de estanques se realizó con marea por no contar con sistema de bombeo de agua, esto incrementa las horas de trabajo y los días para poder lograr obtener una adecuada profundidad para el ciclo productivo, entendiendo que los recambios son nulos cuando no se cuenta con una estación de bombeo.

El llenado de estanques con marea es una práctica poco ventajosa considerando que ingresan al estanque además de camarones de diferentes especies, mucha fauna acompañante que pueden ser organismos que pueden alimentarse de camarón y a su vez vectores de agentes patógenos infecciosos por el camarón.

**Muestra de Agua:** Se realizó una muestra de agua para conocer los parámetros físicos y químicos obteniendo los siguientes resultados: salinidad 2‰, oxígeno disuelto: 12 ml/lit, temperatura 33 grados Celsius.

**Tabla 3:** Informe de análisis de laboratorio

<b>Análisis</b>	<b>Método</b>	<b>Unidad</b>	<b>Resultado</b>
Recuento de Aerobios	SMEWW 9215 B	UFC/ml	<b>3,6 X 10<sup>5</sup></b>
Recuento de Hongos y Levaduras	SMEWW 9610 B, 3.	UFC/ml	<b>32</b>

*Coliformes Totales	SMEWW 9221 B	NMP/100 ml	<b>2,4 X 10<sup>3</sup></b>
*Coliformes Fecales	SMEWW 9221 E	NMP/100 ml	<b>220</b>
Escherichia Coli	SMEWW 9221 F	NMP/100 ml	<b>ND(&lt;1,8)</b>
Salmonella sp.	<b>ISO 19250</b>	<b>Presencia - Ausencia</b>	<b>Ausencia</b>

### Cooperativa 3: Monte redondo

**Infraestructura:** Presenta 1 estanque de 90 Ha que cuentan con una sola compuerta doble construida en concreto, los estanque no son hábiles en un 100% para la producción camaronera ya que se utilizan operativamente solamente los canales internos de cada estanque, esto es una debilidad ya que el camarón se concentra en estos espacios donde hay disponibilidad de agua, lo que limita el crecimiento por competencia de alimentación, de igual manera propicia el consumo de oxígeno si tener otros espacios de migración para reducir esta falencia. La granja no cuenta con estación de bombeo, lo cual incrementa los riesgos de mortalidad por caída del oxígeno disuelto en los estanques.

**Preparación de Estanques:** En la entrevista con los encargados del ciclo productivo se pudo evidenciar que no hubo una preparación del estanque durante el ciclo actual de producción, pues no se encalo ni se removió suelo, el no realizar esta incrementa considerablemente los riesgos de aparición de enfermedades que puedan mermar la producción.

**Llenado de Estanque:** El presente ciclo productivo no tuvo inversión, más que solamente el armado de marcos y mallas para la filtración y llenado del estanque, en este sentido se utilizaron mallas de 800 micras el cual suelen ser menos apropiadas para la filtración adecuada del agua, a su vez el llenado de estanques se realizó con marea por no contar con sistema de bombeo de agua, esto incrementa las horas de trabajo y los días para poder lograr obtener una adecuada profundidad para el ciclo productivo, entendiendo que los recambios son nulos cuando no se cuenta con una estación de bombeo.

El llenado de estanques con marea es una práctica poco ventajosa considerando que ingresan al estanque además de camarones de diferentes especies, mucha fauna acompañante que pueden ser organismos que pueden alimentarse de camarón y a su vez vectores de agentes patógenos infecciosos par el camarón.

**Muestra de Agua:** Se realizo una muestra de agua para conocer los parámetros físicos y químicos obteniendo los siguientes resultados: salinidad 1%, oxígeno disuelto: 11 ml/lit, temperatura 31 grados Celsius.

**Tabla 4:** Informe de análisis de laboratorio

<b>Análisis</b>	<b>Método</b>	<b>Unidad</b>	<b>Resultado</b>
Recuento de Aerobios	SMEWW 9215 B	UFC/ml	<b>5,1 X 10<sup>5</sup></b>
Recuento de Hongos y Levaduras	SMEWW 9610 B, 3.	UFC/ml	<b>18</b>
*Coliformes Totales	SMEWW 9221 B	NMP/100 ml	<b>7,9 X 10<sup>3</sup></b>
*Coliformes Fecales	SMEWW 9221 E	NMP/100 ml	<b>490</b>
Escherichia Coli	SMEWW 9221 F	NMP/100 ml	<b>ND(&lt;1,8)</b>
Salmonella sp.	<b>ISO 19250</b>	<b>Presencia - Ausencia</b>	<b>Ausencia</b>

### Cooperativa 4: El Puentequito

**Infraestructura:** Presenta 2 estanques uno de 20 Ha y el otro de 20 Ha, que cuentan con una sola compuerta doble construida en concreto, los estanque no son hábiles en un 100% para la producción camaronera ya que se utilizan operativamente solamente los canales internos de cada estanque, esto es una debilidad ya que el camarón se concentra en estos espacios donde hay disponibilidad de agua, lo que limita el crecimiento por competencia de alimentación, de igual manera propicia el consumo de oxígeno si tener otros espacios de migración para reducir esta falencia.

La granja no cuenta con estación de bombeo, lo cual incrementa los riesgos de mortalidad por caída del oxígeno disuelto en los estanques.

**Preparación de Estanques:** En la entrevista con los encargados del ciclo productivo se pudo evidenciar que no hubo una preparación del estanque durante el ciclo actual de producción, pues no se encalo ni se removió suelo, el no realizar esta incrementa considerablemente los riesgos de aparición de enfermedades que puedan mermar la producción.

**Llenado de Estanque:** El presente ciclo productivo no tuvo inversión, más que solamente el armado de marcos y mallas para la filtración y llenado del estanque, en este sentido se utilizaron mallas de 800 micras el cual suelen ser menos apropiadas para la filtración adecuada del agua, a su vez el llenado de estanques se realizó con marea por no contar con sistema de bombeo de agua, esto incrementa las horas de trabajo y los días para poder lograr obtener una adecuada profundidad para el ciclo productivo, entendiendo que los recambios son nulos cuando no se cuenta con una estación de bombeo.

El llenado de estanques con marea es una práctica poco ventajosa considerando que ingresan al estanque además de camarones de diferentes especies, mucha fauna acompañante que pueden ser organismos que pueden alimentarse de camarón y a su vez vectores de agentes patógenos infecciosos por el camarón.

**Muestra de Agua:** Se realizó una muestra de agua para conocer los parámetros físicos y químicos obteniendo los siguientes resultados: salinidad 2‰, oxígeno disuelto: 12 ml/lit, temperatura 32 grados Celsius.

**Tabla 5:** Informe de análisis de laboratorio

Análisis	Método	Unidad	Resultado
Recuento de Aerobios	SMEWW 9215 B	UFC/ml	$1,5 \times 10^6$
Recuento de Hongos y Levaduras	SMEWW 9610 B, 3.	UFC/ml	73
*Coliformes Totales	SMEWW 9221 B	NMP/100 ml	$7,9 \times 10^4$
*Coliformes Fecales	SMEWW 9221 E	NMP/100 ml	490
Escherichia Coli	SMEWW 9221 F	NMP/100 ml	ND(<1,8)
Salmonella sp.	ISO 19250	Presencia - Ausencia	Presencia

#### Analisis de resultados

Se observó una coloración natural del agua en verde musgo u oscuro, lo que indica la influencia del agua de lluvia almacenada en el estanque y las bajas salinidades, de igual manera esta coloración del agua indica una alta concentración de cianofitas que son buenas productora de oxígeno, peor al igual que las cianobacterias que consumen buena parte de este oxígeno por la noche, consecuentemente la exposición del camarón a estas condiciones del agua provocará una situación de camarón Choclo que reduce el precio al momento de comercializar el camarón.

La recolección de la muestra de agua era obtener resultados fehacientes de laboratorio que nos indicaran la bacteriología del agua, sin embargo, esta se realizó de manera que se obtuvieran resultados que nos proporcionaran datos más que de agentes patógenos del camarón, resultados de calidad de agua que puedan provocar contaminación del producto y afectaciones de salud al consumidor y la contaminación también de afluentes naturales.

Es necesario mencionar que en los muestreos de sanidad practicados en las granjas camaroneras visitadas, no se encontró indicios de enfermedades causadas por virus, sin embargo, si se observó afectaciones por vibriosis, no obstante, los resultados de análisis están basados en la búsqueda de otros tipos de agentes infecciosos, por ello podemos afirmar que según la experiencias en campo, los síntomas observados en los camarones afectados son verídicos para una afectación por una bacteria del género Vibrio, por otro lado no se observaron síntomas de afectaciones de enfermedades causadas por otras bacterias como hepatobacter penai, debido a que los síntomas de esta enfermedad en camarón son muy marcadas y diferenciables, por lo tanto se asume la ausencia de este agente infeccioso.

Considerando lo anterior, los análisis de laboratorio buscaban también afectaciones de otras índoles como coliformes fecales y otras bacterias que son muy importantes para la comercialización de los productos

alimenticios y constituían una mayor fuente de información para determinar la calidad del producto que se está comercializando.

**De acuerdo a la Legislación Vigente en Nicaragua según el DECRETO EJECUTIVO N°. 21-2017: REGLAMENTO EN EL QUE SE ESTABLECEN LAS DISPOSICIONES PARA EL VERTIDO DE AGUAS RESIDUALES.**

En el capítulo del **CAPÍTULO V: De los Vertidos Provenientes de Sistemas de Tratamiento a Cuerpos Receptores**

**Conforme al Artículo 24. Límite Permisible de Coliformes Fecales.** El límite máximo permisible de Coliformes Fecales se regirá por medio del Principio de Gradualidad, con el objetivo de lograr la aplicación de la Mejor Tecnología de Práctica Disponible, para responder de manera progresiva a la disminución de la contaminación provenientes de las descargas de aguas residuales, siempre y cuando el vertido no se deposite a cuerpos de agua donde se afecte la salud humana (manteniendo los rangos establecidos por el Ministerio de Salud). Se establecen los siguientes límites y periodos de tiempo:

**Tabla 6:** Análisis de partículas

Periodo de Tiempo	2017-2022	2023-2026	2027-2029
Coliformes Fecales	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^3$

En el **CAPÍTULO VI de los Vertidos Provenientes de la Industria a Cuerpos Receptores**

**Conforme al Artículo 31. Rangos y Valores Máximos permisibles para los vertidos de aguas residuales provenientes de la industria de Cerveza y Malta.** Los vertidos de aguas residuales provenientes de la industria de Cerveza y Malta que sean descargados a cuerpos receptores, deberán cumplir los rangos y valores máximos permisibles siguientes:

**Tabla 7:** Rangos y valores máximos permisibles

Parámetro	Rangos y Valores Máximos Permisibles
pH	6 - 9
Sólidos Suspendidos Totales (mg/l)	150
Sólidos Sedimentables (ml/l)	1
DBO5 (mg/l)	150
DQO (mg/l)	300
Aceites y Grasas Totales (mg/l)	30

**Conforme al Artículo 39. Rangos y Valores máximos permisibles para los Vertidos de Aguas Residuales provenientes de la Industria de Elaboración de Harina y Almidón.** Los vertidos de aguas residuales provenientes de la industria de Elaboración de Harina y Almidón a nivel industrial que sean descargados a cuerpos receptores, deberán cumplir los rangos y valores máximos permisibles siguientes:

**Tabla 8:** Rangos y valores máximos permisibles

Parámetro	Rangos y Valores Máximos Permisibles
pH	6 - 9
Sólidos Suspendidos Totales (mg/l)	150
Sólidos Sedimentables (ml/l)	1
DBO5 (mg/l)	150
DQO (mg/l)	300
Materia Flotante	Ausente
Aceites y Grasas Totales (mg/l)	40



**Conforme al Artículo 41. Rangos y Valores máximos permisibles para los Vertidos de Aguas Residuales provenientes de la Industria de Producción de Harina y Aceite a base de Pescado.** Los vertidos de aguas residuales provenientes de la industria de Producción de Harina y Aceite a base de Pescado a nivel industrial que sean descargados a cuerpos receptores, deberán cumplir los rangos y valores máximos permisibles siguientes:

**Tabla 9:** Rangos y valores máximos permisibles

Parámetro	Rangos y Valores Máximos Permisibles
pH	6 - 9
Solidos Suspendidos Totales (mg/l)	200
Solidos Sedimentables (ml/l)	1
DBO5 (mg/l)	120
DQO (mg/l)	250
Materia Flotante	Ausente
Aceites y Grasas Totales (mg/l)	40

### Análisis del sistema de gestión ambiental bajo ISO 14001

Se realizó un análisis cualitativo del SGA de las camaroneras, tomando como referencia los principales componentes de la Norma ISO 14001:

#### 1 - Contexto de la organización

Las camaroneras artesanales evaluadas operan en un contexto productivo caracterizado por:

1. Producción de pequeña escala
2. Recursos financieros y tecnológicos limitados
3. Dependencia directa de fuentes de agua naturales (estuarios, canales o cuerpos superficiales)
4. Ausencia de certificaciones ambientales formales
5. Alta interacción con el entorno natural y social

Desde el enfoque de ISO 14001, el contexto interno evidencia debilidades en la gestión documental, definición de responsabilidades ambientales y planificación estratégica ambiental. El contexto externo incluye factores ambientales relevantes como la calidad del agua, presión sobre ecosistemas costeros y riesgos sanitarios asociados a la contaminación microbiológica.

Los resultados de coliformes fecales y E. coli reflejan que el contexto ambiental no está siendo adecuadamente considerado en la toma de decisiones operativas, lo que compromete tanto el desempeño ambiental como la inocuidad del producto.

#### 2 - Identificación de aspectos e impactos ambientales

**Tabla 10:** Aspectos ambientales

Actividad	Aspecto ambiental	Impacto ambiental
Captación de agua	Uso de agua superficial sin tratamiento	Introducción de microorganismos patógenos
Manejo del estanque	Acumulación de materia orgánica	Aumento de carga microbiológica
Descarga de efluentes	Vertido sin tratamiento	Contaminación de cuerpos de agua
Manejo de residuos	Residuos orgánicos y sólidos	Proliferación microbiana
Bioseguridad	Falta de control sanitario	Riesgo a la inocuidad del camarón

#### 3 - Planificación ambiental

Las camaroneras artesanales carecen de una planificación ambiental estructurada. No se identifican:

1. Objetivos ambientales definidos
2. Metas cuantificables de calidad de agua

### 3. Programas de gestión ambiental documentados

La planificación se basa principalmente en la experiencia empírica del productor, sin incorporar criterios microbiológicos ni análisis de riesgo ambiental. Esto se refleja en los resultados de laboratorio, donde se detectan microorganismos indicadores de contaminación fecal.

### 4 - Control operacional

1. El control operacional en las camaroneras es limitado y reactivo. Se observan las siguientes debilidades:
2. No existe tratamiento previo del agua de ingreso
3. Falta de protocolos de limpieza y desinfección de estanques
4. Manejo inadecuado de efluentes
5. Ausencia de controles sanitarios sistemáticos

La detección de *E. coli* y coliformes fecales demuestra que los procesos críticos no están bajo control, lo que incumple uno de los principios fundamentales de ISO 14001: la prevención de la contaminación.

### 5 - Seguimiento, medición y evaluación del desempeño ambiental

El seguimiento ambiental se realiza de forma esporádica y generalmente por exigencias externas (clientes, autoridades o estudios puntuales). No existe:

1. Programa de monitoreo ambiental periódico
2. Registro histórico de resultados
3. Análisis de tendencias microbiológicas

Los análisis microbiológicos realizados en este estudio representan una evaluación puntual, más no un sistema de seguimiento continuo, lo que limita la capacidad de evaluar el desempeño ambiental de las camaroneras.

Relación con ISO 14001: La ISO 14001 enfatiza la medición y evaluación sistemática del desempeño ambiental; la ausencia de estos mecanismos impide la toma de decisiones basadas en evidencia.

### 6 - Mejora continua

La mejora continua en las camaroneras artesanales es limitada y no sistematizada. Las acciones correctivas suelen implementarse únicamente cuando se presentan problemas visibles (mortalidad del camarón, rechazo del producto, conflictos comunitarios).

No se evidencian:

1. Auditorías internas ambientales
2. Análisis de causas raíz
3. Revisión periódica del desempeño ambiental

Los resultados microbiológicos negativos deberían ser utilizados como insumo para la mejora continua, estableciendo acciones correctivas y preventivas alineadas con ISO 14001.

### 8. Implicaciones para la sostenibilidad de las camaroneras artesanales

Desde un enfoque de gestión ambiental, los resultados microbiológicos del agua reflejan un desempeño ambiental insuficiente, directamente relacionado con la ausencia de un SGA estructurado. La adopción progresiva de los principios de la Norma ISO 14001 permitiría:

1. Reducir la contaminación microbiológica del agua
2. Mejorar la inocuidad del camarón
3. Disminuir impactos ambientales
4. Fortalecer la sostenibilidad productiva y económica

## CONCLUSIÓN

- Las cooperativas camaroneras visitadas actualmente, producen bajo modelos de sistemas artesanales sin ningún tipo de tratamiento y manejo de los estanques camaroneros ni control de enfermedades en camarón, en palabras sencillas solamente llenan estanques con escasa filtración y esperar 3 meses a ver cuanto cosechan.



- Los socios de las cooperativas incluyendo la junta directa de cada una de ellas, tiene poca noción de la importancia de cada uno de los procesos productivos y no conocen los fundamentos técnicos para realizarlos de la mejor manera posible.
- La infraestructura productiva no es adecuada para el manejo de los estanques.
- Según muestreo de sanidad practicado en las cuatro granjas camaroneras visitadas, se encontró únicamente afectación en el camarón causados por la presencia de la enfermedad vibriosis, causada por una bacteria del genero *Vibrio*, esto se puede afirmar por síntomas específicos que presenta el camarón cuando está afectado por una bacteria de este género.
- En cuanto a los coliformes fecales las cuatro granjas se encuentran en buenos niveles de unidades formadoras de colonias y están muy debajo de la norma establecida para este tipo de bacterias.
- En cuanto a la cantidad de la bacteria *Echerichia coli* las cuatro granjas presentan datos bajos por tanto se encuentran muy por debajo de los límites permisibles. Para el caso de la bacteria *salmonella*, únicamente se identificó la presencia de esta en aguas de la cooperativa esterillo Negro.
- En cuanto a la presencia de agentes fúngicos las aguas de la cooperativa puentecito fueron las que más colonias presentaron, sin embargo se encuentra en el rango limite permisible.

## REFERENCIAS

- ACONSA. (12 de Marzo de 2021). Obtenido de <https://aconsa-lab.com/bacterias-en-el-agua/>
- Atlas (26 de Enero de 2026). Obtenido de <https://atlasti.com/es/research-hub/investigacion-descriptiva>
- Ambientalys (26 de Enero de 2026). Obtenido de <https://www.ambientalys.com/bacterias-coliformes>.
- Decreto Ejecutivo N°. 21-2017: Reglamento de las Disposiciones Para el Vertido de Aguas Residuales. Obtenido de <http://legislacion.asamblea.gob.ni/normaweb.nsf/b92aaca87dac762406257265005d21f7/a35cf61591ad2d57062581f30056f9ec?OpenDocument>
- ISO 14001:2015 (26 de Enero de 2026). Obtenido de <https://www.iso.org/obp/ui#iso:std:iso:14001:ed-3:v1:es>
- Organización Mundial de la Salud. (7 de Febrero de 2018). Obtenido de <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/e-coli>
- Organización Mundial de la Salud. (20 de Febrero de 2018). Obtenido de [https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/salmonella-\(non-typhoidal\)](https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/salmonella-(non-typhoidal))